



PİRİ REİS ÜNİVERSİTESİ



İLERİ TEKNOLOJİLER
V. ÇALIŞTAYI
(İTÇ-2017)
BİLDİRİ KİTABI

Editörler

M. Oktay ALNIAK
M. Tahir ÖZDEN
N. Murat KORAY
Y. Fuat GÜLVER

23 Ekim 2017
Tuzla-İSTANBUL

23 Ekim 2017
Tuzla-İSTANBUL
Pîrî Reis Üniversitesi
İleri Teknolojiler V. Çalıştayı (İTÇ-2017) Bildiri Kitabı
1. Basım: 27 Aralık 2018
Basım Adedi: 250
ISBN 978-605-60740-6-6

Editörler:

Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK
Prof. Dr. M. Tahir ÖZDEN
Öğr. Gör. N. Murat KORAY
Öğr. Gör. Y. Fuat GÜLVER

Editör Yardımcıları:

Ulaş YILMAZ
Alpay VATANSEVER
Ezgi AKINCI
Ezgi Yağmur ÇAKMAK
Mustafa Onur ÖZKAN
Diğerleri için bk. s.xiv

Kapak Çalıştay Logosu:

Ergin BALABEYOĞLU

Baskı:

Hat Baskı Sanatları
Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.
Maltepe Mh. Litros Yolu Sk. 2
Matbaacılar Sitesi No:2-4 Dk: ZA5
Zeytinburnu/İSTANBUL
Tel: 0212 613 75 96 - 567 77 66 Faks: 0212 501 22 70

Bu kitabın telif hakkı Pîrî Reis Üniversitesine aittir. İzin alınmadan basımı veya ticari bir amaçla kullanımı yapılamaz.

“Çalışmadan, yorulmadan, üretmeden rahat yaşamak isteyen toplumlar; önce haysiyetlerini, sonra hürriyetlerini ve daha sonra da istiklal ve istikballerini kaybetmeye mahkûmdurlar.”

Mustafa Kemal ATATÜRK

PİRİ REİS ÜNİVERSİTESİ HAKKINDA ÖZET BİLGİ

Pîrî Reis Üniversitesi'nin Vizyonu

Dünya kalitesi ve standartlarında eğitim ve öğretim vermek, araştırma yapmak ve küresel rekabet ortamında; mesleki ve akademik eğitim arasında SİNERJİ yaratmaktır.

Pîrî Reis Üniversitesi'nin Misyonu

ATATÜRK İlke ve İnkılapları doğrultusunda, Türk Denizcilik Örf, Adet, Ananeleri çerçevesinde; Dünya Kalitesi ve Standartlarında eğitim, öğretim vererek, araştırma yaparak 21. Yüzyılın küresel rekabet ortamının gerekli kılacağı meslek ve iletişim becerilerine sahip; Dünyanın her yerinde çalışabilecek nitelikte, mükemmel eğitilmiş; Öğrenmeyi öğrenen, özgür düşünebilen, yaratıcı, ekip çalışması yapabilen, girişimci, kendini sürekli olarak geliştirmeyi öğrenmiş, araştırma yeteneklerini geliştirmiş, Çağdaş, köklü ve kültürlü, insanı seven ve sayan, Sosyal sorumluluk ve yurttaşlık bilincine sahip gençler yetiştirilmesi, ayrıca;

Ülkemiz insanına doğrudan katkıda bulunacak ulusal ve uluslararası düzeyde projelerin geliştirilmesini; Çağdaş Eğitim Programlarının uygulanması, bu programları belirli sayıdaki sosyal, kültürel ve insan bilimleri programları ile desteklenmesi ve açtığı her program örnek alınan bir üniversite olunmasını hedeflemektedir. Pîrî Reis Üniversitesi denizciliğin her alanında ihtisaslaşan, her alanda eğitim ve öğretim yapan projeler gerçekleştiren anlayıştadır.

TEŞEKKÜR

İleri Teknolojiler V. alıştayı'nın Pîrî Reis Üniversitesi'nde yapılmış olmasından; alıştay esnasında yapılan müzakerelerden, alıştay Sonuç Raporu'nun ve Bildiri Kitabı'nın hazırlanmasından, bu dokümanların değerli katılımcılara ve ilgili makamlara ulaştırılmasından dolayı üniversite olarak memnuniyet duymaktayız.

alıştay Sonuç Raporu'nun ve Bildiri Kitabı'nın incelenmesini, emek vererek yapılan çalışmalardan faydalanılmasını, teorik ve uygulamalı çalışmaların sonuçlarının alınması için Sonuç Raporunda tespit edilen hususların takip edilmesini önemli buluyorum.

Bu maksatla bir yol haritasının hazırlanması ve gelişmeye yönelik ileri teknolojilerin üzerinde sabırla çalışılması faydalı olacaktır. Önerilen teorilerden ve projelerden somut sonuçların alınması için projelerin ticarileştirilmesini, öğrencilerin, mezunların ve sanayicilerin katılımıyla girişimciliğin teşvik edilmesini, devlet ve özel sektör tarafından sunulan teşviklerin takip edilmesini, somut projelerle sanayi ve teknoparklarda daha iç içe çalışılmasını dilerim.

İleri Teknolojiler V. alıştayı'na Türkiye'den ve yurt dışından katılım sağlayan değerli bilim insanlarına, sanayicilere, mezunlarımıza, faaliyette görev alan öğrencilerimize ve alıştayı organize eden öğretim üyelerine çok teşekkür ederim.

Prof. Dr. Oral ERDOğAN
Pîrî Reis Üniversitesi Rektörü

DEĞERLENDİRME

“Sn. Rektörümüz, Sn. Misafirlerimiz; Değerli Öğrenciler, Sanayiciler, Öğretim Üyeleri: İleri Teknolojiler V. Çalıştayı’na hoş geldiniz. Hepinizi saygı ile selamlarım. Teşrifiniz nedeniyle teşekkür ederim. Sizlerin teşviki ile bilimsel bir faaliyet gerçekleştireceğiz. Başarılı olmasını dilerim.” temennileri içerisinde, 23 Ekim 2017 tarihinde yapılan açış konuşmasıyla İTÇ-2017 faaliyetine başlamıştık. Bildiri kitabının editörlük çalışmaları titizlikle yapıldığından dolayı bir hayli zaman aldı. Çalıştay’a ilişkin düşüncelerimi yeniden değerlendirerek, Çalıştay öncesinde, Çalıştay esnasında ve Çalıştay sonrasında emeği geçenlere teşekkür ve takdirlerimi iletmek, gelecekte yapılacak benzeri Çalıştaylara ışık tutmak amacıyla icra edilen faaliyetler hakkında özet bilgi arz etmek istiyorum:

Sayın Çalıştay Katılımcıları, Sevgili Öğrencilerimiz;

Çalıştayda değerli bilim insanları çok, ama vakit azdı! Değerli konuşmacıları dikkatle dinlemek gerekiyordu. Görevliler olarak değerli konuşmacılar dikkatle dinlenildi, not alındı ve bir hafta içinde Çalıştay Sonuç Raporu yayımlandı. Okunması faydalı bir çalışmadır. Herkese yol gösteriyor. Öneriler ve çalıştay sonuçları güzeldi. İTÇ-2017 WEB adresinde mevcuttur.

Bu Çalıştay için hep beraber bir hazırlık yapılmıştı. Sayın araştırmacı öğretim üyeleri ve sanayiciler yeni çalışmalarını anlatmak amacıyla teşrif ettiler. Emek katılımcıların! Sayın katılımcılar ve çalıştay konularımız çok değerliydi. Biz bu faaliyeti beşinci defa organize ediyorduk. Profesyonel bir organizasyon heyeti değildik! Bununla beraber, emek veren deneyimli arkadaşlarımız ve dikkatle çalışan öğrencilerimiz vardı. “Acaba misafir bilim insanları ve sanayicilerimiz ne anlatacaklar” diye öğrencilerimiz ve dinleyicilerimiz onları merakla beklediler. Bilim insanlarından gerekenleri aldılar...

Sn. Öğretim Üyelerimiz ve Sanayicilerimiz Hakkında Değerlendirmelerimiz:

Çalıştaya teşrif eden; 1978 yılında Boğaziçi Üniversitesinde Uygulamalı Matematik Dersi Hocamız Sn. Prof. Dr. Attila Aşkar’a, 1984-1990 yıllarında Doktora Öğrenimi Tez Danışmanım Sn. Prof. Dr. Bilgin Kaftanoğlu’na saygılarımı ve teşekkürlerimi arz ederim. Çalıştaya katılan değerli sanayicilerimiz ve davetli konuşmacılarımız Murat Kurtlar’a ve Önder Yol’a teşekkür ederim. Bu Çalıştaya davetli konuşmacı olarak Tiflis Devlet Üniversitesi’nden

katılan Prof. Dr. Tamaz Vaşakmadze'ye ayrıca takdir ve şükranlarımı arz ederim. Çalıştayı Davetli Öğretim Üyeleri ve Bilimsel Oturum Başkanlarının hepsine teşekkür ederim. Bu kapsamda; Prof. Dr. Nurhan Kâhyaoğlu'na, Prof. Dr. Taner Berksoy'a, Prof. Dr. Hasret Çomak'a, Prof. Dr. Kenan Taş'a, Prof. Dr. Beycan İbrahimoğlu'na, Prof. Dr. Saleh Sultansoy'a, Prof. Dr. Ünver Kaynak'a, Prof. Dr. Erdoğan Küçüköner'e, Prof. Dr. Fevzi Bedir'e, Prof. Dr. Ayşe Nilgün Akın'a, Prof. Dr. Necdet Aslan'a, Prof. Dr. Ali Ata'ya, Prof. Dr. Mehmet Erdal Balaban'a, Prof. Dr. Necdet Eraslan'a, Prof. Dr. Metin Gürü'ye, Prof. Dr. Hacı Mehmet Şahin'e, Prof. Dr. Ahmet Taşdemir'e, Doç. Dr. Çetin Ertek'e, Dr. Mehmet Hulusi Turgut'a, Dr. Ergün Demirel'e, Öğretim Görevlisi Tolunay Kayaarası'na teşekkürleri ve bilimsel katkıları nedeniyle ayrıca teşekkür ederim.

Bu çalışmanın organizasyonunda görev alan değerli öğrencilerimizin emeklerini her fırsatta dile getirmekten ve isimlerini kitapta kaydetmekten mutluyum. Bildiri kitabının editörlük çalışmalarında görev alan öğrencilerimize ve öğretim üyesi Prof. Dr. M. Tahir Özden'e, Çalıştay Başkanlığı I. Yardımcısı Öğretim görevlisi N. Murat Koray'a, Çalıştay Başkanlığı II. Yardımcısı Uzman Yusuf Fuat Gülver'e bilhassa teşekkür ederim.

Hataları az, faydası çok olan nice çalıştaylar olmasını temenni ederim. Hatalarımız olabilir, affınızı dilerim. Ama sizin için buradayız. İyi niyetle çalışana biliniz ki herkes yardımcı oluyor. Bilim adına faydalı çalışmalar yapılmış olmasını dilerim. Faaliyete emek veren öğrencilerimize, akademik kadroya, teknik ve idari birimlere ve yetkililere çok teşekkür ederim. Bu Çalıştaya bilimsel, idari ve mali destek veren değerli katılımcılara, kurumlara, Türkiye Temel Bilimler Araştırma Vakfı Başkanlığına, Çalıştaya personel görevlendiren rektörlüklerimize, faaliyete kurumsal olarak her desteği sağlayan Pîrî Reis Üniversitesi Rektörlüğüne şahsım ve görevli arkadaşlarım adına şükranlarımızı ve saygılarımızı arz ederim.

Prof. Dr. Mustafa Oktay ALNIAK

Pîrî Reis Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölüm Bşk.

İTÇ-2017 Başkanı

01 Ağustos 2018

ÖNSÖZ

İTÇ-2017 ve TEKNOLOJİ HAKKINDA BİLGİ NOTU

2010 yılından itibaren organize edilen İleri Teknolojiler Çalıştayı (İTÇ) faaliyetleriyle genç bilim insanları deneyimli bilim insanlarıyla tanıştırmakta ve bilim yolunda yapılan çalışmalar teşvik edilmektedir. Bu faaliyetlerin tek ve net amacı budur. Bu çalışmalara destek veren kurumlar ve kişiler takdir ve şükranla anılmaktadır. Bu çalışmalar faydalı sonuçlar veriyor mu? Evet! Teorik, teknolojik ve ticari iyi örnekler vardır. Faaliyetin devamı faydalıdır. 2017 yılında İTÇ beşinci defa gerçekleştiriliyor. Bilim panellerinin çok değerli konukları vardır. Şimdiye kadar hep seçkin bilim insanları yer aldı. Hepsine teşekkür ederim.

2013-2014 yılında Türk-Alman Bilim Yılı etkinlikleri planlanmıştı. O kapsamda “Max Planck Science Tunnel”ın (Bilim Sergisi) Türkiye’ye getirilmesi gerçekleşti. Amerika’ya, Çin’e, Brezilya’ya, Rusya’ya, Japonya’ya defalarca seyahat eden sergi Türkiye’ye o tarihe kadar hiç getirilmemişti!

Max Plank Enstitüsü’nün organizasyon olarak temel kuruluşu Almanya’da 1911 yılına dayanıyor. Dünyada iş gören güçlü bir araştırma kuruluşudur. Almanya’da 78 adet Max Planck Enstitüsü kuruluşu mevcut. Bu kuruluşun ABD’de 5 adet, İtalya’da, Hollanda’da ayrıca araştırma enstitüleri var. Bünyesinde 5.500 araştırmacı çalışıyor. Serginin Türkiye’yi ziyareti esnasında Almanya’da Max Planck Enstitüsü’nde 19 Nobel ödüllü bilim insanı olduğunu öğrendik. Her başarı bir çalışmanın karşılığında oluyor. Alman teknolojisi, bilim insanları ve sanayicileri ile bu seviyeye gelmiştir. Kalite ve sağlam ekonomi denince Almanya akla geliyor.

İleri teknolojiler ve yönetişimi önemlidir. Bu gibi kurumların bugün karar verilip, yarın kurulması mümkün değildir. Kurumun içini bilim ve bilim insanlarıyla doldurmak 100 yıl istiyor! İleri Teknolojiler Çalıştayı’nın katılımcıları arasında çok deneyimli bilim insanları vardır. Kendi konusunda en iyiler burada! Ayrıca, bu faaliyete katılan genç bilim insanları istikbale umutla bakmamızı sağlıyorlar. Faaliyetten beklentilerimiz uzun vadelidir. TÜBİTAK ve Üniversitelerin bu çalışmalara desteği gereklidir. Genelde bu çalıştaya ortalama 30 üniversiteden katılım sağlanır. Bir günde 50 bilim insanını dinlemek ve bilgilerini müzakere ve not etmek mümkün olabiliyor. İTÇ-2019 faaliyetinin uluslararası seviyede ve iki gün olması ve beraberinde teknoloji sergisi açılması daha faydalı olacaktır.

1955-1957 yıllarında, Kore Harbi sonrasında Türkiye’ye bavullar dolusu Japon çakmağı geliyordu. Bu çakmakların özelliği görünümünün çok güzel olması, fakat 5-10 çakıştan sonra bozulmasıydı. Hani, çakmak da çakmaz ise atmak gerekir! O yıllarda ülkemizde sigara içmek çok modaydı. Bir başka çakmak cinsi daha vardı. Onun adı da “çavuş çakmağı” idi. Bunlar ise basit görümlü, ergonomik, kolay çalışma mekanizmasına sahipti. Fitiline benzin konulur, çakmak taşı çakılır ve asla bozulmazdı! Bu basit anlatımdan güven ve kalite dersi çıkarılabilir... Hayatımızın önemli bir parçası kalite, diğer önemli parçası da sağlıktır. Kalite ve sağlık güvenli ortamlarda gelişir. Konfor ve güven terazisi toplumun varlığı ve geleceği için vazgeçilmezdir. Fizikî güvenlik aynı zamanda ülkelerin geleceğini garantiye almak için gereklidir. Bu da ileri teknoloji ve sağlam ekonomi ister. Barışın garantisi caydırıcı güce ve teknolojilere sahip olmaktır. Bunun için çok çalışmak ve doğru eğitim yöntemleri esastır. Modern eğitim uygarlık için vazgeçilmezdir. Kalkınan toplumların uzun zamandan beri çok çalıştığı vakıadır. Eskiden ilkokulda “sağlam kafa sağlam vücutta bulunur” diye öğrenmiştik. Aşırı rekabet ile yaşam zorlaşıyor. Teknolojisini geliştiremeyen ülkeler geride kalıyorlar. Sonunda aç kalınıyor... Yaşamın, işin, ürünün kalitesi ve sürdürülebilirliği gayretlerinden Endüstri 4.0’a gelindi. Bakalım şimdi nereye gidiyoruz, nelerle karşılaşacağız? Bu Çalıştayı teması “Endüstri 4.0’dan sonrası” olarak gelişti. Dünyada nüfus patladı, iklim bozuldu, verim azaldı. Açlık artıyor! Depremler, sel felaketleri, hava kirliliği geleceği karartıyor. Hani ozon tabakası delinmişti! Hani Kyoto Protokolü vardı! Dünyanın gidişatına yön veren gelişmiş ülkelerin Dünyayı kirletmemesi lazım! Gelişmiş ülkelerin Dünyaya verdiği endüstriyel, çevresel ve askerî zararlar büyük tehlikeler yaratıyor. Öyle görülüyor ki hemen gidilecek başka bir “planet” yok. Dünyanın kıymetini bilelim. Saygılarımla.

Prof. Dr. Mustafa Oktay ALNIAK

İTÇ-2017 Başkanı

EDİTÖR NOTU

Çalıştay Bildiri Kitabı, teşekkür, önsöz ve düzenlemeye ilişkin bilgilerin yer aldığı giriş kısmı ile başlayıp, çalıştay programına uygun olarak, açış konuşmaları, davetli panelleri, paralel oturumlar ve kapanış paneli olarak bölüm bölüm düzenlenmiştir. Her bölümün kapaklarının ön veya arkasında kalan boşluklara ise genelde o bölümde yer alan bildirilerden bazı cümleler seçilerek konmuştur. Ayrıca, kitabın sonuna anahtar sözcükler ve yazar dizini eklenmiştir.

Çalıştay Bildiri Kitabında yer alan bütün bildirilerin şekilsel olarak Çalıştay sayfasında (itc.org.tr) "İleri Teknolojiler V. Çalıştayı için Bildiri Metni Yazım Kılavuzu"na uygun olarak düzenlenmesine dikkat edilmiştir. Yapılan düzeltmeler aşağıdaki üç temel başlıkta belirtildiği şekilde yapılmıştır:

1. Yabancı Sözcüklerin Yerine Türkçeleri

İstisnai durumlar dışında, bildiri metinlerinde kullanılmış bazı yabancı sözcüklerin ya kendisi yerine ya da yanında parantez içinde –Türk Dil Kurumu ilgili sözlüklerinde geçen kullanım bağlamındaki ilgili– Türkçe karşılıkları verilmiştir. Bu sözcükler abece sırasına göre şöyledir:

absorbe etmek → (1) soğurmak (Fizik, Kimya terimi), (2) emmek.	komponent → bileşen
deforme edilen → biçim değiştirtilen (Mekanik terimi)	konfigürasyon → konbiçim (konfigürasyon)
direkt → doğrudan	konsantrasyon → derişim (Kimya terimi)
efektif → etkili	konsept → kavram
emisyon → salım	konstrüksiyon → yapı
fermantasyon → mayalanma	kriter → ölçüt
fiber glass/optik → cam/optik elyaf	lokal → yerel
fonksiyon → işlev (matematik dışı kullanım için)	materyal → malzeme, madde.
form → şekil	medikal → tıbbi
fütürist → gelecekçi (fütürist)	natural gas → doğal gaz
gerilme konsantrasyonu → gerilme yığılması (Mekanik terimi)	objektif → nesnel
	oryantasyon → yönlendirme (oryantasyon)
	partikül → parçacık
	pozisyon → konum
	prosedür → işlem
	radasyon → ışıma, ışınım.
	stabil → kararlı

global → küresel inovatif → yenilikçi jenerasyon → üretim karbon fiber → karbon elyaf kompleks → karmaşık	sübjektif → öznel textural → dokusal transform → dönüşüm trend → eğilim (trend) tvist yapan → dönen
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. Türkçe Sözcüklerin Doğru Yazımı

Türkçe yazılan bazı sözcüklerin TDK Yazım Kılavuzuna uygun yazılmalarına dikkat edilmiştir. Örnekler: fedakar → fedakâr, hal → hâl, laboratuar → laboratuvar, vb.

3. Anlamsal Düzeltmeler

Sıfat olarak kullanılan "tüm" sözcüğü "bütün" sözcüğü ile değiştirilmiştir çünkü sıfat olarak kullanıldığında "tüm" sözcüğü "tam" anlamına gelmektedir (bu hususta mesela bk. N. Muallimoğlu'nun, "Türkçe Bilen Aranıyor" adlı kitabı).

Bağlaç olarak bir arada kullanılan "ve/veya" yerine sadece "veya" yazılmıştır çünkü "veya" bağlacı mantıkta "ve" bağlacının birleşik önermeyi doğru yaptığı durumu da kapsamaktadır [bu hususta mesela, İngiliz bir Matematik Profesörü yazdığı kitapta bu bağlaçları birlikte kullananların dil "vandalizmi" (katliamı) yaptığından bahsetmiştir].

İÇİNDEKİLER

PİRİ REİS ÜNİVERSİTESİ HAKKINDA ÖZET BİLGİ.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
DEĞERLENDİRME.....	vii
ÖNSÖZ.....	ix
İTÇ-2017 ve TEKNOLOJİ HAKKINDA BİLGİ NOTU	
EDİTÖR NOTU.....	xi
ÇALIŞTAY GÖREVLİLERİ	xiv
ÇALIŞTAY PROGRAMI.....	xvi
Açılış Konuşmaları.....	1
1. Davetli Paneli.....	11
Teknolojik Buluşlar ve Uygulamaları	
2. Davetli Paneli.....	35
Temel Bilimler, Ekonomi, Teknoloji Paneli	
3. Davetli Paneli.....	69
Nükleer, Plazma ve Hızlandırıcı Teknolojileri Paneli	
1. Paralel Oturum	117
Makine, Tasarım, Malzeme_(Katı Cisimler Mekaniği)	
2. Paralel Oturum	201
Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Teknolojileri	
3. Paralel Oturum	325
Denizcilik Teknolojileri, Ekonomi ve İleri Teknoloji Yönetişimi	
Kapanış Paneli.....	469
Çalıştay Hakkında_Sosyo-Tekno-Ekonomik Değerlendirmeler	
ANAHTAR SÖZCÜK DİZİNİ.....	496
YAZAR DİZİNİ	500

ÇALIŞTAY GÖREVLİLERİ

Çalıştay Başkanı: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK
Bilim Kurulu Başkanı: Prof. Dr. M. Tahir ÖZDEN
Çalıştay Başkanı 1. Yardımcısı: Öğr. Gör. N. Murat KORAY
Çalıştay Başkanı 2. Yardımcısı: Uzm. Yusuf Fuat GÜLVER
Koordinatör: Arş. Gör. Batuhan ATASOY
Koordinatör: Arş. Gör. Oğuz SUSAM
Koordinatör: Arş. Gör. Tufan AZRAK
Çalıştay Sekreteryası: İlayda SİRKECİOĞLU

ORGANİZASYON EKİPLERİ

İDARİ EKİP

Dış İlişkiler ve Organizasyon Md. Esmâ ALAÇAM
Dış İlişkiler ve Organizasyon Md. Yrd. Ergin BALABEYOĞLU
Bilgi İşlem Merkezi Md. V. Yrd. Doç. Dr. O. Özgür AYBAR
İdari İşler Md. Mehmet AYGÜNER
Ayniyat Saymanı Rıfat KARA

GÖNÜLLÜ ÖĞRENCİ EKİPLERİ

Ekip-1: (Editör Yardımcılığı¹ veya Mihmandarlık²) Cemal Nadir
ADİYAMAN², Büşra Naz AKIN², Ezgi AKINCI^{1,2}, Onur ALKAYA²,
Candan ARSLAN², Ezgi Yağmur ÇAKMAK^{1,2}, Aslıhan EĞLENCE²,
Eda GÜNEY^{1,2}, Onur KANDUR^{1,2}, Yasemin KAYNAK^{1,2}, Umur
KILAVUZUOĞLU², **Bşk.** Ahmet Kaan KURTARICI^{1,2}, Büşra OSMA²,
Bşk. Yrd. Yasemin SELBES^{1,2}, Emir Can ŞANLI², Emre ŞENER^{1,2},
Ceren TUNCA², Alper TÜLÜ², Nurgül YILDIRIM^{1,2}, Tutkunaz
YÜCEKAN^{1,2}.

Ekip-2: (Editör Yardımcılığı¹ veya Mihmandarlık²) Emre AKTAŞ², Beyza
AKYOL², Başak BAKIŞKAN², Ayberk BAYKAL², Mücahit
DEMİRCİOĞLU², Kaan KARAHAN^{1,2}, **Bşk. Yrd.** Ayşe
KARAKAYA², Gözde Nur KÜÇÜKSU², Neslihan İYİKÇİ², Zafer

ÖZKILIÇ², Üzeyir ÖZTÜRK², Aşkın Mert TAVLI², Erim TEMİZEL², Alihan TOMBAYOĞLU², **Bşk.** Sinan UYAR^{1,2}, Batuhan ÜNVER², Gürkan YILMAZ², **Öğrenci Ekipleri Genel Bşk.** Ulaş YILMAZ^{1,2}.

Ekip-3: (Fotoğraf-Vidyo Çekimi³ veya Kısa Film Yapımı⁴) Bşk. Eda GÜNEY³, **Bşk. Yrd.** Sena Nur BOZKURT³, Barış Kerim CESUR³, Alpay VATANSEVER^{1,4}, Kerim Can KEMENT³.

Ekip-4: (Düzenlemeye İlişkin Genel İşler) Sevcan ACI, **Bşk.** A. Cihat AĞCABAŞOĞLU, Eda AKÇEŞME, Melissa AKKAN, Melisa AKKUŞ, Şevval BOSNA, Burak CEBESoy, Mustafa Medet DAŞKIN, Mert DEMEZ, Onuralp KANDEMİR, Ayşe KARAKAYA, Mert KONAK, Yaren Bircan NARSAP, Mehmet MUSLU, Elif OYARKILIÇGİL, Ahmet Mertcan ÖLBE, Çağatay ŞAHİN, Alihan TOMBAYOĞLU, Recep Mert ULADAÇ, Onur YILDIZ.

ÇALIŞTAY PROGRAMI**23 Ekim 2017, Pazartesi**

08.30-09.30	Kayıt (Pîrî Reis Üniversitesi Konferans Salonu Fuayesi)
09.30-10.00	Açılış Töreni
10.00-11.00	1. Davetli Paneli - Teknolojik Buluşlar ve Uygulamaları (Konferans Salonu)
11.00-11.15	Ara
11.15-12.45	2. Davetli Paneli - Temel Bilimler, Ekonomi, Teknoloji Paneli (Konferans Salonu)
12.45-13.30	Öğle Yemeği
13.30-15.00	3. Davetli Paneli – Nükleer, Plazma ve Hızlandırıcı Teknolojileri
15.00-15.15	Ara
15.15-17.30	Paralel Oturumlar (PRÜ Kongre Ünitesindeki 3 Farklı Salonda) I. Salon (Seminer - 1 Salonu) Makine, Tasarım, Malzeme (Katı Cisimler Mekaniği) II. Salon (Seminer-2 Salonu) Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Teknolojileri III. Salon (Konferans Salonu) Denizcilik Teknolojileri, Ekonomi ve İleri Teknoloji Yönetişimi
17.30-18.30	Kapanış Paneli Çalıştay Hakkında Sosyo-Tekno-Ekonomik Değerlendirmeler
20.00	Sosyal Faaliyet

Açılış Konuşmaları

Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK (alıştay Başkanı)
Dr. şadi YAZICI (Tuzla Belediye Başkanı)
Prof. Dr. Oral ERDOĞAN (Piri Reis Üniversitesi Rektörü)

“Feraset olayları doğru algılamaktır. Yaşamın amacı mutlu olmak için çalışmaktır. Bilim takip edildiğinde, bu amaçla çalışıldığında başarı sağlanır, kalkınma olur ve kimseye muhtaç olunmaz! Sosyal yaşamda insan onuruna yakışan konforu sağlamak, güvenli yaşamak ve özgür olmak bireyin temel hedefidir. 'Özgüven, ilim, barış, birlik' kavramları Türkiye Cumhuriyeti vatandaşlarının ve Türkiye Cumhuriyeti'nin temel kuruluş felsefesidir.”

M. Oktay ALNIAK

Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

Çalıştay Başkanı

Sn. Misafirlerimiz; Öğrencilerimiz, Bilim İnsanları ve Sanayiciler;

Sn. Protokol; Başkanlar, Komutanlar, Genel Müdürler, Mütevelli Heyeti Üyeleri;

Sn. Türkiye Temel Bilimler Araştırma Vakfı ve Tuzla Belediye Başkanı;

Sayın Rektörlerimiz;

İleri Teknolojiler V. Çalıştay'na hoş geldiniz. Hepinizi saygı ile selamlarım. Gazetelerde siyaset, güncel olaylar, magazin, ekonomi, spor haberleri önemli yer tutar. Sosyal ve teknik bilimlerde yeni teoriler, keşifler pek kolay olmuyor ve insanların pek ilgisini de çekmiyor. Toplumumuzda ve medyada okurların bilime olan ilgisi takdirinize maruzdur. Uygarlık insanlara daha kolay ve daha güzel yaşama imkânları sağlar. Bilim uygarlık için yapıldığında sonuçları insanoğlunun yaşamını kolaylaştırır. Sosyal bilimler toplumun daha iyi idaresini sağladığı sürece ferdin mutluluğunun arttığı görülür. Mutluluğun başka bir sebebi de teknik kolaylıklar ve iyi ekonomi olabilir. Ekonomik sıkıntılar insanı mutsuz eder. Daha iyi bir ekonomi ise bilime, teknolojiye, üretime, pazarlamaya dayanır. Bunlar iyi olursa gelişen ekonomi insanların mutluluğunu teşvik eder. 1952 yılında bizim kasabada elektrik, buzdolabı, düdüklü tencere, bulaşık makinesi, çamaşır makinesi, televizyon, otomobil yoktu! Bunlar olmadan nasıl yaşamışız? Şimdi bunların hepsi her evde var... Gelişim trendine bağlı mutluluklarımız da vardır. Ama insanlar gençliklerini ve eski mutluluklarını özlerler.

Arılar, karıncalar yiyeceklerini, yollarını, kendileri buluyorlar. Akşam olunca herkes yuvasına dönüyor. İnsanlar kendi yollarını kendileri çiziyorlar. Hepimiz eğitim alıyoruz, aklımızı kullanıyoruz, yanlışlardan uzak duruyoruz, vaktin kıymetini biliyoruz. Bir işi üstlendiğimiz zaman “vakit var mı?” diye bakıyoruz. Vakit varsa mesele yok! Vakit yoksa panik başlıyor... Bugün değerli bilim insanları çok, ama vakit az! Değerli konuşmacıları dikkatle dinlemek lazım. Hepimiz hayat boyunca öğreniyoruz. İlim, bilim, davranış, deneyim zamanla kazanılıyor. Her şey birden bire olmuyor. Yanlış yollarda gezinip vakit kaybetmemek lazım! Cumhuriyet dönemiyle beraber yokluktan bugünlere gelindi. Daha uygar bir seviyeye erişmek daha iyi bir eğitimle ve çok çalışmakla

mümkün olur. İyi eğitim sosyal ve temel bilimlere dayalı olur. Laboratuvarları araştırmacılarla dolu, okullardan çağdaş bilgiyle mezun olmuş, bildiklerini teknoloji geliştirmekte kullanabilen, akıllı ve sabırlı çalışma gösteren gençler vasıtasıyla memleketin kalkınması mümkün olabilir. Bilim çok önemlidir.

Bu çalıştay için hep beraber bir hazırlık yaptık. Sayın araştırmacı öğretim üyeleri ve sanayiciler yeni çalışmalarınızı anlatmak amacıyla teşekkür ettiniz. Emek sizin! Sayın katılımcılar çok değerlisiniz. Biz bu faaliyeti beşinci defa organize ediyoruz. Profesyonel bir organizasyon heyeti değiliz! Bununla beraber, emek veren deneyimli arkadaşlarımız ve dikkatle çalışan öğrencilerimiz var. Herkesin emeğine sevgi ve saygılarımı sunarım. “Acaba misafir bilim insanları ve sanayicilerimiz ne anlatacaklar” diye öğrencilerimiz ve dinleyicilerimiz sizi merakla bekliyorlar.

Teknik konularda bir şey bulalım, bu da bizim buluşumuz diyelim! Bu konuda sanayideki ustalarımız çalışma yapmaya meraklıdır. “Sayın hocam şunu buldum, bunu buldum” diye bize akıl sorarlar. Aslında, bu tip buluşlar akademik dünyadan da bekleniyor...

Sn. Prof. Dr. Aziz Sancar Bey hocamızı Nobel Bilim Ödülü nedeniyle sevgi ve saygı ile hatırlıyoruz ve kutluyoruz. Büyük başarı olduğunun takdirindeyiz. Selam ve saygılarımızı sunuyoruz. Bu güzel örneği çoğaltmak lazımdır. İçimizde de Nobel Bilim Ödülüne aday gösterilmiş değerli bilim insanları vardır. Bugün burada önemli kişilerle tanışacağız. Davetli konuşmacılar 13 konferans özeti sunacaklar. Paralel oturumlarda 36 bildiri tartışılacak. İstanbul’dan, Ankara’dan, Edirne’den, Isparta’dan gelen misafirlerimiz var.

“Hayatta en hakiki mürşit ilimdir” sözüyle **Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK**’ün göstermiş olduğu uygarlık hedeflerine erişmek hepimizin temel görevidir. Bilim ve teknoloji uygarlık ve insanlık içindir. Bir işe emek veriliyorsa, emek asla zayi olmaz. Sorunları çözerken bazen yanlışlıklar yapılabilir, yanlıştan dönmek fazilettir. Uygarlığı yakalamak amacıyla çalışmak ve bu uğurda fedakârlık yapmak herkesin görevidir. Memleketimizde bu fedakârlığı anne ve babalar çok iyi yaparlar. Herkes anne ve babasının elini öpsün. Onların emeğine saygı gösterebilirsin. İşleriniz daha güzel olur. Buradan şuraya gelebiliriz;

Senelerdir üniversiteye girmek için önemli bir rekabet ve mücadele vardır. Biraz güncel bilgi arz edeyim. “2017 yılında 2.265.844 kişi üniversiteye girmek istiyor. 994.766 kişi tercih yapıyor. ÖSYS ile yerleşen aday sayısı 696.241, kayıt

yaptıran aday sayısı 636.928” (Esra Ülkar, 26.09.2017 Salı, Hürriyet Eğitim s.7). Burada herkes eğitimci. Sizlerin yorumları değerlidir. Adaylar ülkenin geleceği... Bugün burada 1977 yılında Boğaziçi Üniversitesi’nde Uygulamalı Matematik Dersi Hocamız olan Sn. Prof. Dr. Attila Aşkar var. Ayrıca 1984 yılından itibaren çok şeyler öğrendiğim Doktora Öğrenimi Danışmanım Sn. Prof. Dr. Bilgin Kaftanoğlu var. Bir de 1995 yılından benim doktora öğrencim olan Prof. Dr. Fevzi Bedir var. Hizmet fedakârlık ve devamlılık istiyor.

Feraset olayları doğru algılamaktır. Yaşamın amacı mutlu olmak için çalışmaktır. Bilim takip edildiğinde, bu amaçla çalışıldığında başarı sağlanır, kalkınma olur ve kimseye muhtaç olunmaz! Sosyal yaşamda insan onuruna yakışan konforu sağlamak, güvenli yaşamak ve özgür olmak bireyin temel hedefidir. “Özgüven, ilim, barış, birlik” kavramları Türkiye Cumhuriyeti vatandaşlarının ve Türkiye Cumhuriyeti’nin temel kuruluş felsefesidir.

“Mazeretleri ve keşkeleri” az olan bir çalıştay olmasını temenni ederim. Hatalarımız olabilir, affınızı dilerim. Ama sizin için buradayız. İyi niyetle çalışana biliniz ki herkes yardımcı oluyor. Bilim adına faydalı çalışmalar yapılmasını dilerim. Faaliyete emek veren öğrencilerimize, akademik kadroya, teknik ve idari birimlere ve yetkililere çok teşekkür ederim. Bu çalıştaya bilimsel, idari ve mali destek veren değerli katılımcılara, kurumlara, Türkiye Temel Bilimler Araştırma Vakfı Başkanlığı’na, Rektörlüklerimize, Piri Reis Üniversitesi Rektörlüğüne şahsım ve görevli arkadaşlarım adına şükranlarımızı ve saygılarımızı arz ederim.

Dr. Şadi YAZICI

Tuzla Belediye Başkanı

Bilim ve teknolojinin ciddi mesafe kat ettiği, sanayinin ve iş hayatının bu gerçeğin etkisiyle yeniden şekillendiği, beyin gücünün ve zekânın, insan gücünü belirlemede büyük önem arz ettiği günümüzde, belki de en önemli faktörlerden biri de temel bilimlerdir.

Dünya bugün, Sanayi 4.0'a, yani sanayide dördüncü döneme hazırlanıyor. İlk sanayi devriminden sonra, hızla gelişerek devam eden ve her dönemde çeşitli kollara ayrılarak hayat bulan sanayileşme anlayışı, Sanayi 4.0 ile birlikte bilim ve teknolojinin de entegrasyonu ile çok farklı bir kulvara taşındı. Akıllı sistemler, otomasyon sistemleri ve daha birçok teknolojik yenilik, gündelik yaşamın bir parçası haline geldi. Bilgisayar ve bilgisayar bilimlerinin yanında matematik, fizik, kimya, biyoloji, tıp ve astronomi ile mühendislik gibi branşların önemi, temel bilimlerin sanayi dünyasındaki ağırlığının anlaşılmasıyla bir adım öne çıktı. Bu durum, temel bilimler alanında eğitim veren okullara olan ihtiyacı da beraberinde getirdi.

Geçmişe bakıldığında, bu alanda bütün dünya hızlı bir yarış içerisindeyken, ülkemizin çok gerilerde olduğunu görülecektir. Hatta ne yazık ki, ülkemiz böyle bir yarışa çoğu zaman hiç katılamamıştır bile! Ama bugün büyüyen, gelişen ve birçok zeminde gelişmiş ülkelerle yarışır hâle gelmiş olan bir Türkiye var! Artık biz de gerek üniversitelerimizle, gerekse eğitim öğretim kurumlarımızla bu yarışın içerisindeyiz. Ancak Avrupa ülkeleriyle aramızda hâlâ ciddi bir mesafe söz konusu. Bu mesafeyi kapatmak için de süratle yenilenmeli ve çağa ayak uydurmuş eğitim öğretim kurumlarıyla temel bilimlere gerekli özeni göstermeliyiz.

İşte biz de ülkemizdeki temel bilimler alanındaki boşluğu doldurmak amacıyla Tuzla'da Türkiye Temel Bilimler Araştırma Vakfı'nı kurmuş bulunuyoruz. Nihai hedefimiz, bilim ve teknolojiyle temel bilimleri bir araya getirip, ülkemizi OECD ülkelerinin seviyesine çıkarmak. Bunun için YÖK'ün de projelerine uygun olarak kamu, sanayi ve üniversiteleri bir çatı altında; Türkiye Temel Bilimler Araştırma Vakfı çatısı altında bir araya getiriyor ve çalışmalara süratle başlıyoruz.

Bugün Tuzla'da 8 üniversite bulunuyor. Ayrıca İstanbul'daki 8 organize sanayi bölgesinin 5 tanesi de Tuzla'da... Bu da Tuzla'nın hem bir eğitim kenti hem de bir sanayi merkezi olduğu anlamına geliyor. Türkiye Temel Bilimler Araştırma Vakfı olarak bu iki büyük gücü, ortak bir zeminde buluşturup, ülkemizin gelişmişlik seviyesini üst noktalara taşımayı hedefliyoruz. Ben de bu vakfın kurucu başkanı olmakla birlikte, ayrıca Tuzla Belediye Başkanı sıfatımla gelecek nesillerin en iyi şekilde eğitim görmeleri ve ülkemizin gelişimine katkı sunmaları arzusunda'yım. Bunun için eğitim dünyasının en önemli hocalarının bilgi ve birikimlerinden yararlanıyoruz.

Dünya, çok hızlı bir dönüşüm yaşıyor. Teknoloji, bilim ve inovasyon gibi kavramlar; zaman ve mekân gibi evrensel kavramların dahi yeniden tanımlanmasını gerekli kılıyor. Küçülen dünyamızda büyük, daha büyük işler yapmak için harekete geçenlerin güçlü ve kalıcı olacağı da ayrı bir gerçek. Bu güç ve kalıcılık da temel bilimlerin en etkin şekilde icra edilmesine bağlı. Bu sebeple de temel bilimleri güçlendirmek, harekete geçirmek ve nitelikli beyin ve iş gücünü ortaya koymak için bütün gücümüzle çalışmamız gerekiyor.

Ülkemizde bu anlamda, özel olarak kurulmuş tek üniversite olan Türkiye Temel Bilimler Üniversitesi'nin ifade ettiğim misyon ve bu vizyonla çalışmalarına başladığını gururla ifade ediyor, desteğini esirgemeyen bütün eğitimci ve sanayici dostlarımıza şükranlarımı sunuyor, esenlikler diliyorum.

Prof. Dr. Oral ERDOĞAN

Pîrî Reis Üniversitesi Rektörü

Sayın Misafirler; İleri Teknolojiler V. Çalıştayı'na hoş geldiniz.

İTÇ-2017 olarak kısaca isimlendirilen bu çalıştayı üniversitemizde yapılmasından mutluluk duyuyoruz. Bu çalıştayı meydana getiren, faaliyeti onurlandıran değerli katılımcılara teşekkür ederim. Bilim insanları, sanayiciler, dinleyiciler ve öğrenciler teknolojik gelişmeye meraklılar! Bu merak oldukça ileri teknolojiler daha iyi takip edilir. Bölgeden ve uzaklardan gelen bütün misafirlerimize teşekkür ederim.

İstiklal Harbi'nden sonra Cumhuriyet döneminde devamlı bir gelişmenin içerisindeyiz. Arzu edilen hedeflere ulaşmak için çok çalışmak gerekiyor. Önceleri devlet eliyle başlatılan teknolojik ve ekonomik teşebbüsler, zamanla özel sektörün katılımıyla gelişti. Bilim ve teknoloji ülkenin gelişmesinde önemli rol oynadı. Her şey iyi eğitim ile mümkündür. Bilimsel altyapı ne kadar kuvvetliyse karada, havada, denizde uygulanan teknolojiler de o kadar çeşitli, etkin ve insanlığın hizmetinde olur. Teknolojik buluşlar insanlığın hizmetinde olursa yaşam kolaylaşır ve insanlar daha çok layık oldukları bir yaşam seviyesine ulaşırlar.

Bugün bu toplulukta çok önemli bilim insanlarını bir arada görmekten memnunum. Bir gün sürecek olan çalıştayı sonuçlarını merakla bekliyorum. Gelecek yıllarda daha etkin, uzun süreli çalıştaylar yapmayı ve bu faydalı faaliyetler ile teknolojik gelişim sağlamayı dilerim.

Yeni teknoloji üretmek kolay değildir. Ortak akıl ile teorik bilgilerin uygulamaya dökülmesini, önemli yeniliklere, yeni ürünlere kavuşulmasını dilerim. Her şey çalışma ile mümkün olabilir. Pîrî Reis Üniversitesi olarak; daha ziyade deniz teknolojileri alanında sahip olduğumuz, eğitim simülörleri, eğitim gemisi, üniversite kampüsündeki laboratuvarlar müşterek araştırma ve geliştirme hizmetleri için değerli bilim insanlarımızın hizmetindedir. Denizcilik alanında eğitim yapan dünyada 1000 civarında eğitim kurumu vardır. Pîrî Reis Üniversitesi'nin denizcilik alanında eğitim yapan kuruluşlar içerisinde ilk sıralarda yer almış olması, hem Pîrî Reis Üniversitesi hem de Türkiye için gurur kaynağıdır.

İçinde bulunduğumuz bölge itibariyle gerilimlerden, savaşlardan kurtulmak lazımdır. Memleketimizde ve bölgemizde ne kadar çok ilim ve bilim üretilirse, uygarlaşmaya ve barışa o kadar çok katkıda bulunuruz. Bir toplumda temel hürriyetler, insan hakları, barış varsa bilim ve uygarlık güzel gelişir. Orta Doğu Bölgesi'nde Türkiye'nin, Marmara Bölgesi'nin ve İstanbul'un eğitim, kültür ve teknolojik gelişmelerde önemi vardır. Orta Doğu Bölgesi'nde eğitim çağındaki genç neslin en iyi eğitim alabilecekleri ülke Türkiye'dir.

Denizcilik alanında Pîrî Reis Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Deniz Harp Okulu birer ihtisas üniversitesi olarak Tuzla'da ülkemizin değerli kuruluşlarıdır. Mühendislik, ekonomi, hukuk, lojistik, ticaret gibi bilim dalları, gemi platformuyla ve denizcilik yönetimi ve ticaretiyle yakın ilişkili konulardır. Gemi inşa, gemi zabıtlığı, denizcilik lojistiği, deniz ticareti, deniz hukuku gibi eğitim birimleri bir araya geldiğinde daha kuvvetli ticaret filoları ortaya çıkar. Yeni buluşlar ile ekonomi kuvvetlenir ve istihdam sağlanır. Eğitim dünyasının kuvvetlenmesi, sanayinin gelişmesini ve geleceğimizin güvenliğini sağlar. Bütün üniversitelerimizle beraber, Pîrî Reis Üniversitesinin eğitim kalitesinin yükselmesi önemlidir. Dünyada her şey rekabete dayalıdır.

Çalıştayda faydalı görüşmeler temenni ederim. Bu kadar değerli insanı bir arada görmekten ve bu kadar emeğin bilim için verilmiş olmasından dolayı mutluyum. Hepinize teşekkür ederim. Saygılarımla.

1. Davetli Paneli

Teknolojik Buluşlar ve Uygulamaları

Bşk. Prof. Dr. Nurhan KÂHYAOĞLU (Pîri Reis Üniv.)

"Dünya artık elektrikli arabalardan, insansız araçlardan (kara, deniz ve hava araçları), dijital sistemlerden, dijital tersanelerden, insan-makine etkileşimli sistemlerden (Endüstri 4.0) söz eder olmaya, bunları geliştirmeye ve hatta bunları kullanmaya başladı."

Nurhan KÂHYAOĞLU



Nurhan KÂHYAOĞLU

Prof. Dr.

Kısa Özgeçmiş

1979 yılında Deniz Harp Okulundan, 1983 yılında da İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesinden mezun olmuştur. Deniz Harp Okulundan teğmen rütbesiyle mezuniyetini takiben Deniz Kuvvetleri Komutanlığı başlısı birçok gemide muhtelif Makine Branş Subaylığı görevleri yanı sıra Başçarkçılık görevlerini de icra etmiştir. 1985 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden “Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Yüksek Mühendis” diplomasını, 1992 yılında “Gemi İnşa Ana Bilim Dalında Doktor” unvanını, 1996 yılında da “Hidromekanik Ana Bilim Dalında Doçentlik” unvan ve yetkisini alan Kâhyaoğlu, 1986-1997 yılları arasında Deniz Harp Okulunda Gemi İnşa öğretim üyeliği ve Gemi İnşa Grup Başkanlığı görevlerinde bulunmuş ve bu süreçte bir süre İTÜ Denizcilik Fakültesinde misafir öğretim üyeliği yapmıştır. 1997-2005 yılları arasında sırasıyla; Taşkızak Tersanesi ve İstanbul Tersanesi Komutanlığı Dizayn Baş Mühendisliği, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Fırkateyn Şube Müdürlüğü, Gemi İnşa Daire Başkanlığı, Milli Savunma Bakanlığı Döner Sermaye Genel Sekreterliği, İstanbul Tersanesi Komutanlığı Plan, Keşif ve Dizayn Müdürlüğü görevlerini takiben, 2006 yılında “Tuğamiral” rütbesine terfi etmiş ve dört yıl “Gölcük Tersanesi Komutanı” ve iki yıl da “İstanbul Tersanesi Komutanı” olarak görev yapmıştır.

30 Ağustos 2011 tarihinde Türk Silahlı Kuvvetlerinden emekli olan Kâhyaoğlu, 2012 yılında Piri Reis Üniversitesi (PRÜ) Mühendislik Fakültesi Profesör kadrosuna, 20 Şubat 2014 tarihinde de Mühendislik Fakültesi Dekanlığı görevine atanmıştır. Kâhyaoğlu PRÜ Senato ve Üniversite Yönetim Kurulu

üyesidir. Milli Gemi-MİLGEM projesi başta olmak üzere Deniz Kuvvetleri Komutanlığı için birçok savaş gemisi dizayn, inşa ve tedarik projelerinin hemen hemen bütün süreçlerinde bilfiil görev almış; gemi inşa ve tedarik projelerinde üst düzey proje yöneticiliği yapmış, çeşitli milli ve NATO araştırma ve teknoloji geliştirme faaliyetlerine; seminer ve konferanslara iştirak etmiştir. Uluslararası ve ulusal dergilerde, konferanslarda çeşitli yayın ve bildirileri bulunmaktadır. Hâlen, savaş gemisi dizaynı, dizayn optimizasyonu, gemi inşaatında operasyonel ve stratejik yönetim, tersane organizasyonu gibi konularda çalışmalarını sürdürmektedir. Prof. Dr. Nurhan KÂHYAOĞLU 2012-2014 yılları arasında HAVELSAN–Hava Elektronik Sanayi A.Ş.’de Yönetim Kurulu üyesi olarak da görev yapmıştır. Gemi İnşa ve Gemi Makineleri Mühendisleri Odası-GMO, The Society of Naval Architects and Marine Engineers-SNAME üyesi olan Kâhyaoğlu ICF Uluslararası Profesyonel Koçluk Eğitim Sertifikasına sahiptir.

NEDEN İLERİ TEKNOLOJİLER ÇALIŞTAYI (İTÇ)?

Nurhan KÂHYAOĞLU

*Müdür / Prof. Dr., Pîrî Reis Üniversitesi,
Teknopark İktisadi İşletmesi / Mühendislik Fakültesi,
Tuzla / İstanbul, nkahyaoglu@pirireis.edu.tr*

Mevcut teknolojileri bilmeden anlamadan ileri ya da gelişmiş teknolojinin ne olacağı hakkında konuşmak anlamsız olur. Bugün sabah öğrendiğimiz bir bilginin yarın sabah demode olacağını bilerek teknoloji geliştirmek, geleceğin bugünkü tanıkları olmak, ileri teknolojiyle uğraşmak demektir. Dolayısıyla bu bir vizyon işidir.

"Bizi gelecekte neler bekliyor?" sorusunun teknolojik açıdan cevabını bulabilmek için elimizde mevcut bilimsel veri ve bulguları bu vizyon doğrultusunda geliştirerek kullanmalıyız. Dünya artık elektrikli arabalardan, insansız araçlardan (otomasyon kara, deniz ve hava araçları), dijital (sayısal) sistemlerden, dijital tersanelerden, insan-makine etkileşimli sistemlerden (Endüstri 4.0) söz eder olmaya, bunları geliştirmeye ve hatta bunları kullanmaya başladı. Bunlara denizcilikten bazı örnekler verebiliriz. Kuzey İskandinav ülkeleri 350 yıldan fazla geçmişlerinden gelen tecrübeyle dünyanın ilk otonom deniz nakliyat şirketini kurdu ve dünyanın ilk tamamen elektrikli otonom yük gemisini 2018 yılı sonunda denize indirecek. İnsansız ve tam bir doğa dostu olacak bu geminin 2019'da uzaktan kontrol edilerek kullanılacağı, 2020'den itibaren ise tamamen otonom hâle getirileceği belirtiliyor. Bir başka örnek Kanalların Tesla'sı olarak adlandırılan tamamen elektrikli konteyner gemileri. Hollanda'da Antwerp, Amsterdam, ve Rotterdam limanlarını birbirine bağlayacağı ve 24 adet konteyner taşıyacağı belirtilen bu gemilerin sevk gücünün 6 m boyundaki bataryalar ile sağlanacağı ifade edilmektedir. Bu sıfır salım (emisyon) demektir. Ayrıca tamamen sessiz ve deniz dostu olacak bu gemilerin tam 23 bin TIR'ın yerini alacağı vurgulanmaktadır. Bunun ne anlama geldiği aşikârdır.

Diğer alanlardan da örneklerle bunları çoğaltabiliriz. Artık; "autonomous systems (özerk sistemler), cloud system (bulut sistem), data mining (veri madenciliği), data storytelling (analiz öyküleri), automation and control

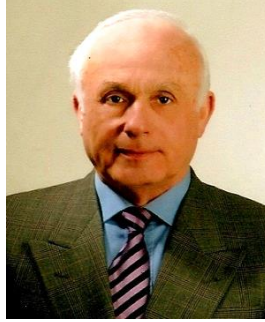
(otomasyon ve kontrol), artificial intelligence (AI) (yapay zekâ), virtual reality (VR) (sanal gerçeklik), augmented reality (AR) (artırılmış gerçeklik), internet of things (IoT) (nesnelerin interneti), digitalization (dijitalleşme)" vb. birçok kavramı sadece kullanmakla yetinmemeli, bu kavramlara özgün yeni şeyler katabilmek için onları çok iyi anlamalı ve yenilikçi yaklaşımlarla özgün yeni kavramlar geliştirerek özgün ileri teknolojik ürünler üretmeliyiz. Ancak bu şekilde insanlık tarihinin ikinci büyük evresi olan bu dijitalleşme döneminde – bana göre insanlığın ilk evresi sosyalleşme dönemidir ve tamamlanmıştır, şimdi ikinci evresi yani dijital evre yaşanmaktadır– dijital dünyada kendimize bir yer bulabiliriz.

Daha önce de belirttiğim gibi, sabahtan akşama kadar hızla gelişen teknolojiye "matbaayı yeniden bulmaya" gerek yok. Klavye dâhi artık bilgisayarlarda yok; dolayısıyla, ileri teknoloji sistemlere hızla Türkiye olarak bizim de katkı sağlamamız gerekiyor ki dışa bağımlılığımızı asimptotik de olsa sıfıra indirgeyelim. İşte bu nedenle Pîrî Reis Üniversitesinde gerçekleştirdiğimiz bu "İleri Teknolojiler Çalıştayı"nı önemsiyorum.

Pîrî Reis Üniversitesi, İleri Teknoloji Çalıştayı ile yine bir öncülük yapma çabası içerisindedir; aslında, birçok üniversite benzer başlıkla çeşitli etkinlikler düzenliyor ama biz hiç el atılmamış konuları ve bilhassa da denizcilik önde olacak şekilde gündeme getirmeyi amaçlıyoruz.

Bu maksatla Teknopark İstanbul'daki PRÜ Teknopark İktisadi İşletmenin Teknoloji Transfer Ofisinde çok önemli projeler geliştirme başlangıcındayız. Birkaç proje geliştirdik. Dolayısıyla panelistlerimizden ve katılımcılarımızdan hem bizi desteklemelerini hem de Üniversitemizin çok genç değerli ve pırıl pırıl yaratıcı ve yenilikçi (inovatif) düşüncelere sahip öğrencilerine Üniversite-Sanayi iş birliği kapsamında fırsat vermelerini bekliyoruz. Bu bağlamda çalıştayın amacına ulaşmasını ve başarılı geçmesini diler; başta İTÇ Başkanı Prof. Dr. Oktay Alniak olmak üzere emeği geçen herkese ve bütün katılımcılara teşekkür ederim.

Saygılarımla.



Tolunay KAYAARASI

Öğretim Görevlisi

Kısa Özgeçmiş

13 Şubat 1946 tarihinde Türkiye'nin Erzurum şehrinde doğdu. 1969 yılında Deniz Harp Okulundan Teğmen rütbesiyle Deniz Subayı olarak mezun oldu. Aynı yıl Türk Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Derince Eğitim Merkezinde Elektronik İleri İhtisas eğitimine başladı. Buradaki eğitimini 1970 yılında tamamlayarak T.C. Başaran Denizaltı Onarım ve Destek Gemisi Fabrikasına Elektronik Atölye Müdürü olarak atandı. 1971 yılında denizaltıcı olmak üzere Denizaltı Eğitim Merkezinde eğitimine başladı, 1972 yılında bu okuldan mezun olarak TCG Oruç Reis denizaltı gemisinde Elektrik Subayı olarak görev yaptı. 1974 yılında Makine İleri İhtisas eğitimini tamamladı ve TCG Cerbe denizaltı gemisine üsteğmen rütbesiyle II. Çarkçı olarak tayin oldu. Aynı yıl Kıbrıs Barış Harekâtına katıldı. 1976 yılında Baş Çarkçılık staj ve eğitimini takiben çeşitli denizaltı gemilerinde görev yaptı. 1980 yılında TCG Pîrî Reis Denizaltı gemisini Baş Çarkçı olarak A.B.D. New Landon Deniz altı üssünden teslim alarak yurda getirdi. 1982 yılında Türk Deniz altı Filosu Elektronik uzmanlığına, 1983 yılında II. Denizaltı Filotillası Baş Çarkçılığına ve 1984 yılında Denizaltı Eğitim Merkezinde Öğretmenliğe tayin oldu. 1985 yılında TCG Başaran Fabrika Müdürlüğü ve Baş Çarkçılığına atandı. 1986 yılında kendi isteği ile emekli oldu. Aynı yıl Fransız-Türk Etap Pullman zincirinde Teknik Müdür olarak Turizm sektörüne girdi ve çeşitli otel inşaat ve işletmelerinde görev yaptı. 1990 yılında Çırağan Sarayı renovasyonu ve Kempinski Firması Proje Müdürü olarak görev aldı. 2001 yılında kendisine ait ve faaliyetlerini sürdürmekte olan Danışmanlık, İnşaat ve Turizm şirketlerinin yönetimini yaptı. 2005 yılında Türk Denizcilik

Eğitim Vakfında (TÜDEV) öğretmenliğe başladı ve bugün hâlen T.C. Pîrî Reis Üniversitesinde Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

2007 yılında T.C. Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) tarafından Deniz Harp Okulu Diploma ve Notdökümüne istinaden Makine Mühendisliği ve T.C Ulaştırma Bakanlığı tarafından Uzak Yol Baş Mühendisliği onaylanmıştır.

Makine Dairesi Simülörlerinin geliştirilmesi ve eğitimleri üzerine yapılan ICERS12 ve ICERS13 konferanslarında kabul edilmiş bildirimlerini sunmuştur.

1992 yılında Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim İktisat Fakültesinde Lisans, 1995 yılında T.C. Yedi Tepe Üniversitesinde MBA alanında Yüksek lisans eğitimlerini tamamladı. Öğretim görevliliğinin yanında T.C. Pîrî Reis Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde “Quantifying the ignition delay of single wall carbon nanotube emulsified marine fuel oil influencing the combustion and diesel engine efficiencies” konusundaki tezini tamamlamak üzere Doktora eğitimine devam etmektedir.

Evli olup iki çocuğu ve dört torunu vardır.

İLERİ TEKNOLOJİ KAVRAMI HAKKINDA GÖRÜŞLER

Tolunay KAYAARASI

*Öğr. Gör., T. C. Pîrî Reis Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi,
Tuzla / İstanbul, tkayaarasi@pirireis.edu.tr*

Güvenilir dünya yaratma çabalarına önemli katkısı olacağını düşündüğüm çalıştayı heyecanı ile hoş geldiniz diyorum, saygılarımı sunuyorum.

İçinde bulunduğumuz yüzyılın baskın özelliği bir türlü tanımlanamadığı için vizyonu ve sloganı da belirlenemedi. Bununla birlikte gelişen olaylar gösteriyor ki acımasız rekabetçi teknoloji artık ödünsüz temiz enerji, temiz üretim ve temiz atık ilkelerini benimseyen ileri teknoloji devrimi içinde yerini almak zorunda.

Yüksek teknoloji sayesinde yaşam süremiz uzamış olsa bile, sağlığı ve doğayı tehdit eden bütün olumsuzluklardan kurtulmak insanlık için artık başarılması zorunlu bir görev oldu. Ancak, yenilenebilir temiz enerji kaynaklarını bularak mal ve hizmet üretim ve tüketiminin bütün aşamalarında düşünülen mükemmelliğe ulaşabilmek için ileri teknoloji kavram ve prensiplerini ödünsüz ve sürdürülebilir olarak uygulamak gerekecek.

Bu açıdan bakıldığında, gözlerden uzak bir yerde kirli enerji kaynağı ile temiz enerji üretip, göz önü bir yerde temiz üretim yapıyor gibi gösterilen rekabetçi, kandırıcı teknolojinin bundan böyle esaslı kavram ve prensiplere sahip ve önüne geçilemez ileri teknoloji devrimi içinde asla yer alamayacağı ufukta görünmeye başladı.

Bu nedenle yaratıcılık, bilgi, araştırma, beceri, iletişim ve zorlu çalışma gerektiren ileri teknoloji hakkında söz sahibi olabilmek için kesinlikle ulusal ve uluslararası siyasi irade, üniversite ve sanayii iş birliği gerekiyor.

Çalıştayıımızın sürdürülebilir ve bütün aşamaları temiz ileri teknoloji devrimi iş birliğinin oluşturulmasına yardımcı olması dileğiyle.

Saygılarımla.

**Ünver KAYNAK**

Prof. Dr.

Kısa Özgeçmiş

Profesör Ünver KAYNAK akademisyen, araştırma mühendisi ve yönetici olarak çeşitli üniversite ve kurumlarda çalıştı. Kariyerine doktora eğitimi sırasında NASA-Ames Araştırma Merkezinde araştırmacı olarak başladıktan sonra TAI'de İleri Tasarım Bölümü'nün kuruluşunda bulundu ve çeşitli özgün tasarım projelerinde tasarımcı olarak çalıştı. Transonik Navier-Stokes Projesi, Grup Başarı Ödülü (NASA, 1989) ve THK Bilim Ödülü (Ankara, 1990) aldı.

Profesör KAYNAK uçak sanayiindeki görevinden sonra İstanbul Teknik Üniversitesi, Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi (kısmi-zamanlı) ve TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitelerinde çalıştı. Kıbrıs Türk Hava Yolları'nda yönetim kurulu başkanlığı yaptı. Kurucu ortak olarak bulunduğu teknokent firması altında TÜBİTAK destekli insansız hava aracı projeleri yürüttü.

Profesör Ünver KAYNAK'ın uçak mühendisliği alanında çeşitli kitap bölümü, makale ve bildirileri mevcuttur. Şu anda Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde Pilotaj Bölüm Başkanı olarak hizmet vermektedir.

02 Mayıs 2018 tarihi itibarıyla TUSAŞ – Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.'de Yönetim Kurulu Üyesi görevini yürütmektedir.

(Kaynak: <https://www.tai.com.tr/uploads/unver-kaynak-cv-turkce.pdf>)

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ORTA VE YÜKSEK İRTİFA İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI

Ünver KAYNAK

*Prof. Dr., TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi,
Makine Mühendisliği Bölümü,
06560 Söğütözü / Ankara, unkaynak@gmail.com*

Özet

Uzun süreler havada kalarak orta ve yüksek irtifalardan gözlem amacıyla geliştirilen insansız hava araçlarının tasarım, üretim ve işletmesi bir dizi teknolojik problemi gündeme getirmektedir. Bunların arasında bir yanda yüksek irtifalara çıkmak için gereken yüksek verimli itki ve enerji teknolojileri, diğer yandan yüksek irtifalarda uzun süre kalabilmek için gereken çok narin kanatlı ve kompozit malzeme hafif uçakların malzeme ve yapı mukavemeti problemleridir. Dünyada bu konuda mühim gelişmeler olmaktadır. Ülkemizde de orta ve yüksek irtifa uçaklarına yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu konuşmada dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de yürümekte olan veya planlanan projeler hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar Sözcükler: Orta irtifa insansız hava aracı, yüksek irtifa insansız hava aracı.

1. Giriş

Özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinde başlayan insansız hava araçlarına olan ilgi günümüze kadar artarak devam etmiştir. 21. Yüzyılda ise insansız araçların gerek sivil havacılık gerek askerî havacılık alanında vazgeçilmez taktik-stratejik görev birimleri olacağı şüphesizdir. Bu bağlamda ülkemizde de insansız hava araçları üzerine yapılan çalışmalar bütün dünyayla birlikte neredeyse eş zamanlı başlatılmıştır. Türkiye açısından Savunma Sanayii Müsteşarlığı tarafından çizilen İHA Yol Haritasında Yüksek İrtifa-İnsansız Hava Araçları (Yİ-İHA) sistemleri de bulunmaktadır. SSM yol haritasına göre 2020 ve 2025 yıllarında Operatif ve Stratejik amaçlı Yİ-İHA sistemlerinin kullanıma alınabileceği hedeflenmektedir.

Son yıllarda büyük hızla gelişmekte olan Yüksek İrtifa İHA'lar arasında özellikle Yüksek İrtifa Uzun Havada Kalış (High Altitude Long Endurance-HALE) tipi insansız uçaklar dikkat çekmektedir. Atmosferin Stratosfer başta olmak üzere üst tabakalarında örneğin 20+ km irtifada uzun müddet kalması öngörülen bu araçlara “düşük maliyetli uydur” olarak bakılmaktadır. Bunun sebebi uyduların tedarik ve yörüngeye yerleştirme maliyetleri oldukça yüksek olması, manevra yeteneklerinin çok kısıtlı olması ve yakıtı bitinceye kadar sınırlı süre görev yapabilmeleridir.

Uyduların bu olumsuz özellikleri karşısında, Stratosfer'de görev yapacak uydur benzeri İHA sistemlerinin geliştirilme çalışmaları başlatılmıştır. Yaklaşık 20-50 km arası yüksekliklerde bulunan Stratosfer tabakasında yağmur, bulut gibi meteorolojik olaylar görülmemekte olup, hava araçlarının uzun süreli uçuşları için uygun bir ortam oluşturur. Ancak, bu yüksekliklerde hava yoğunluğunun çok düşük olması sebebiyle (21 km irtifada hava yoğunluğu deniz seviyesindeki kadar yaklaşık % 6'sıdır) gelişmiş motor tasarımları (güç ihtiyacı = % 400 deniz seviyesi) gerektirir ve güneş kaynaklı kozmik radyasyonun elektronik sistemler üzerinde karşı etkileri bulunmaktadır.

Ancak, yüksek irtifa uçakları ya da Yİ-İHA'ların geliştirilmesi yolunda çok sayıda teknolojik zorluklar bulunmaktadır. Öncelikle motor ve güç grubu konusunda önemli ilerlemeler gerekmektedir. 21 km irtifada güç ihtiyacının % 400 arttığı göz önüne alındığında bu irtifada uçuş işletmesi açısından en önde gelen sistem turbofan motor teknolojisidir (Örnek Global Hawk). Ancak, uzun havada kalış düşünüldüğünde (3-5 günden 2-3 aya kadar) jet yakıtına alternatif enerji kaynakları arasında güneş ve hidrojen enerjisine dayalı sistemler öne çıkmaktadır. Bu durum, güneş ve hidrojen yakıt pili verimliliği alanında çok büyük adımlar atılmasını beklemektedir.

Ayrıca, yüksek irtifalarda uzun süre kalabilecek uçakların tasarım ölçütleri büyük kanat açıklıkları ve narinlik oranları getirmekte, bu mâniayı aşmak çok ileri teknoloji kompozit malzeme kullanımını zorunlu kılmaktadır. Yİ-İHA alanında alternatif zeplinler için ise yüksek hızlı hava akımlarının aracı sürüklemesi, yapı bütünlüğü ve havadan hafif gazların sızdırmazlık problemlerini öne çıkarmaktadır.

2. MALE/HALE Konusunda Dünyadaki Gelişmeler

Yİ-İHA konusunda öncelikle dünyadaki gelişmelere göz atmakta fayda bulunmaktadır. Genel olarak hâlen kullanılan veya üzerinde çalışılan itki ya da güç paketleri iki ana gruba ayrılabilir: Jet yakıtlı türboprop/türbofan motorları, ya da güneş veya hidrojen yakıt pilli / elektrik motorlu sistemlerdir. Günümüzde, savunma alanında operasyonel tek sistem ABD’de üretilen ve Afganistan’da da kullanılan

Northrop-Grumman tarafından üretilen **Global Hawk** İHA’sıdır (**W=6781 kg., R=8700 nm., T=28 saat, h=60’000 ft.**).

Bunun yanında geliştirme aşamasında bulunan sistemler arasında,

QinetiQ tarafından üretilen güneş enerjili **Zephyr** (2005, İngiltere, *W=30 kg., b= 18 m., T=54 saat, h=58’000 ft.*),

Boeing tarafından üretilen hidrojen enerjili **Phantom Eye** (2014, *W=9.3 t., b=46 m., h=28’000+ ft., T=5 saat.*),

Aerovironment tarafından üretilen hidrojen yakıt pilli **Global Observer** (2011, ABD, *h= 65’000 ft., T=7 gün, W=4.5 t., b=53 m.*),

Aurora tarafından üretilen türbodizel **Orion** (2014, ABD, *W=3405 kg., b=40 m., T=3.3 gün, h=10’000 ft.*)

Yİ-İHA sistemleridir. Ticari alanda ise internet erişiminin olmadığı uzak köşelere internet götürmek üzere

Google (Titan, Solara) ve **Facebook** (Ascenta) tarafından satın alınan uzman şirketler aracılığıyla deneme aşamasında bulunan ve 60,000 ft.(18+ km) irtifayı hedefleyen güneş enerjili sistemler bulunmaktadır.

Son gelişmeler arasında ise dünya turunu tamamlamaya çalışan

İsviçreli (EPL) Solar Impulse (270 m2, %23 verimli Güneş Pili, 340 kWh/gün enerji, 4*17.5 hp elektrik motoru) ve

Güney Kore tarafından 48,000 ft. (14.5 km) irtifaya çıkarak 9 saat kalan **EAV-3** güneş enerjili araçlardır.

Türkiye açısından Savunma Sanayii Müsteşarlığı tarafından çizilen İHA Yol Haritasında Yİ-İHA sistemleri de bulunmaktadır. Başlangıçta söylendiği gibi

SSM yol haritasına göre 2020 ve 2025 yıllarında Operatif ve Stratejik amaçlı Yİ-İHA sistemlerinin kullanıma alınabileceği hedeflenmektedir.

3. MALE/HALE Konusunda Türkiye'deki Gelişmeler

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de bu doğrultuda başlatılan projeler bulunmaktadır. Geçmişte başlayıp biten veya iptal edilen önemli bazı ulusal girişimler de bulunmaktadır. Bunlar arasında **TÜBİTAK** desteğiyle teknokent şirketleri seviyesinde geliştirilen sistemler arasında **TK3-Teknik** (2013) tarafından uçurulan **TAN100** güneş enerjili insansız aracı, **Kuzgun** (2010) tarafından üretilen ve uçurulan **Zeplin**, Otonom Teknoloji (2015) tarafından hâlen uçuş elektronik-aviyonik sistemleri geliştirilen **Dolunay** ve **Tepegöz** sistemleri bulunmaktadır. **TÜBİTAK** proje desteğiyle kamu kurumlarının müşteri olacağı ve yine TÜBİTAK-UZAY tarafından projelendirilen ilk Yİ-İHA'sından (**YÜKSEK**) başlangıç aşamasında vazgeçilmişti (2014). Bunun başlıca sebepleri arasında karar vericiler tarafından bu projenin teknik ve finansal risklerinin göze alınamaması olduğu düşünülmektedir.

Teknokent seviyesindeki girişimler düşük seviyede devam etmekle birlikte, Türkiye'nin savunma sanayii atılımı çerçevesinde geliştirdiği mini ve taktik uçaklar yelpazesinde önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Bunlar arasında MALE sınıfında yer alan ve TAI tarafından geliştirilen **ANKA**, Baykar Makina tarafından geliştirilen **Çaldıran** ve Vestel tarafından geliştirilen **Karayel** önde gelen projeler arasında bulunmaktadır. Son olarak, Savunma Sanayii Müsteşarlığı tarafından mevcut MALE sistemlerin irtifa ve faydalı yük kapasitelerinin artırılarak HALE'ye doğru bir yönlendirme olduğu bilinmektedir.



Murat KURLAR

Bosch Endüstri 4.0 projeleri Satış Direktörü
Kısa Özgeçmiş

1989 yılında Deniz Harp Okulundan mezun olduktan sonra profesyonel kariyerine deniz subayı olarak başlayan Murat Kurtlar, 1989-1997 yılları arasında Türk Deniz Kuvvetleri'ne bağlı birçok gemide elektronik ve elektronik harp subaylığı yapmıştır. 1997 yılında Deniz Kuvvetleri'nden ayrılarak otomotiv yedek parça iş biriminde otomotiv sistemleri teknik eğitmeni olarak Bosch Sanayi ve Ticaret A.Ş. ye katılmıştır.

Aynı iş biriminde teknik destek ve pazarlama yöneticiliği görevlerinden sonra, sırasıyla 2006-2009 yılları arasında Bosch Car Multimedia satış direktörlüğü, 2009-2015 yılları arasında Bosch otomotiv yedek parça Türkiye ve İran pazarları bölge direktörlüğü, 2015-2016 yılları arasında Bosch otomotiv ilk donanım teknik satış ve aplikasyon satış direktörlüğü pozisyonlarında çalışmıştır.

Ekim 2016'dan itibaren Bosch Endüstri 4.0 Projeleri satış direktörlüğü görevini yürütmektedir.

ENDÜSTRİ 4.0 İLE GELECEĞİ ŞEKİLLENDİRMEK

Murat KURLAR

*Direktör, BOSCH Sanayi ve Ticaret A. Ş.
Otomotiv Yedek Parça Türkiye Bölgesi, murat.kurtlar@tr.bosch.com*

Konuşma Metni[Ⓢ]

Değerli konuklar şirketim Bosch ve çalışma arkadaşlarım adına sizleri saygıyla selamlıyorum. Konuşmama bir soru ile başlamak istiyorum. Birikimim otomobil teknolojileri üzerine ve Dünya üzerinde tek parça olarak kıymetli üretilen yegâne ürünlerden bir tanesi ve ekonominin de dinamosu. Dünya genelinde sizce bir binek otomobil ömrü boyunca yüzde kaç oranında aktif kullanılır? Her hangi bir rakam var mı aklınızda olan? Şöyle söyleyeyim yüzde altı. Araçlarımız yüzde 94 evimizin önünde garajlarımızda ya da bir yerlerde yatıyor. Verimsizlik mi? Evet.

1800 yılları sonunda Henry Ford otomobili buldu. Şu an kullandığımız araçla o zaman tasarlanan araç arasında her hangi bir fark var mı? Sıkıştırılmalı motor, far, akü, teker, ... yok. Trilyonlarca dolar para aktarıldı fakat bir fark yok. Ama öyle bir dönemdeyiz ki oyunun kuralları değişiyor. İşimin gereği yedi hafta Hindistan'da kaldım. Paylaşımli araç. Bir yerden bir yere gideceksiniz, diyor ki 1000 Rupî yolda giderken bir arkadaş alırsanız on dakika gecikmeli gideceksiniz ama 500 Rupîye giderseniz ve eğer üçüncüyü alırsanız 10 rupîye. Mantıklı mı? Evet*. Neden anlatıyorum? Bu çalıştayı 2032 yılında tekrar burada yaptığımızı düşünelim. Ben Bakırköy'de oturuyorum, akıllı telefonumdan tuşladım bir tane otonom sürüşlü, sürücüsüz araç istediğim saatte kapımın önüne geldi, elektrikli veya hibrit. Arabaya oturdum. Mimiklerimden ruh hâlimi, geçmiş birikimimden ihtiyacım olan haberleri, hava durumunu her şeyi, aktarmaya başladı. Ve planladığım bir rota var ona göre beni götürüyor. Bana şöyle bir haber geldi, dedi ki hava durumunu kontrol ettim sizi Kartal'a, Pendik'e, Bostancı'ya mevcut

[Ⓢ] 23 Ekim 2017'deki sunumun K. Karahan tarafından yapılmış ses deşifresidir.

* Muhtemelen, 1 kişi 1000, 2 kişi 750, 3 kişi olunca ise 600 Rupî gibi tarifeler olmalı.

Konuşmacı burada mübalağa ile paylaşımli araçla ulaşımın ne kadar ekonomik olabileceğine dikkat çekmek istemiş olmalı (Editörden).

vapurla götürmeyi düşünüyordum; fakat, hava şartları müsait değil, uygun olursa Merter'e gideceğiz, aracınızı orada park edeceğim, sizi bir tane dron kabine alacak ve sizi Piri Reis Üniversitesi'nin dron poduna getirecek ve böylece vaktinde yetişmiş olacaksınız, uygun mudur? Uygundur. Teknoloji bu boyutta ve o kadar hızlı ilerliyor ki tahmin bile edemiyoruz.

Avrupa Parlamentosu Siyasi İlişkiler Komitesinde geçen sene bu konuşuldu. Robotlarla ilgili tasarılar konuşulmaya başlandı ve tartışmaya açılan nokta komitede şu: robotlar elektronik insan mıdır? Ve bununla ilgili bir karar alındı. Avrupa Ajansı kurulacak etik, teknik ve yasal açıdan gereksinimler nelerdir? Neler robottur, neler robot değildir?

Bunları sağlayan elverişli teknolojidir. Teknoloji her anımızda var, bu ortamı anında teknolojik bir platforma çevirebiliriz. Her koltuğun altına birer tane sensör koyup kaç kişi oturdu, ne kadar oturdu, ağırlığınızı ölçebiliriz, erkek mi kadan mı görebiliriz ve buna göre ortam ayarlayabiliriz. Ama ihtiyacımız varsa bunu yapabiliriz. Dolayısıyla böyle bir elektronik ve teknik altyapı mümkün.

Bunun haricinde son kullanıcı beklentileri. İki tane kızım var, birisi üniversiteye girecek hazırlık yapıyor, diğeri ortaokulda. Büyük kızım ile konuşuyorum. Diyorum ki senin ehliyete ihtiyacın var mı, düşünüyor musun? "Hayır, zaten otonom araç çıkacak, o kadar parayı o işe niye yatırıyım daha verimli yerlerde kullanabilirim" diyor. Her şey elinin altında, ben kendimi hatırlıyorum, 18 yaşına geldiğimde ehliyet sınavının yapılacağı yere sınava girmek için sabahleyin beşte gitmişim. Amerika'da yapılan bir araştırmada ehliyet alabilecek yaşa gelen genç nüfus üzerinde bir çalışma yapılmış, üçte ikisi ehliyet almak istemiyor. Dünyada 90 milyon adet araba üretiliyor ve bunun geleceğe yansması 2030 yılında 120 milyon adet satılacağını yönünde idi. Şu anda bu rakamlar tekrardan gözden geçiriliyor. Çünkü arka koltukta oturan o hanımefendiler, genç nesil başka şeyleri düşünüyor, başka şeyler istiyor.

Şöyle bir örnek verebilirim, geçmişte nesnelerin interneti dediğimiz alan 2000 yılında başladı ve satış pazarlama alanına girdi, sipariş veriyordunuz, pazarlama satış ile ilgili belli siparişleriniz size yönlendiriliyordu. 2016 Aralık ayında Almanya'daki fabrikamıza bir ziyaret yapıyoruz. Tamamen dijital dönüşüm uygulanmış bir hat var, hattın girişinde ne var biliyor musunuz? Bu fabrika traktörler için hidrolik parçalar üretiyor. Hattın girişinde Fransa'daki çiftçilerin siparişleri doğrudan geliyor. Son kullanıcı beklentileri üretim

hatlarında. Neden? Çünkü ben öyle istiyorum, hepimiz son kullanıcıyız ve beklenti de oraya doğru gidiyor.

Endüstri 4.0 nasıl çıktı? 2013 yılında Hannover Fuarı'nda. Biliyorsunuzdur, Avrupa'daki mevcut "know-how," teknolojik birikim, Uzak Doğuya doğru geçmiş yıllarda yoğun olarak kaydı, fakat öyle bir takım durumlar ortaya çıktı ki... Çin'den bir firma Almanya'nın en büyük robot üreticisini satın alma talebinde bulundu, riski Almanya gördü ve bunu geri çevirdi. Dedi ki bundan sonra ben yaşlanan nüfusumla yetkinliklerimi tekrar memleketime çekmek zorundayım. Fakat bu iki kutup arasında ortada olan yer neresi? Türkiye.

TÜSİAD'ın çeşitli çalışma gruplarında arkadaşlarımla birlikte faaliyetler yürütüyoruz; bu faaliyetlerden biri üretim verimliliği endeksi ile ilgili. Amerika 100. Amerika üretim değil de daha çok servis odaklı bir merkez. Avrupa 120, yani Almanya ve diğer Avrupa ülkeleri de yüksek oranda, Türkiye 98, Çin 96. Eğer Almanya, 2013 yılı itibariyle devreye aldığı bu verimlilik çalışmalarıyla % 20 verimliliği sağlarsa, maalesef biz mevcut gayrisafi milli hasılamıza katkısı olan üretimle ilgili büyük sıkıntılar yaşarız.

Burada iki şapka var, bir tanesi Bosch çalışanı olarak, diğeri bu memleketin evladı olarak. Arka koltuktaki kızlarıma özellikle öğrencilere de bir şeyler bırakmak ve bu konuyla ilgili bir şeyleri hayata geçirmek zorundayız. Farkındalık, ayrı bir şeydir ve bu konuyla alakalı harekete geçmek ayrı bir şeydir. Dolayısıyla bu bilinçle, özellikle öğrencilere önerim, evrenin sistemi "self-service"tir ve burada lütfen talep edin. Endüstri 4.0, dijital dönüşüm, paylaştıkça, iyi yaptıkça çoğalıyor. Sizlerden talebim bu.

Değerli vaktiniz için sizlere teşekkür ediyorum.



Önder YOL

Derindere Motorlu Araçlar Yönetim Kurulu Başkanı

Kısa Özgeçmiş

1963 doğumlu olan Önder Yol, Tarsus Amerikan Koleji mezunudur. Eğitim hayatına Boğaziçi Üniversitesi'nde devam eden Yol, Makine Mühendisliği lisans derecesine ve Ekonomi yüksek lisans eğitimine sahiptir.

Çukurova Dış Ticaret A.Ş.'de Uluslararası Satış bölümünde yer alarak iş hayatına başlayan Yol, 1990 yılından bu yana Promeks Dış Ticaret A.Ş. firmasının yönetim kurulu üyesidir.

2009 yılından beri de Türkiye'de tek TİP onayını almış %100 elektrikli araç üreticisi olarak yüzlerce aracını yollara sürmüş ve Enerji Depolama Sistemlerinde dünya ölçeğinde bir teknolojiye sahip olan Derindere Motorlu Araçlar San. ve Tic. A.Ş. ve OveO Enerji San. ve Tic. A.Ş.'nin yönetim kurulu başkanlığı görevini yürütmekte olup küresel ölçekte rekabetçi bir Türk markası yaratmak için çalışmalarını sürdürmektedir.

Evli ve iki çocuk babası olan Önder Yol'un yüzme ve hentbol branşlarında uluslararası dereceleri vardır.

ULUSAL ELEKTRİKLİ ARAÇ ÜRETİMİ

Önder YOL

*Yönetim Kurulu Başkanı, Derindere Motorlu Araçlar San. ve
Tic. A. Ş.
Zeytinburnu / İstanbul, info@dmaoto.com*

Konuşma Metni[⊕]

Önder Yol'dan herkese merhabalar, hoşgeldiniz.

Teknolojinin iki türlü anlatımı vardır: Bir, başkasının yaptığı ile; bir de, kendi yaptığı ile övünen kesim vardır. Ben buraya kendi yaptığım arabamla geldim. Sekiz senedir hiç benzinciye uğramadım. Yirmi ve yirmi iki yaşındaki oğullarım hiç içten patlamalı motorlar kullanmadılar. İlk çalışmalarımıza 2003 yılında araştırma girişimi olarak başladık. 2006 yılında Amerika'da –ki Amerika çok ilginç bir yerdir. Dünyada başarısızlığın cezalandırılmadığı tek ülkedir. Size bir milyon dolar verirler, şunu araştırın derler. Başarısız olursanız Dünyanın her tarafında sizi asarlar. Amerika'da "Ah, demek ki bir milyon dolarla olmuyormuş. Siz ne yapılmaması gerektiğini öğrendiniz." İki milyon dolar daha verirler. Sizi devam ettirirler.– 2006 yılında ilk arabalarımızı yürüttük. İlk arabalar 60 km menzilli idi, 120 kilometreye çıktık. 170 kilometreye çıktık. Daha sonra 280 kilometreye çıktığımızda dedik ki "Dünyayı değiştireceğiz." O zamanlar, Tesla yoktu, o zaman daha Renault da yoktu. Altı ay sonra 450 kilometreye çıktık. Şarj süremiz yaklaşık 20 saatlerden progresif olarak yavaş yavaş 8 saat, 3.5 saat, 1.5 saat, 45 dakikaya kadar düştü. Bir sonraki prototipimizin, labaratuvar ortamında ve gerçek hayatta testleri var. Şu anda Çin'de zengin bir iş adamına yaptığımız 160 km/sa' lik bir araç. Yaklaşık 5,8-5,9 metrelik bir limuzin, makam aracı. Bir şarjla 1200 km gidiyor ve 6 dakikada şarj ediyor. 6 dakikada şarj etmek çok önemli, güzel bir şey ancak 6 dakikalık enerjiyi şehirlerin altyapıları bize veremez.

Dünyadaki en acayip veya en aptalca icat bana sorarsanız içten patlamalı motorlardır. Ondan sonraki en aptalca icat ise elektriğin kullanımı. Siz Keban'da

[⊕] 23 Ekim 2017'deki sunumun Y. Kaynak tarafından yapılmış ses deşifresidir.

elektriği kullanıyorsunuz, onları bir buçuk milyon volta çıkartıyorsunuz, çevre yollarının yanında taşıyorsunuz –bir buçuk milyon voltla beyinlerimiz haşlanıyor– bir buçuk milyon volta geldikten sonra zaten yolda yarısını veya daha fazlasını harcıyorsunuz. Sonra şehrin altına giriyorsunuz 330 000 voltlarla, 33 000 voltlarla, 380 voltlarla trifazelerle alttan haşlanmaya devam ediyorsunuz. Ondan sonra 220 volta çıkarıp evlerde kullanıyorsunuz. Afrika kıtasının nüfusunun %85'inin şebekesi yoktur, şebekelerle de tanışmayacaklar; çünkü ışık enerjisi ile elde edilen –güneş enerjisi demiyorum–enerjiyi depoladığımız zaman hiçbir şekilde şebekelere ihtiyacımız olmayacak. Dünyadaki en ucuz enerji akşam devletten alınan elektriktir. Ama siz bir tahmin edin, o yüksek gerilim hatlarını taşıyan alüminyumlar, her biri kocaman, çok kalın, inanılmaz pahalı. Devlet buna yatırım yapmak zorunda. Her bir 'Transmission Tower' dediğimiz direkler, her biri 250 bin dolar ile 1,5 milyon dolar arasında. Milyonlarca var. Bunlara yatırımı Devlet yapmak zorunda. Yol, su, elektrik olarak dönmüyor o yatırımlar size maalesef. İleride, birazdan bahsedeceğim birtakım değişikliklerle inşallah bunların hepsi yavaş yavaş ortadan kalkacak.

Şimdi, herkes yazılım, yazılım, yazılım diye konuşuyor. Yazılımı ben ikiye ayırıyorum. Biri sanal yazılımlar; biri de endüstriye yönelik yazılımlar. Siz masa başında "Yazılım yaptım." diyebilirsiniz. Sanalda, google'da, facebook'ta vb. Ama saniyeye yönelik yatırımı, yazılımı yapabilmemiz için, o sanayide kullanılan örneğin elektrikli araçta kullanılan her türlü bileşenlerin her türlü fonksiyonlarını ve yazılımlarını sizin yapmanız lazım. Yapmadığınız takdirde aynen vücudun beyni gibi, eğer siz ayağınızın yürümesini bilmiyorsanız, Dünyanın en iyi beynine sahip olun, hiçbir şekilde oraya gönderemezsiniz. Şu anda elektrikli araçlarda kullanılan bütün bileşenlerin bütün dizaynları ve içinde kullanılan bütün yazılımlar bizim kendi şirketimize aittir. Bu beyinden bileşenlere gidecek olan sinir sistemi tamamen şirketimiz tarafından yapılır. Bunu da yapabilme kapasitesine sahip çok az insan vardır. Bunların yüksek gerilim kablolaması da şirketimiz tarafından yapılır. Daha yazılıma gelmedik. Daha sonra bir araçta kullanılan 40 değişik devre kartının hepsini dizayn etmek zorundasınız. Bunları siz dizayn etmediğiniz zaman, dışarıdan aldığımız takdirde, maalesef müstemleke olarak kalmaya devam edersiniz. Biz millî ve yerli bir şirket olarak dışarıya bağımlılığı sıfıra indirmeyi hedeflemiştir.

2006 yılında aracın ilk mekanik tasarımlarını Amerika'da "Michigan"da bitirdik. Daha sonra, Silikon Vadi'sinde belli bir yere geldikten sonra 2011

yılından itibaren hiçbir yabancı mühendis, hiçbir yabancı yazılım, hiçbir yabancıya bağımlılık olmadan Türkiye'ye geri geldik.

Yenilik (inovasyon) çok önemli bir şey. Yeniliği yapmaktan çok yaptığınız zaman aldığınız zevk ve ileriye gitmeyi sağlaması sizin için çok büyük bir zevk. Başka taraflardan bir şeyler alıp bir entegrasyona gittiğiniz zaman ileriye gidemezsiniz. Biz her şeyimizi kendimiz yapmaya çalışıyoruz. Yapabildiklerimiz var, yapamadıklarımız üzerinde çalışıyoruz. Şu ana kadar da bir aracın % 98'ini biz yapmayı başardık. Burada elektrikli aracı teknoloji olarak görmemek lazım, bir sonraki yüzyıla bir adım olarak görmemiz lazım. Elektrikli araçları yaparken biz enerji depolamalara geçtik. Şu anda, enerjiyi depolayabilme kapasitesine sahip en iyi şirketlerden biriyiz. Şu anda, tek bir devre kartı üzerinden hem güneşten, hem rüzgârdan, hem şebekeden, hem jeneratörden aynı anda şarj edebiliyor, tekrar şebekeye veya binalara verebilen, jeneratörlük, regülatörlük, "ups" lik, enerji kaydırma, enerji temizleme ve enerji güvenliği açısından tek bir devre kartı üzerinden 12 yollu çalışabilme kapasitesine sahip şirketlerden biriyiz. Benim bildiğim başka şirket yok.

Biraz önce bir araçtaki bütün donanımlardan bahsettik. Bütün bu donanımları yapmadan hiçbir şekilde yazılımları yapamazsınız. Yani aracın bütün bileşenlerini bileceksiniz. Bütün yazılımlarını yapacaksınız. Daha sonra kablolmasını ve devre kartlarını tasarlayıp bütün testlerden geçirdikten sonra ancak yazılıma gelebiliyorsunuz. Burada gömülü yazılım yapmamız lazım (sıfırlar birleri), daha sonra sektöre yönelik kütüphaneyi yazıp onun üstünde sekiz katlı üst yazılımları dizayn etmeniz lazım. Bunların hepsini birden sivil olarak her şeyini yapabilen veya yapabileme kapasitesine sahip olup da hâlen yapmayan tek sivil şirket olduğumuzu iddia ediyorum.

Sayın Başkanım (Prof. Dr. Nurhan Kâhyaoğlu ile) bir çalıştayda daha beraberdik. Bu çalıştayda denizaltılar konusundaki bir çalıştaydı. Bizim askerî konuda yaptığımız ilk çalışma değildi tabii ki bu. Türkiye Cumhuriyeti'nin şu anda –biliyorsunuz tank motoru veya diğer motorların yerleştirme projeleri var. – Biz çok değerli Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı ile birlikte yaptığımız çalışmalar sonucunda bütün aktarma organlarını da ortadan kaldırarak 8x8'ler dizayn ettik. Çok fazla detaya girmek istemiyorum ama ileride bu teknolojiler devam ettiği takdirde maalesef tanklar, tüfekler, mermiler olmayacak. İleride çok daha değişik sistemler, lazerler, elektromanyetik alanlar gelecek. Şu anda bizim yaptığımız, askerî savunma olarak yaptığımız bir çalışma

çerçevesinde konteynırlara 550 kW saat veya 1,7 MW saatlik enerjiyi depolayıp bütün Türkiye'nin karakol ve kalekollarının sekiz günlük enerjilerini depolamak üzere anlaşmalarımız var. Şu anda çalışıyor. Test sürecini tamamen bitirdi ve alım sürecine girmiş enerji depolamalarımız var.

İleride lazer ve elektromanyetik alan teknolojileri oturduğu zaman siz hiçbir jeneratör ya da motorla 13 MW elde edemezsiniz. Biz –Allah'ın izniyle– Türkiye'nin karakol ve kalekollarına bu enerji depolamaları koyduğumuz zamanda ilerinin teknolojisi olan lazer ve elektromanyetik alan teknolojilerinin en önemli girdisi olması gereken enerji problemini şimdiden çözüyoruz. Şu anda, gerekli olan, her şeyiyle Türk olabilen enerjileri verdiğiniz gibi, ilerinin teknolojilerinin altyapılarını bütün Türkiye'nin en ücra köşesine kadar taşıyıp, bütün kamyonlara, bütün tanklara, bütün zırhlı araçlara bu enerji depolamaları koyduğunuz takdirde hem tarihtekinin hem de ileridekinin savaş sanayiinin altyapısını oluşturmuş oluyorsunuz.

Bunları yaparken, elektrik altyapısını değiştirmek zorundasınız. 16 Ağustos'ta ilk defa Turkcell ile temasa geçtikten tam bir ay sonra, çok sıkı bir çalışmadan sonra, bir basın açıklamasında bulunduk. Turkcell ile beraber bizim yaptığımız bir sistemle Türkiye'nin elektrik altyapısını tamamen değiştirmeyi hedefliyoruz. Burada, bugün bir sürü elektrik satılan şirket var. Bunlar şebekeye hiç karışmıyorlar ama faturalaşmayı halledebildikleri için "Bizden alırsanız, size daha ucuza enerji." diyorlar. Fakat hiçbiri devletin elektriğinin kesilmesini veya dalgalanmasını hiçbir şekilde engelleyemiyorlar. Bizim yaptığımız bir çalışmanın sonucunda 120 aya varan finansmanla beraber, her iş yerine, her devlet binasına, her askerî binaya, her eve enerji depolamaları büyüklü küçüklü yerleştirip Türkiye'ye hiçbir şekilde kesilmeyen, frekans ve voltaj dalgalanması olmayan elektriği garanti edeceğiz. Bunu yaparken de Türkiye'nin elektrik altyapısını –biliyorsunuz gece çok daha az kullanıp gündüz çok daha fazla kullanım olduğu için, bunu da dengeleyecek, gece şarj edip gündüz kullanılacak sistemleri oturtduğumuz zaman– Türkiye'nin elektrik problemini de çok büyük bir oranda dengelemiş olacağız.

Bunların haricinde daha ileriye baktığımız zaman elektromanyetik alanlar çok büyük önem kazanıyor. Biz elektromanyetik alanlarla çalışmamızda çocuk sayılacak seviyedeki öğrencileri kullandık. Biz, Sayın Rektörümüze "Arkanızdan mor bir fil geçiyor." dediğimizde "Yaa dalga geçiyorsunuz" deyip dönüp bakmaz ama bunu sekiz yaşındaki bir çocuğa söylediğimizde "Aa nerede?" deyip dönüp

bakar. Çünkü bilgiye o kadar açtır ki onlar. Bizim için önemli olan bu açık görüşlülüğü sağlayıp, gelişmelere bu yönde devam edebilmektir. Biz, onlarla beraber, onların söylediği "Niye elektromanyetik alanı yok etmeye çalışıyorsunuz? Biraz artırmaya çalışsanıza." dedikleri anda oraya, kaynağa kesinlikle İngiliz anahtarı sokamadık. Elektromanyetik alanlar ilerinin savaş sanayiinde ve tıp sanayiinde çok büyük mesafe katedecek potansiyele sahip sistemlerdir.

Teşekkürler.

2. Davetli Paneli

Temel Bilimler, Ekonomi, Teknoloji Paneli

Bşk. Prof. Dr. Taner BERKSOY (Pîrî Reis Üniv.)

" Matematik, her dönemde ilgili bilimler, ekonomi ve teknolojilerde temel dil olmuştur."

Attila AŞKAR



Attila AŞKAR

Prof. Dr.

Kısa Özgeçmiş

Attila Aşkar 1943 yılında Afyon’da doğdu, 1966 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Mekanik Kolu’ndan Yüksek Mühendislik diploması, 1969 yılında da Princeton Üniversitesi’nden doktora diploması almıştır.

Attila Aşkar, 1993 yılında kurulan Koç Üniversitesi’nde Fen-İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi’nde Dekan, Akademik işlerden sorumlu Rektör Yardımcısı ve iki dönem de Rektör olarak görev yapmıştır. Hâlen Koç Üniversitesi’nde Matematik Bölümü’nde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

Profesör Aşkar ’ın geçmişteki akademik ve idari yükümlülüklerinden bazıları şöyledir: Boğaziçi Üniversitesi’nde Matematik Bölümü öğretim üyeliği ve Bölüm Başkanlığı, Temel Bilimler Fakültesi Dekan Yardımcılığı, Senato üyeliği, Üniversitelerarası Kurul temsilciliği; Tübitak Marmara Araştırma Merkezi’nde araştırmacı, Bilim Adamı Yetiştirme Grubu’nda üyelik; MSB AR-GE Dairesi Danışma Kurulu’nda üyelik; Brown Üniversitesi’nde doktora sonrası araştırmacılığı, Paris ve Princeton Üniversite’lerinde, Göttingen’de Max-Planck Enstitüsü ve Stockholm’da Krallık Teknoloji Enstitüsünde ziyaretçi profesörlük.

Attila Aşkar TÜBİTAK Bilim Ödülü, TÜBİTAK Teşvik Ödülü ile Kültür Bakanlığı tarafından verilen “Bilgi Çağı Ödülü” sahibidir, Türkiye Bilimler Akademisine asli üye seçilmiştir. Çalıştığı araştırma konuları sürekli ve süresiz ortamlar ilişkisi, diferansiyel denklemler, moleküler dinamikteki diferansiyel denklemlerin sayısal çözümleri ile zamana bağlı kuantum mekaniğindeki çözüm

yöntemlerini içermektedir. Kendisinin 2 kitabı ve hakemli dergilerde 96 makalesi vardır. Hâlen Stanford Üniversitesi'nde merkezlenmiş olan Coursera açık ders programında, Türkçe olarak, Çok Değişkenli Fonksiyonlarda Diferansiyel Hesap ile Doğrusal Cebir derslerini vermektedir.

BİLGİ EKONOMİSİ VE MATEMATİK

Attila AŞKAR

Prof. Dr., Koç Üniversitesi, Sarıyer / İstanbul, aaskar@ku.edu.tr

Özet

Matematik, her dönemde ilgili bilimler, ekonomi ve teknolojilerde temel dil olmuştur. Bilgi ekonomisi çağında, temel geleneksel teknolojiler yanında yerini aldı ve oranı da gittikçe artacak. Bu sunumda, Bilgi Ekonomisi Göstergeleri, burada eğitim yeri ve eğitim içinde de matematiğin yeri vurgulanacak. Gelecekte Büyük Veri, Yüksek Güçte Hesaplama, Modelleme, Simülasyon ve Optimizasyon (Big Data, HPC “High Power Computation”, MSO) ve Yaşam Bilimlerinin Matematiği (Biomatematics) önemli yer alacak. Bunun için de şimdi fazla teorik bulunan Cebir ve Topoloji gibi alanlar da uygulamaya girecek. Bilgi ekonomisi çağında, ürünlerin en büyük girdisi bilgi olurken, matematik de bu bilginin tanımı ve üretilmesindeki dil olacak.

Anahtar Sözcükler: Bilgi çağı, bilgi çağı ekonomisi ve matematik.

Knowledge Economy and Its Language

Abstract

In all phases of history, mathematics has been the language of scientific, economic and technological activity. Knowledge has taken an equal role along with the traditional Technologies. In time, its role will continue to increase. This presentation will emphasise the participation of education and in it the place of mathematics in Knowledge Economies. Big data analysis, HPC, MSO and Biomathematics will be significant areas of activity. Areas of mathematics considered purely theoretical, such as algebra and topology, will form the basis for these areas with significant applications. In the age of knowledge economy, knowledge will become the biggest input in the products and mathematics will become the language to define and create the knowledge.

Keywords: Information age, knowledge economy, mathematics.

1. Giriş

Temel bilim ile uygulamaları olan teknolojiler arasında bir sarmal ilişkisi var. Karşılaşılan teknoloji sorunlarını anlamak, yeni bilgilerin gelişmesine; yeni bilgilerin kullanılması da yeni teknolojilerin gelişmesine yol açıyor. Her biri de diğerinin yükselmesini sağlayarak bir sarmal döngüsü oluşturuyor.

Çok eskilere gitmeden Galile (1564–1642), Newton (1643–1727) ve Leibnitz (1646–1716) ile hem insanlık evren içinde yerini belirledi, hem de bu sorgulama mekanik ve diferansiyel hesabın gelişmesini sağladı. Bu bilim devrimini endüstri devrimi izledi. Mekanikteki konuları anlayıp uygulanmasını termodinamik ve elektromagnetizmanın anlaşılması izledi. Endüstri devrimi James Watt (1736–1819) ve buhar makinasıyla özdeşleştiriliyor, termodinamiğin temel yasasını da Fourier (1768–1830) ile bağdaştırabiliriz. Ampere (1775–1836), Gauss (1777–1855) ve Faraday'ın (1791–1867) bulgularının sentezi Maxwell (1831–1879) denklemleriyle tamamlanıyor. Bütün bu evrelerde ve onlara koşut olarak diferansiyel hesap, diferansiyel denklemler ve diferansiyel geometri de fevkalade gelişiyor. Diferansiyel hesaptaki gelişmeleri izleyerek de katı-sıvı-gaz dinamiklerinde ciddi ilerlemeler sağlanıyor.

Endüstri devrimini izleyerek atomik çağa geliyoruz. Pek çok isim saymak mümkünse de Schrödinger (1887–1961), Bohr (1884–1962) ve Einstein'a (1879–1955) ayrıcalıklı yerler atayabiliriz. Yine bu çağ da gelişmiş olan matematikten ayrıcalıklı bir yararlanmayla doğuyor, ortaya çıkan bulgular da yeni matematik gerektiriyor.

Galile'nin “Doğanın kitabı, belki de sırları, matematik dilinde yazılmıştır”; Wigner “matematiğin inanılması zor etkinliği” ve Paul Samuelson (Ekonomi Nobel) “matematik bir dildir” söylemleriyle bitirebiliriz.

2. Bilgi Çağı (Yüksek Teknoloji Ürünleri) Ekonomisi

Klasik ekonomi kuramında temel olgu “denge”: arz-talep dengesi. Bu kuram klasik fizikten etkilenecek kurulmuş. Fizikte bir denge konumuna oluşabilmek için bir enerji kaybına – sürtünmeye gerek var. Örneğin, bir salıncağın salınımla-

rını izleyerek, sürtünme sonucu enerji kayıplarıyla dengeye ulaşması. Klasik ekonomide de dengeyi sağlayan “azalan randımanlar.” Klasik ekonomideki temel girdi maddeyi kullandıkça azalıyor ve daha pahalıya elde edilebiliyor. Bu da, dengeyi sağlayan, klasik fizikteki enerjinin karşıtı oluyor. Klasik ekonomi kuramı, doğrusal bir yapıda, belli koşullarda bir denge konumu var ve olay bu dengede sonuçlanıyor.

Yüksek teknoloji ürünlerinde ise, temel girdi “bilgi.” En basit bir bilgisayarda, ilaçta madde bu ürünleri geliştirmek için gereken maddenin değeri fevkalade az. Bilginin değeri ise kullandıkça azalıyor. Bilgide, maddedekinin tersine, artan randımanlar söz konusu. Azalan randımanlar sürtünmeye / enerji kaybına karşıt gelirken, artan randımanlar da sürtünmeye / enerji kazanımına karşıt geliyor. Bu girdiyle, ekonomi dengeye gelme yerine dengeden kaçıyor. Bunu sağlayabilmek için doğrusal olmayan bir kuram gerekiyor, bu doğrusal olmayan davranışın sonuçlandığı çok sayıda denge konumu var. Olayların dinamiği de bir denge konumundan diğerine gidip geliyor, düzensiz / kaotik bir sonuçlar cümlesi oluşuyor. Bu olguları açıklayıcı ekonomi kuralı henüz bulunabilmiş değil, sadece bu yeni kuramın kapsaması gereken özelliklerin niteliği hakkında bilgiler var.






















3. Sonuç

“Matematik diğer bilim, teknoloji ve uygulamaların köklerinin olduğu toprak gibidir. İyi bir mahsul alabilmek için toprağı iyi işlemek gerekir. Geleceğın bilimlerinin büyümesi için yeni toprağı, yeni matematiğe gereksinimi olacak.” Mathematics for Europe, European Commission Report 2016 dan alıntı.

Türkiye’imizin temel sorunu, yazıla / çizile ve söylenip durulan “orta sınıf kapanı”na tutsaklığa doğru gidişi. Tablo 1’de G-20 nin Bilgi Ekonomisi göstergelerini görüyorsunuz. Bu tablo 140 ülkeye ait daha geniş bir listeden çıkarma.

Tabloda ülkemizin bilgi ekonomisi açısından eksiklikleri çok açıklıkla beliriyor.

Tablo 1. Bilgi Ekonomisi Göstergeleri ve Dünya Sıralamasında G20

Ülke	Ortalama : KEI	Knowledge Index	Econ & Incentive	Innovation	Education	Inform & Commu	140 ülke arasında	1000 \$ ppp Capita
 Turkey	5.61	5.14	7.02	5.67	4.38	5.38	56	20
 Canada	9.21	9.14	9.42	9.43	9.26	8.74	6	46
 UK	9.09	9.03	9.28	9.18	8.54	9.38	8	41
 US	9.08	9.05	9.16	9.45	8.77	8.93	9	56
 Australia	9.05	9.17	8.66	8.72	9.64	9.16	10	48
 Germany	8.87	8.83	8.99	9.00	8.46	9.04	14	47
 Japan	8.56	8.84	7.71	9.15	8.71	8.66	19	38
 France	8.47	8.69	7.82	8.61	9.08	8.38	20	41
 Spain	8.24	8.13	8.58	8.14	8.21	8.04	23	35
 Italy	7.86	8.19	6.84	8.04	7.86	8.68	27	36
 South Korea	7.68	8.38	5.57	8.47	7.97	8.71	31	37
 Russian Fed	5.40	6.69	1.55	6.89	7.09	6.08	49	26
 Argentina	5.49	6.44	2.63	6.85	6.49	5.98	53	21
 Brazil	5.57	6.00	4.30	6.07	5.84	6.08	55	16
 Turkey	5.61	5.14	7.02	5.67	4.38	5.38	56	20
 South Africa	5.55	5.47	5.81	6.92	4.51	4.98	57	13
 Mexico	5.45	5.48	5.38	5.82	4.85	5.77	60	18
 Saudi Arab	5.15	5.07	5.39	4.04	4.87	6.29	65	54
 China	4.35	4.46	4.01	5.12	4.11	4.16	77	14
 Indonesia	3.23	3.19	3.36	3.32	3.42	2.82	98	11
 India	3.12	2.94	3.67	3.97	2.26	2.59	100	6

Teşekkür

Prof. Dr. Yük. Müh. (E. General) Oktay Alniak'a bu alana dikkatimi çekmesi ve teşviki nedeniyle candan teşekkürlerimi sunarım.

Kaynakça

- [1] European Commission Report. (2016). *Mathematics for Europe*.
- [2] National Academy of Sciences – US. (2013). *Mathematical sciences in 2025*.
- [3] Platform Viskunde. (2013). *Formulas for insight and innovation: Mathematical sciences in the Netherlands, vision for 2025*.

- [4] Deloitte Report. (2014). *Mathematical sciences and their value for the Dutch economy*.
- [5] Consortium of Academies. (2015). *France: Socio-economic impact of mathematics*.

**Bilgin KAFTANOĞLU**

Prof. Dr.

Kısa Özgeçmiş

Prof. Dr. Bilgin Kaftanoğlu 1960 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Makina Mühendisliği Bölümünden ve Üniversiteden birincilikle mezun olmuştur. 1960-64 yılları arasında Londra Üniversitesi, Imperial College of Science and Technology’de yüksek lisans ve doktora çalışmalarını yapmıştır. Daha sonra Londra Üniversitesi Bilgi İşlem Merkezi, International Computers Ltd. Londra, Bell-Northern Labs. ve Ottawa Üniversitesi Kanada’da bilgisayarlar ve makina mühendisliği üzerine araştırmalar yapmıştır. 1969-2008 yılları arasında ODTÜ’nün de öğretim üyesi, Makina Mühendisliği Bölüm Başkan Yardımcılığı ve Başkanlığı, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü ve Rektör Yardımcılığı yapmıştır. Prof. Dr. Bilgin Kaftanoğlu ayrıca Makina Tasarım ve İmalat Enstitüsünü (MATİMAREN) ve Bilgisayar Destekli Tasarım/İmalat ve Robotik (BİLTİR) Merkezini de kurmuştur. 1986 yılında Makina Tasarım ve İmalat Derneğinin kurucu üyelerindedir. Son yirmi yıldır bu derneğin başkanlığını yürütmektedir.

2008 yılında ATILIM Üniversitesi, İmalat Mühendisliği Bölümünde Bölüm Başkanı olarak göreve başlamıştır. 2013-2017 yıllarında ATILIM Üniversitesi Metal Şekillendirme Mükemmeliyet Merkezi Başkanlığı ile görevini sürdürmüştür. 2011 yılından beri de BOREN Bor Kaplamaları Yetkinlik Merkezi Başkanlığını sürdürmektedir. 1986 yılından beri CIRP (The International Academy for Production Engineering) Akademisinin Fellow düzeyinde üyesidir. Kendisinin tasarım, imalat, metal şekillendirme, CAD/CAM, enerji ve Kaplama konularında 277 yayını vardır.

SANAYİ GELİŞİMİNDE NEREDEYİZ VE SANAYİ 4.0 DEVRİMİNE NASIL İNTİBAK EDECEĞİZ?

Bilgin KAFTANOĞLU

*Profesör Dr., ATILIM Üniversitesi, İncek /Ankara
bilgin.kaftanoglu@atilim.edu.tr*

Özet

Bir ürünün geliştirilmesi ve üretilmesi için sırası ile Araştırma, Tasarım, İmalat, Montaj ve Pazarlama faaliyetlerinin uygulanması gerekmektedir. Ancak bir ülkenin sanayi gelişmesi ise yukarıda verilen bu sıranın tam tersi bir seyir takip etmektedir. Ülkemiz sanayileşme çalışmaları Cumhuriyet dönemi ile ivme kazanmış ve bugünlere gelinmiştir. Sanayimiz, birçok alanda artık tasarım ve araştırma yapabilecek düzeye gelebilmiş durumdadır. Ancak 1.0 sanayi devriminin Osmanlı Devleti sırasında kaçırılması ülkemizin bu sanayi yarışına çok geç başlamasına neden olduğundan, hâlen gelişmiş ülkeler ile aramızdaki açığı kapatmanın zorluklarını yaşamaktayız.

Mühendislik alanlarının gelişmesi ve sanayi devrimleri tartışıldıktan sonra 2011 yılında başlayan sanayi 4.0 devrimi hakkında bilgiler verilecektir. Ülkemizde bu konuda neler yapılabileceği tartışılacaktır. İmalat yöntemleri, bilgisayar kontrollü takım tezgahları, robotlar, katmanlı imalat, yazılım ve otomasyon vurgulanacaktır. Ülkemizde geliştirilen özgün teknolojilerden örnekler verilecektir. Dünyada, sanayi 4.0 felsefesine uygun geliştirilmiş robot, makina teçhizat ile ilgili uygulamalar ile ilgili videolar sunulacaktır. Sonuç olarak da, ülkemizde sanayi 4.0 devrimini en iyi şekilde değerlendirmek için yapılması gerekenler hakkında öneriler değerlendirilecektir.

Anahtar Sözcükler: Sanayi 4.0, mühendislik, ileri teknoloji.

Abstract

In the development and manufacturing of a product, Research, Design, Manufacturing, Assembly and Marketing activities are applied in the given order. However, the development of the industrial level of a country follows the reverse

order. The industrial development of Türkiye gained momentum in the first years of the Republic and has brought us to the present stage. Most sectors of our industry have now reached a stage where they can conduct research and design activities. Since the Industry 1.0 was missed by the Ottoman Empire resulting in the late start of the industrial development of our country, we are experiencing some difficulties in closing the gap between the developed countries.

After the development of the different engineering disciplines and the discussion of the industrial revolutions, industry 4.0 which started in 2011 will be discussed. What can be done in Türkiye will be proposed. Manufacturing technologies, CNC machine tools, robots, additive manufacturing, software and automation technologies will be emphasized. Examples of original technologies will be presented. Videos on industrial projects related to robots, machines and equipment following the industry 4.0 philosophy will be presented. As a conclusion, proposals on how we can best adopt to industry 4.0 will be shared.

Keywords: Industry 4.0, engineering, advanced technology.

1. Giriş

Bir sanayi ürününün geliştirilmesi için gereken süreci örnek olarak inceleyelim. Bu amaçla, genelde aşağıda belirtilen aşamalar uygulanır:

- a) **Araştırma:** İhtiyaçtan doğan bir ürün talebi için önce bir kaynak araştırması ile başlanır. Daha sonra konu ile ilgili bilimsel ve teknik araştırmalar, teorik ve deneysel olarak yapılarak ürün hakkında bir teknoloji (know-how) geliştirilir.
- b) **Tasarım:** Araştırmada elde edilen teknolojiyi, insan zekâsını ve yaratıcılığını kullanarak bir yeni tasarım için çaba gösterilir. Yenilikçilik bu aşamada kendini gösterir. Ne kadar etkili olursa ürün o kadar başarılı olur.
- c) **İmalat:** Geliştirilen tasarım, bilinen veya yenilikçilik içeren yeni yöntemlerle üretilebilir. Günümüzde üretim teknolojileri de yenilikçi düşünce sayesinde değişmekte ve gelişmektedir. Bilgisayar denetimli tezgahların ve robotların kullanımı bilinen örnekler arasındadır.

- d) Montaj:** İmalat sonucu elde edilen veya satın alınan parçaları birleştirerek montaj aşamasına geçilir. Bu aşamada da yenilikçi bir yaklaşımla montaj işlemi basitleştirilebilir ve hızlandırılabilir.
- e) Pazarlama:** Montajı tamamlanan ve kalite kontrolden geçen ürünler artık pazarlanmaya açıktır. Bu aşamada günümüzde çok çeşitli, yaratıcı reklam ve pazarlama teknikleri ile karşılaşırız. Bu konu artık uzmanlaşmış firmaların iş alanına girmiştir.

Ancak bir ülkenin sanayi gelişmesi ise yukarıda verilen sıranın tam tersidir. Ülkemizdeki sanayi gelişmesini incelersek, aşağıdaki süreci takip ettiğini görürüz:

- a) Pazarlama:** Örnek olarak otomotiv sanayiini alabiliriz. 1960'lı yıllar öncesi otomobiller ülkemizde üretilmediği zamanlar, bu ürünler yurt dışından ithal edilmekte ve ülkemizde pazarlanmakta idi.
- b) Montaj:** 60'lı yıllardan başlayarak, yurt dışından getirilen parçalarla otomobil montajları yapılmıştır.
- c) İmalat:** 1970'li yıllarda, yurt dışından getirilen parçalar yerine, yerli sanayimiz, bu parçaları imal etmeye başlamış ve yerli imalat oranı giderek artmıştır.
- d) Tasarım:** 1990'lı yıllarda ise, bazı otomotiv firmaları ülkemizde yerli tasarım denemelerine başlamış ve uluslararası başarılar ve ödüller kazanarak Türk insanının bu yaratıcı ve yenilikçi süreci yürütebileceğini göstermiştir.
- e) Araştırma:** Günümüzde artık otomotiv sanayiinde de araştırma sürecine girme denemeleri vardır. Bu konudaki başarılarımız ülkemizi sanayide gelişmiş ülkeler arasına sokabilir.

Otomotiv sanayiindeki yaşanan bu süreç, beyaz eşya, elektrik-elektronik ve savunma sektöründe de yaşanmıştır.

2. Mühendisliğin Gelişmesi

Mühendisliğin tarihsel gelişimini incelemeden önce, bu sözcüğün ne anlama geldiğini görelim. Dilimizde bu sözcük "Hendese" teriminden türetilmiştir. Hendese, geometri demektir ve Arapça bir kökenden gelmektedir. Mühendis ise Hendese'yi kullanan ve uygulayan kişidir. Yani, Mühendis, geometriyi kullana-

rak şekil çizen tasarım yapan bir kişidir. İngilizce, Latince ve diğer avrupa dillerinde ise genellikle “Engineer” ve benzeri sözcükler kullanılmaktadır. Bu sözcük ise, “ingenious”, yani zeki ve yaratıcı kişiler için kullanılmaktadır. Dolayısı ile, Mühendis, yabancı dillerde zeki ve yaratıcı kişilere verilen bir isim olmuştur.

Günümüzde, mühendis, bir sanayi ürününü tasarlayan, çizen veya bilgisayar ortamında bu ürünün üç boyutlu modelini geliştiren, gerekli analizleri yapan, imalat yöntemlerini, malzemeyi, çevre koşullarını düşünerek en ekonomik ürünü elde etmeye çalışan yaratıcı ve yenilikçi bir kişidir. Tarihsel gelişmeye baktığımız zaman, insanların ilk çağlardan itibaren yaratıcı ve yenilikçi özelliklerini görmekteyiz. Taş devri zamanlarında, tekerleğin icadı, demir çağında su verme işleminin bulunması ile kesici çelik aletlerin yapılabilmesi insanların yaratıcı düşüncelerinin bir sonucu ve belki de ilk mühendislik uygulamaları arasında görülebilir.

İnsanlar, ne yazık ki yaratıcı düşüncelerinin ve teknolojik gelişmelerin ilk uygulamalarını savaş aletlerinin yapımında kullanmışlardır. Bunun ilk örnekleri milattan önceki tarihlerden, ilk çağlardan başlayarak yapılan yaylar, oklar, kılıçlar ve arabalardır. Orta çağlarda ise barutun bulunması, ilk defa tüfeklerde ve toplarda kullanılması ile ateşli silahların insanlık hayatına girmesi, mühendislik uygulamaları arasındadır. Tüfeklerin, topların tasarımları ve imalatı ile ilgilenen teknik uzmanlara o zamanlar askerî mühendis (Military Engineer) demişler. 1453 yılında, İstanbul’un fethi öncesi, Fatih Sultan Mehmet’in ülke dışından top tasarım ve imalatı için mühendisler getirttiği bilinmektedir. Yapılan toplarla, İstanbul’un surları yıkılmış ve fetih kolaylaşmıştır. Avrupada Reform ve Rönesansı başlatan harekette Gutenberg’in icat ettiği ilk matbaa makinası çok etkili olmuştur. Dolayısı ile Gutenberg de iyi bir mühendislik örneği vermiştir.

Giderek gelişen bilim ve teknoloji sonucu, askerî olmayan yapıların da tasarlanıp hizmete alınması gerekmiştir. Bu tür uygulamalarda köprülerin, yolların ve binaların tasarlanmasında ve yapımında görev alan mühendislere, “askerî olmayan” yani “sivil” mühendis denmiştir. Dilimizde inşaat mühendisi olarak geçen bu terim, ingilizcede “civil engineer” olarak geçmesinin nedeni budur.

19’uncu yüzyılda, artık bilim ve sanayinin daha da gelişmeye başlaması ile değişik makinalar icat edilmeye başlanmıştır. Bunlar arasında buhar makinasını,

içten yanmalı motoru, demiryolu taşımacılığını, buharlı gemileri ve otomobilleri görmekteyiz. Bu makinaların tasarım ve imalatını yapan kişilere de makina mühendisi denmiştir. Zamanın üniversitelerinde de inşaat ve makina mühendisliği eğitimleri başlamıştır. Aynı zamanda, elektrik motorları, elektrik ampulü, telgraf ve telefon da icat edilmiştir. Bu nedenle, elektrik mühendisliği de başlamıştır. Diğer mühendislik alanları arasında, maden ve jeoloji mühendislikleri de üniversitelerde yerlerini almaya başlamıştır.

20'nci yüzyılda mühendislik her alanda gelişmeye devam etmiş, yeni yeni dallar ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında Havacılık Mühendisliği, Kimya Mühendisliği, Metallurji Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Gıda Mühendisliği ve Petrol Mühendisliği yer almaktadır. 20'nci yüzyılın ikinci yarısında, bilgisayarın icadı sonrasında Bilgisayar Mühendisliği de başlamıştır. Asrın sonuna doğru, bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesi de ayrı bir uzmanlık konusuna dönüştüğünden, Yazılım Mühendisliği başlamıştır. Ayrıca bilgisayar ağlarının kurulması, internetin başlaması sonucu Bilişim Mühendisliği hayata geçmiştir.

20'nci yüzyılda ayrıca teknolojinin etkilemesi sonucu, Elektrik Mühendisliği, Elektrik-Elektronik Mühendisliğine, Metallurji Mühendisliği ise Metallurji ve Malzeme Mühendisliğine dönüşmüştür. Bu süreç sırasında, çok geniş bir alanı kapsayan Makina Mühendisliği ise kendi içinde bazı uzmanlık dallarına ayrılmıştır. Bunlar arasında İmalat Mühendisliğini, Otomotiv Mühendisliğini, Enerji Sistemleri Mühendisliğini görmekteyiz. Eğer bir mühendislik dalı çok geliyorsa, dört yıllık bir lisans dalı içinde bütün bilgileri vermek, dersleri açmak mümkün olamamaktadır. Bu nedenle Makina Mühendisliğinde olduğu gibi, değişik uzmanlık alanlarındaki mühendisliklere bölünmek durumunda kalmaktadır.

3. Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Gelişmesi

3.1. Birinci Sanayi Devrimi

Avrupada Rönesans/Reform ve ilk bilimsel çalışmalar sonrası 1760'lı yıllarda başlayan bu ilk sanayi devriminde, genel olarak üretim el ve beden emeğinden makine gücüne doğru bir evrim geçirmiştir. Bu alanda, icat edilen buhar makinasında kömürün kullanımı ile bu teknolojinin makinalara, gemilere

ve demiryollarına uygulanması yeni bir teknoloji yaratmıştır. İngiltere’de başlayan bu devrim, kısa sürede Avrupa’ya ve ABD’ye yayılmıştır. Ancak, ilgisizlik yüzünden Osmanlı geride kalmıştır. Sanayideki bu devrim, toplumsal yapıyı ve ülkelerin hammadde kaynaklarına olan talebini de değiştirmiş ve uluslararası ilişkileri etkilemiştir. Çeşitli tekstil makineleri, telgraf, telefon, ampul ve elektrik motoru ile içten yanmalı motor, otomobil ve uçak bu dönemde icat edilmiştir.

3.2. İkinci Sanayi Devrimi

Sanayi 1.0 devrimi sırasında buhar makinesinin, içten yanmalı motorun ve elektrik motorunun icat ve uygulamaları sonucu teknoloji büyük bir ivme kazanmıştır. Demiryolları ve denizyolları kullanılarak hammadde temini ve ürünlerin pazarlara nakli kolaylaşmıştır. Elektrik motorunun makinelerde kullanılması ise üretimin artmasına neden olmuştur. Sanayi 2.0 devriminin başlangıcı olarak 1908 yılında Henry Ford tarafından Ford Model T aracının seri üretim hattının kurulması kabul edilmektedir. Bu çağda demir/çelik sanayii öne çıkmış ve ağır sanayi kurulmuştur. 1990 yılına kadar süren Sanayi 2.0 devrimi sırasında önemli bilimsel çalışmalar yapılmış ve havacılık, otomotiv, elektronik ve bilgisayar alanlarında önemli gelişmeler yaşanmıştır.

3.3. Üçüncü Sanayi Devrimi

20. yüzyılın ilk yarısı iki büyük dünya savaşının ve 1929 ekonomik krizinin etkisi ile sanayi devrimi yavaşlamış, ancak 1950 li yıllarda bilgisayar ve digital teknolojinin başlaması ile yeniden ivme kazanmıştır. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), Bilgisayar Destekli İmalat (CAM) ve CNC teknolojileri sanayide yeni bir devrim yaratmıştır. İlk Ay’a gidiş ve uzay programları da sanayi devrimini hızlandırmıştır. 1990 yılında internetin hayata geçmesi, cep telefonlarının ve gelişmiş CNC makinaların üretilmeye başlaması Sanayi 3.0 devrimini başlatmıştır. Bilim ve teknolojiye süper bilgisayarlar, robotlar, katmanlı imalat ve akıllı cihazlar kullanılmaya başlanmış ve sanayide otomasyon ve verimlilik artmıştır.

3.4. Dördüncü Sanayi Devrimi

2011 yılında Almanya’da Hanover Fuarı sırasında ortaya atılmış olup, Alman Hükümetinin bu öneriyi bir sanayi stratejisi olarak ele alması ile resmileştirilmiştir. 2017 yılında başlayan uygulamalar ile hayata geçmeye başlamıştır. Bu Sanayi Devrimi, makinelerin insan gücüne gerek kalmadan, kendilerini ve üretim süreçlerini yönetmeye başlaması ile ortaya çıkmıştır. Bu ise, makinelerin ileri teknolojik yapılarını kullanarak, yapay zekâ, bilgisayar, internet ve iletişim teknolojilerini harmanlayarak ortaya çıkan yeni ve akıllı bir teknolojidir. “Nesnelerin interneti” diye tanımlanan yeni bir yapı yolu ile kendi kendini yöneten sistemler ortaya çıkmaya başlamıştır. 2020 yılına kadar, bu alanda, sadece Avrupa’da yıllık 140 Milyar € yatırım gerçekleşmesi beklenmektedir. 2020 yılında, milyarlarca cihazın birbiri ile etkileşime geçmesi söz konusudur [1-5].

4. Sanayi 4.0 Devriminin İçeriği

4.1. Nesnelerin İnterneti

İnsanların aralarında 1990’lı yıllardan beri kullandığı internet iletişim sistemleri, akıllı makina, teçhizat ve cihazlar arasında da kullanılmaya başlanacaktır. Bu suretle kendi kendini yöneten sistemler ortaya çıkacaktır.

4.2. Akıllı Fabrikalar

Üretim sahasında, bilgisayar, internet, CNC teknolojilerini ve robotları kullanan fabrikalar kurulmaya başlanmıştır. Bu fabrikaların üretim sahaslarında, insanlar sadece bakım ve programlama işleri ile ilgileneceklerdir.

4.3. Siber Fiziksel Sistemler

Siber fiziksel sistemler (SFS) sensörler (algılayıcılar) ve aktüatörler (hareket ettiriciler) yardımıyla fiziksel dünyayı sanal bilgi işlem dünyasıyla bağlar. Farklı kurucu bileşenlerden oluşan SFS’ler iş birliği ile global davranışları oluşturur. Bu bileşenler gerçek dünya ile etkileşimde bulunmak için genellikle gömülü teknolojiler dâhil olmak üzere yazılım sistemleri, iletişim teknolojileri, sensörleri/aktüatörleri içermektedir. Bu iki dünyayı birleştiren Siber Fiziksel Sistemler iki önemli unsurdan oluşuyor. Birbirleri ile internet üzerinden ve atanmış bir internet adresi ile haberleşen nesne ve sistemlerin oluşturduğu ağ;

gerçek dünyadaki nesnelerin ve davranışların bilgisayar ortamında simülasyonu ile ortaya çıkan sanal ortamdır.

4.4. Büyük Veri

İnsanlardan ve akıllı makinalardan, cihazlardan, sensörlerden gelen büyük verinin iyi bir şekilde organize edilerek istendiğinde kolay bir şekilde kullanıma sokulabilmesi, analize alınabilmesini ve yedeklenmesini içermektedir.

4.5. Otonom Robotlar

Son yıllarda, kaynak, boya ve tehlikeli sanayi uygulamalarında kullanılan çeşitli programlanabilir robotların ötesinde, çevresini sensörler ile algılayabilen, aldığı bilgileri yapay zekâ kullanarak değerlendiren ve hareketlerine buna göre karar veren robotlar geliştirilmeye başlanmıştır.

4.6. Simülasyon

Gerçek bir sürecin sanal ortamda modellenmesine verilen isimdir. Bu şekilde, pahalı donanımlar kurmadan, yatırım yapmadan sanal ortamda modelleme yapılabilir, süreç optimize edilebilir ve geliştirilebilir. Bu sayede daha ekonomik çözümler elde edilebilir.

4.7. Sistem Entegrasyonu

Bir fabrika ortamında bilgisayar kontrollü takım tezgahları (CNC), otonom robotlar, sürücüsüz araçlar ve benzeri akıllı makina ve teçhizat sistemlerinin entegre çalışması bu konuya bir örnek olarak verilebilir.

4.8. Bulut Bilişim Sistemi

Bulut (Cloud) Teknolojisi, internet üzerinden, erişimde bulunulan yazılım uygulamaları, veri depolama hizmeti ve işlem kapasitesi olarak tanımlanmaktadır.

4.9. Artırılmış Gerçeklik

Ses, video, grafik veya GPS verileri gibi bilgisayar tarafından üretilip duyuşal girdi ile artırılıp canlandırılan elemanların fiziksel, gerçek dünya ortamıyla birleştirilmesiyle oluşturulan yeni bir algı ortamının canlı doğrudan ya da dolaylı bir görünümüdür.

4.10. 3D ve 4D Yazıcılar

Bilgisayar ortamında yapılan bir 3 boyutlu tasarım, 3 boyutlu yazıcılar yardımı ile fiziksel bir modele dönüştürülebilir. Bu teknolojiye plastik, metallik ve tabaka malzemeler kullanılabilir. 3D yazıcı malzemelerini su ya da aşırı sıcak ortamlar gibi farklı etkilere göre değişebilen yapıda olacak şekilde geliştiren yeni tür yazıcılara ise 4D ismi verilmiştir.

5. Ülke Olarak Neler Yapabiliriz?

Sanayi ile birlikte, üniversiteler ve mühendis odaları Sanayi 4'ün yapıtaşları olan aşağıdaki konularda ARGE, tasarım ve üretim çalışmalarını yürütebilirler:

- Endüstriyel Robotlar ve CNC tezgahlarda ortak kullanılan örneğin, servomotorlar ve enkoderler gibi yapı taşlarının tasarım ve geliştirilmesi,
- CNC Tezgahların ve Robotların tasarımları ve prototiplerinin geliştirilmesi,
- Yazılım geliştirme çalışmalarının hızlanması,
- Büyük veri ve bulut bilişim sistemleri konusunda ARGE ve ülke çapında uygulamalar,
- 3 D ve 4 D yazıcıların geliştirilmesi ve üretilmesi,
- Simülasyon ve artırılmış gerçeklik çalışmalarında projelerin artırılması.

6. Üretim Yöntemlerinin Değerlendirilmesi

6.1. Şekillendirme

Sıvı metalin kalıplara dökümü ile katı metalin sıcak veya soğuk ortamda kalıplar aracılığı ile şekillendirilmesi bu kapsama girer. Genellikle imalat süreçlerinin başlangıç aşamalarında kullanılır. Katı metalin şekillendirilmesi sonucu elde edilen ürünlerin dayanımı diğer yöntemlere göre daha fazladır. Şekillendirme yöntemleri hızlı olup fire oranı azdır.

6.2. Eksiltmeli İmalat

Daha çok talaşlı imalat olarak bilinir. Şekillendirilmiş bir malzeme, torna, freze v.b. takım tezgahları ve kesici takımlar kullanılarak, istenilen ölçülere ve yüzey kalitesine getirilebilirler. İşlem süreleri daha uzun, fire oranı daha fazla olup ürünlerin dayanımlarında da azalmalar görülebilir.

6.3. Eklemeli İmalat

1984 yılında başlayan bu teknoloji, tasarımı CAD ortamında yapılan bir ürünün polimerik ve metalik malzeme tozlarını veya damlacıklarını kullanılarak üretimini sağlamıştır. Bu sayede çok zor geometrilere sahip parçalar bu yöntemle üretilebilmişlerdir. Lazer sinterleme, stereolithografi, noktasal ergitme, 3-D yazma, lamine şekillendirme gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır. Ancak henüz, geleneksel üretim yöntemleri ile üretilmiş malzemelerin mukavemetlerine ve yüzey kalitesine erişilememiştir. Yeni gelişmeler arasında canlı dokuların da bu yöntemle üretilmesi başlamıştır. Şekil 1'de başka bir yöntemle üretilemeyecek bir ürün ve canlı doku üretimi gösterilmiştir.



Şekil 1. Katmanlı İmalat ile Üretilmiş İç İç Geçmiş Delikli Küreler ve Canlı Doku Üretimi.

7. Ülkemizde Geliştirilmiş Özgün Teknolojileri Hayata Geçirmek

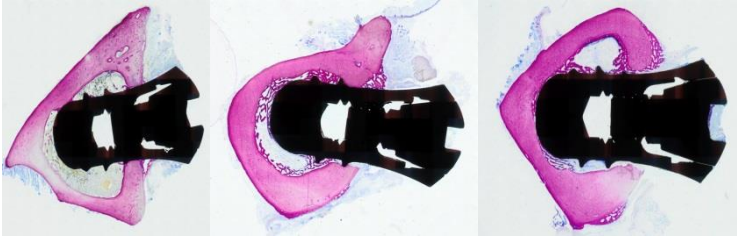
7.1. Bor Nitrür Kaplamalar

Tarafımızca geliştirilen özgün bir Bor Nitrür (BN) kaplama teknolojisi ile imalat sektöründe kullanılan kesici takımlar, kalıplar ve makina parçaları kaplanmış ve ömürleri artırılmıştır. BN kaplamanın tıbbi araç-gereç ve implantlarda antibakteriyel, antifungal ve osteoblastik özellikler sağlayarak kemik dokusunun iyileşmesini ve bütünleşmesini sağlamıştır. Merceklere saydam BN kaplamaların yapılması mümkün olmuştur. Bu teknolojinin sanayi uygulamalarına başlatılması söz konusudur. Şekil 2'de Türkiye'de geliştirilmiş fiziksel buhar büyütme (PVD) yöntemi ile kaplama yapabilen bir BN kaplama sistemi görülmektedir. Yapılan BN kaplamalarda bu sistem kullanılmıştır. Şekil 3'de ise titanyum diş implantlarına yapılan BN kaplamalar sonucu kemik

hücrelerinin diş implant etrafında geliştiği, kaplama yapılmamış implant etrafında ise gelişmediği gözlenmiştir.



Şekil 2. Yerli Olarak Üretilen Bor Nitrür Kaplama Sistemi.



BN Kaplamasız Diş İmlantı BN Kaplamalı Diş İmplantları

Şekil 3. BN Kaplamasız ve Kaplamalı Diş İmplantlarında Kemik Hücrelerinin Gelişimi.

7.2. Elektrikli Araçlar

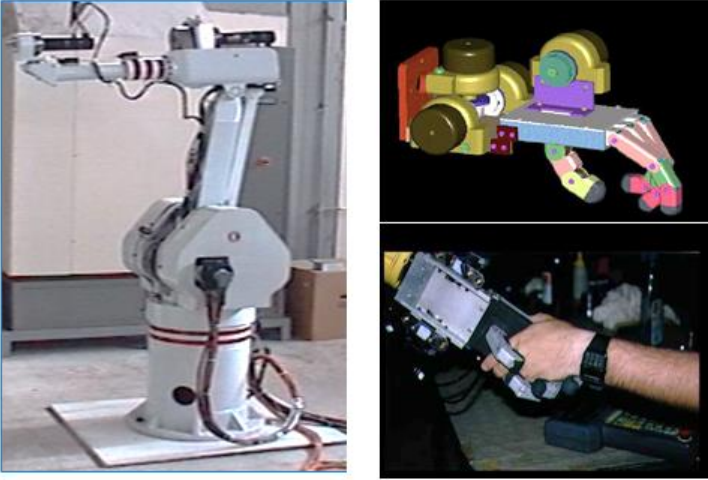
Üniversitemizde, tekerlekten tahrikli olarak ve “hub” motor kullanarak 4, 3 ve 2 tekerlekli elektrikli araç prototipleri geliştirilmiştir. Günümüzde çevre kirliliğini azaltacak, yerli teknoloji ve sermaye ile üretilebilecek bu tür araçların seri üretimlerinin sağlanması teşvik edilmelidir. Şekil 4’de üniversitede geliştirilen 4 tekerli bir elektrikli araç ile, sanayi için geliştirilmiş bir hidro-elektrik süpürme aracı görülmektedir.



Şekil 4. 4 Tekerli Bir Elektrikli Araç ve Hidro-Elektrik Süpürme Aracı.

7.3. Otonom Robotlar

ODTÜ-BİLTİR merkezinde tarafımızca tasarlanıp prototip olarak üretilen 6 serbestlik dereceli bir eklemlili endüstriyel robot üzerinde kamera ve sensörler de eklenerek ve yapay zekâ yazılımı geliştirilerek kendi kendine görme ve algılama duyuları eklenen bir akıllı otonom robot geliştirilmiştir. Çeşitli uygulamalar için de değişik eller tasarlanıp üretilmiştir. Şekil 5'de geliştirilen akıllı robot ve robot elleri vardır.



Şekil 5. Tasarlanan ve Üretilen 6 Serbestlik Dereceli Eklemlili Robot ve Robot Elleri.

8. Sonuç

Sanayi 4.0 Devrimine ülkemizin bir an önce katılması için:

- a) Ülke çapında bir stratejik plan geliştirilmeli. Bu planı, Bilim Sanayi ve Teknoloji, Kalkınma Bakanlıklarının da dâhil olduğu Üniversiteler , TOBB ve TMMOB gibi sivil toplum örgütleri katılmalı
- b) Ülkemizin 5 yıllık planları bu amaca yönelik revize edilmeli
- c) Özgün ürünlerin geliştirilebilmesi için üniversite sanayi iş birliğini gerekli sayan konsorsiyumların kurulması ve işbölümü içinde temel ürünlerin ele alınması planlanmalıdır.
- d) Özgün ürünlerin tasarım ve üretimleri için teşvik ve destekler verilmelidir.
- e) Geliştirilen ürünlerin belli bir süre sonunda üretimine başlanmalıdır.

Teşekkür

Yazar, yürüttüğü projeler kapsamında kendisine destek olan ODTÜ ve ATILIM Üniversiteleri bünyelerindeki personel ve öğrencilerine, destek veren Kalkınma ve Bilim Sanayi Teknoloji Bakanlıklarına, TÜBİTAK ve sanayicilere teşekkürlerini sunar.

Kaynakça

- [1] Akurgal A. (8 Nisan 2016). Endüstri 4.0. *Herkese Bilim Teknoloji Dergisi*, S 2.
- [2] Akurgal A. (22 Nisan 2016). Endüstri 4.0–bana pazarı gösterin. *Herkese Bilim Teknoloji Dergisi*, S 4.
- [3] Kuruç B. (11-12 Aralık 2015). Sanayi, geçmişten geleceğe ve sanayi 4.0. *TMMOB Makine Mühendisleri Odası Sanayi Kongresi*, Ankara.
- [4] EBSO Araştırma Müdürlüğü (Ekim 2015). Sanayi 4.0–uyum sağlayamayan kaybedecek. *Ege Bölgesi Sanayi Odası*.
- [5] McKinsey Digital (2016). Industry 4.0 after the initial hype, where manufacturers are finding value and how they can best capture it. McKinsey & Company.

ENDÜSTRİ 4.0 İLE GELECEĞİ ŞEKİLLENDİRMEK

Murat KURLAR

*Direktör, BOSCH Sanayi ve Ticaret A. Ş.
Otomotiv Yedek Parça Türkiye Bölgesi, murat.kurtlar@tr.bosch.com*

Konuşma Metni[Ⓢ]

Endüstri 4.0 ile alakalı biraz daha detaya girmek istiyorum. Başlangıçta sizlere aktarmak istediğim İki tane anekdotum var. Almanya’da katıldığım bir konferansta her sene en iyi üretim yapan fabrikalara, fabrika müdürüne ödül verilir. Ödülü alan fabrika müdürü sahneye çağrıldı ve plaketi kendisine verildiğinde şöyle bir açıklama yaptı: hayatımda ilk defa bir şeyi iyi kopyalıyorum diye ödül aldım. Endüstri 4.0 böyle bir şey. Diğer bir anekdotum planlamayı Alman şirketi formunda çok iyi yaparız; bütçe ne kadar, zaman ne kadar, santim-milim oynamaz, fakat bu dijital dönüşümde en çok karşılaştığımız problem neydi biliyor musunuz? – ki bunu çoğu üretim fabrikası müdürleri dile getirir. Ne olabilir sizce? Bu dijital dönüşümde karşımıza çıkan en büyük engel: değişime olan direnç, insan. Dolayısıyla, bu iki nokta bu dijital dönüşümde çok önemli ve kritik.

Rakamları geçiyorum. Mevcut bu dijital dönüşümü sağlarken Bosch’un Dünyada 270 küsür fabrikası var ve 2013 yılında Alman Hükümeti tarafından bu dönüşüm bir devlet politikası olarak hayata geçerken biz de masadaydık ve bu kararları birlikte aldık. Yine aynı şekilde kendi fabrikalarımıza da uyguladık. İkili (dual) strateji var, bir ben kendim yapıyorum; fakat, öyle bir seviyeye geldim ki artık bunu pazara da sunmak istiyorum.

Ben, Türkiye’deki pazara sunulan ayağı ile ilgili sizlere bilgi aktaracağım. İşin temelinde **yedi tane temel bileşen** var.

İşin merkezinde/odağında **insan** var. Bu sistemi, bu yapıyı insana hizmet etmesi için kurgulamamız lazım. Bizim ona hizmet etmemiz için değil. Bu bilinçle, özellikle birinci madde **hızlı bütünleşme** (integration) ve **esnek kurgu**. Şimdiki üretim, nasıl bir hattan milyarlarca ürün çıkıyor? Fakat son kullanıcılar

[Ⓢ] 23 Ekim 2017’deki sunumun K. Karahan tarafından yapılmış ses deşifresidir.

bizleriz; artık diyorum ki ben bana özgü çözümler istiyorum, yeni ürünler istiyorum ve bana özgü olsun, başka kimse kullanmasın. Dolayısıyla aynı hattan farklı ürün çıkmak zorunda artık. Bu bilinçle, örnek olarak yine Almanya’da bir dizel fabrikasında aynı hattan dokuz tane farklı ürün çıkabiliyor. Bunu makina ürün üzerindeki barkoddan anlıyor ve ona göre kendi kurgusunu yapıyor.

Açık standart. Burada yabancı bir misafirimiz olsa biz İngilizce konuşacağı peki, makinanın ortak bir lisanı var mı? Yok. Birbiriyle nasıl iletişimde olacak eğer biz "connected industry" yani birbirine bağlı endüstri diyorsak. Bu arada da açık standartları her firmanın hayata geçirmesi şart. Ben şuna benzetiyorum bu örneği: evimizi kullanıyoruz, artık akşam olunca perdeleri kapatıyoruz, değil mi? Ama öyle bir durum yok, artık evimizde ne var ne yok herkes tarafından bilinecek, açık standartlar bu demek. Ve paylaşılacak. Dolayısıyla, evlerimizin perdelerinin, bu dijital dönüşümde açık olması gerekli.

Gerçek zamanda veri gösterimi, önemli bir nokta. Şu anki bulunduğumuz konumda herkesin sanal bir kopyasını yapıp bunu takip edebiliriz. Bu, lojistik için geçerli, üretim hattındaki yapılar için geçerli.

Diğer bir alan **dijital ürün yaşam döngüsü.** Bir bilişim fuarında bir tekstil yöneticisi şöyle bir açıklama yaptı: "Ar-Ge yöneticisi olarak ben artık çok pahalı ürünler satıyorum ve etiketlerin yerine çip koyacağım; nerede satıldı, kime satıldı, kaç kere yıkandı, hangi şartlarda kullanıldı, bunu takip edeceğim" dedi. yaşam döngüsü böyle bir şey.

Güvenlik, geleceğin akçesi, **veri.** Akçenizi, paranızı nerede saklıyorsunuz? En güvenilir yerlerde. Her zaman için risk olacaktır, her zaman için problem olacaktır, ama bunu nasıl optimize edebilirim? Hangi şartlarda bu alandaki kaslarımı geliştirebilirim? Firmaların en yoğun çalışması gereken nokta.

Birbirine bağlı fabrikalar. Burada gelecek vizyonunu göstermek için birkaç dakikalık bir video göstermek istiyorum.

Evet bunu bir firma tanıtımı olarak görmeyin lütfen (video gösteriminden sonra). Bir dayanağa yansımak zorundaydım, dolayısıyla yapılanları ancak bu örneklemelerle hayata geçirebiliyoruz. Burada insanlara yakın çalışan robotlar var, aynı şekilde otonom giden forkliftler var. İnanın, şu anki fabrikalarda, bu forkliftler mevcut 400, 500 kiloluk ağırlıkları planlandığı şekilde nerden alınması gerekiyorsa oradan alıp, istenilen yere aynı şekilde bırakıyor. Ya da normalde

robotlar nasıldır? Kafesin içerisinde ama günümüzde artık üzerindeki bir takım kapasitörlerle zenginleştirilerek insanla uyumlu halde çalışmaya başladılar. Dolayısıyla teknoloji çok uzak değil. Şu anda, hatta fabrikalarda uygulanabilir durumda. Ve bunu tetikleyen birer son kullanıcı olan yine bizleriz.

Biz, mevcut endüstriyel dönüşümü, sekiz alanda görüyoruz. Bir fabrika ortamında bu bizler için kritik ve kendi fabrikalarımıza da uyguluyoruz. Nasıl sonuçlar elde edildi? Bunları dilim döndüğünce anlatmaya çalışacağım.

Bir tanesi "dijital supply chain" dediğimiz **dijital tedarik zinciri**. Bu olay sadece üretimdeki tedarik ile alakalı değil, hammadde üretimiyle de alakalı. Her bir hat bir diğerinin müşterisi ya da tedarikçisi ve sevk ettikten sonra bu ürünleri nasıl depoluyorsun, nasıl sevk ediyorsun? Bunlar da işin birer parçası.

Diğer önemli alan, **değişebilen ekipmanlar, makineler**. Söyledim biraz önce, bir hattan dokuz tane farklı ürün çıkabiliyor, makineler bunu nasıl anlayacaklar, nasıl bilgi sahibi olacaklar ya da nasıl öğrenecekler? Dolayısıyla, bu alanla ilgili de çalışıyoruz.

Diğer bir nokta, **gerçek zamanlı veri yönetimi** aslında bir fabrikada çalışan yöneticiler ya da bir işletmede çalışan yöneticilerin en büyük ihtiyacı nedir? Gerçek zamanlı verileri almak. Şu anda, her bir makina bir şekilde veri üretiyor, fakat bunları nasıl biz bir araya getirip anlamlı hâle getirebiliriz? Gerçek zamanlı verilere nasıl ulaşabiliriz?

Yeni makinalar var, eski makinalar var. Bu dijital dönüşüm, sadece her şeyin yeniden yapılması değil, eskilerin de uyarlanabilmesidir. **Uyarlamalı** (retrofik) **çözümleri hayata geçirmek**. Dolayısıyla bu şekilde görmek lazım, onunla ilgili de aynı şekilde çalışmalar var.

Bir diğeri, **enerji üretimi**. Buradaki çeşitli katılımcılarla görüşüyorum. Türkiye'de günde bin tane araç üreten fabrika var ve bu bin araç üretilirken belli bir enerji tüketiliyor. Bu enerjilerin maliyeti iki haneli milyon avro seviyesinde. Masraf olarak % 1 tasarruf yapsanız 100 bin avro para demek. İki tane aynı üretimi yapan fabrikaya baktığınızda, birbirinin üç katı farklı yüksek enerji tüketimi görebiliyorsunuz. Bunun nedeni, nereden kaynaklanıyor? Neden bu şekilde bir enerji tüketimi var? Bu sistemlerle görebiliyorsunuz.

Operatör desteği eğitimden bahsediyoruz. Yetkinliklerden bahsediyoruz. Zannediyor musunuz ki her fabrikada herkes aynı seviyede? Hayır. Peki onlara

nasıl ulaşacağız? Onların eğitimlerini nasıl sağlayacağız? VR gözlükler mi, yoksa elimizdeki defterleri daha dijital hâle getirerek mi? Dolayısıyla, bu alanlarda ilgili yoğun çalışmalar devam ediyor.

Makinanın rutin bakımı var. Fakat makina öyle bir dar zamanda bir şekilde bozuluyor ki hemen müdahale ediyoruz; ama, o bin araç üreten fabrika örneğinde bir gün durması ne demek? Bin tane araç üretmiyor demek. Bunu nasıl anlayabiliriz? İşte makinaların çalışan aksamalarının üzerine **algılayıcılar** takarak, bu verilere ulaşarak makine arızalanmadan önce onun problemlerini görebiliriz. Diğer bir anlamda kalite en önemli nokta. Yoldaki kazaların % 95'inin nedeni insanlardır. Fabrikalarda da ağırlıklı olarak kaliteyle ilgili problemlerin çoğunluğu yine insan gözünden kaçan noktalardır. Bunu nasıl dijital hâle getirebiliriz? Bu konuyla ilgili yoğun çalışıyoruz.

Lojistik bununla bağlantılı. Bazı yerleri zamanı dikkate alarak hızlı geçiyorum.

Bir örnek vermek istiyorum sizlere: "Electronic stability program"ın kısaltması olan **ESP**'yi duymuşsunuzdur. Günümüzdeki kullandığımız araçların çoğunda bu sistem mevcut. Bosch da bu sistemleri üreten lider firmalardan bir tanesi. Dünyanın çeşitli bölgelerinde 11 tane fabrikası var. Bu dijital dönüşüm ile birlikte, ilk uygulamanın hayata geçirildiği yapılardan bir tanesi. 11 tane fabrika birbirine bağlı ve 11 fabrikada da 5 bin makina birbiriyle konuşuyor. Bir tanesi Amerika kıtasında, diğeri Avrupa kıtasında, diğeri Uzakdoğu'da ve dolayısıyla bu hatlar birbiriyle konuşuyor. Bu fabrikalarda, kâğıtsız bir yapı var. Herhangi bir onay almak için dolaşmıyorsunuz, sistemler doğrudan size onayları getiriyor. % 100 **izlenebilirlik** var.

Başka bir konu: üretimde, sahaya çıktığınızda sorular karşınıza gelecek. Bir dizel enjektör üretiliyor ve biz araç üreticilerine bu enjektörlerle ilgili tedarik sağlıyoruz. Araç üreticisi bir firma şöyle bir soruyla geliyor bize: diyor ki, bu problemler enjektör ile ilgili üretimin hammaddesinden bütün sahadan çıkana kadar olan göstergelerini yarım saat içerisinde gönder. Hangi makine üretti, hangi şartlarda üretti, debisi ne kadar, açısı ne kadar, hangi hammaddeyle üretildi? Dolayısıyla bunu da talep eden yine biziz. Son kullanıcı araç sahibi tarafından konuyla ilgili bir talep var ve araç üreticisi dolaylı olarak bize geliyor. Dolayısıyla kendi içerisinde kapalı bir çevirim var. **İzlenebilirlik**, bu açıdan da çok kritik ve önemli.

Diğer noktalar: ürün akışları tamamen **otonom** hâlde. Hiçbir şekilde müdahale edemiyorsunuz. Müdahale edeceğiniz zamanda iyileştirmek için müdahale ediyorsunuz. Karmaşık gözükebilir, iş zaten kendisi karmaşık. Yine bir üretim tesisinde SAP duymuşsunuzdur. Oracle alt yazılımı, Exceller, işte diğer yazılımlar. Bunların hepsi kendi başına çalışıyor, farklı platformlar. Peki, eğer biz gerçek zamanlı verileri takip edeceksek, nasıl ulaşacağız verilere, bize kim yardımcı olacak, bu verileri nasıl bir yerde toplayacağız? Bunların hepsine baktığımızda da, bu dijital dönüşüm, bu amaca hizmet ediyor. Gerçek zamanlı verileri anlaşılabilir hâle getirecek ve karar vericilere doğru bilgileri ulaştıracak bir platform yaratıyor. Bunun ismi de "**manufacturing executing system**" bu beynelmil bir isimdir.

Diğer bir alan **bakımla ilgili** bu da kritik olduğu için bir örnek vermek istiyorum. Bir makine bozulduğunda ne yaparlar? Gider bakımçıyı çağırırlar. Bakımcı gider bakar inceler, yedek parça siparişini verir, yerine döner, bir şeyini açar/parçalar gelir, tekrar geri yerine gider, tekrar bir daha onları takip eder, işi kapattım diye tekrar geriye döner ve bitirir. Çok uzun bir süreçtir. Fakat sizin elinizde akıllı bir telefon var ise anlık olarak orada ihtiyaç olan bilgiler neler, siparişi nasıl verebilirim, arıza olan bölgenin fotoğrafları gibi her şeyi tek elden kolaylıkla yapıp % 50'ye varan bir tasarruf sağlayabiliyorsunuz. Bakım modülünde dijital dönüşüm marifetiyle.

Tekrar söylüyorum: Endüstri 4.0 her şeyin sıfırdan kurulduğu yeşil bir fabrika değil. Burada 1700'lü 1800'lü yıllardan kalma el ile çalışan makineyi de üzerine gereken algılayıcıları takarak, gereken şeyleri kurgulayarak akıllı hâle getirebilirsiniz; dolayısıyla amacınız neyse ona hizmet edecek hâle getirebilirsiniz. Bunun için teknoloji ucuz ve elverişli.

Önemli bir noktaya değinmek istiyorum burada. Peki, firmalar, dördüncü sınıf öğrencileri vardır üçüncü sınıf öğrencileri vardır, sahaya çıktığınızda, dijital dönüşümle ilgili neler yapılması gerektiği, biz bu işin üstesinden nasıl geldik ve sizler geleceğin mühendisleri olarak nasıl gelebilirsiniz, bu konuyla ilgili iki-üç cümle sarf etmek istiyorum. İşin üç odağı var. **Organizasyon, süreçler ve teknoloji ve insanlar.**

Firmaların bir vizyonunun olması şart ve bu değişimin adlandırılması gerekli. Bir yol haritasının olması gerekli, aynı zamanda neden her şeyi aynı anda yapamazsınız. Kolay işler neler, en çabuk neleri dönüştürebiliriz ve sizin

verimliliğinize en etkili olan noktalar neler? Bunların belirlenmesi gerekli. Aynı şekilde bu yapı içerisinde yıkıcı ekipler şart ve bu ekiplerden gelecekte sizler gibi değerli üniversite öğrencileri yararlanması gerekli. Neden söylüyorum? Dönüşümlerimizde kendi üreticilerimizi o fabrikada kullanmadık, sizler gibi değerli öğrencileri yeni yetişmiş mühendisleri kullandık ve bu ekipleri böyle hayata geçirdik. Bu süreçte, operatör ben değişeceğim demiyor. Yukardaki karar vericiler "değişim uygulanmalı" diyerek tepeden aşağı bir organizasyonun bu işi anlaması ve uygulaması şart. Mevcut çalışanlarım ile ben ne yapacağım ve gelecekte o yapı için nasıl etkinliklere ihtiyacım var? Bunların aynı şekilde çok iyi tanımlanması şart. Sadece iyi mühendise değil, sosyal iş birliği olan, yaratıcı mühendislere ihtiyaç var.

Bu bakış açısıyla son olarak söyleyebileceğim şey:

Bu uzun yolculuk, bireysel olarak kendimize sormamız lazım "Ben bu dijital dönüşümün neresinde yer alacağım ve öncelikli olarak kendim için ne yapabilirim, bulunduğum sosyal ortam için ne yapabilirim?"

Değerli vaktiniz için teşekkür ediyorum.



Kenan TAŞ
Prof. Dr.
Kısa Özgeçmiş

31 Mart 1953 tarihinde Çukurkuyu, Bor-Niğde'de doğdu. 1976 yılında ODTÜ Matematik Bölümünden mezun oldu. 1978 yılında Hacettepe Üniversitesi Matematik Bölümünde Lisans Üstü (Mastr), 1981 yılında Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Analiz ve Fonksiyonlar Teorisi Anabilim Dalında Doktora öğrenimini tamamladı.

1994'de British Royal Society bursuyla Leicester Üniversitesinde görev yaptı. 1988 yılında doçent, 1994 yılında profesör oldu. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Matematik Bölümünün kurucu Bölüm Başkanlığı ve Çankaya Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Kurucu Dekanlığı görevlerinde bulundu. 1997-2007 yılları arasında aralıksız olarak Üniversitelerarası Kurul üyeliğinde bulundu. Ayrıca Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Dekan Yardımcısı, Çankaya Üniversitesi Rektör Yardımcısı ve Rektörü olarak görev yaptı. 2016 ve 2017 yıllarında Yükseköğretim Kalite Kurulu dış değerlendiricilerindedir.

Hâlen Çankaya Üniversitesi Rektör Yardımcısı ve Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü öğretim üyesi olarak çalışmalarını sürdürmektedir.

2007 yılında Springer-Verlag yayınevi tarafından basılmış, "Mathematical Methods in Engineering" kitabı, 2004 yılında Springer-Verlag tarafından AIP Conference Proceedings başlığı altında yayınlanmış "Global Analysis and Applied Mathematics," Vol.729 kitabı, 1989, 1996 ve 2007 yıllarında Eskişehir Anadolu Üniversitesi tarafından yayınlanmış "Soyut Matematik" kitabı, 1990, 1991, 1998, 2008 yıllarında Verso Yayınevi tarafından basılmış "Genel Matematik I, II ve III" kitapları, 1990, 1991, 1996 yıllarında Hitit Yayınevi tarafından basılmış ve İngilizce olarak hazırlanmış "Basic Mathematics I, II, III" kitapları mevcuttur. Springer – Verlag yayınevi tarafından "*Mathematical*

Methods in Engineering – Theoretical Aspects" and "*Mathematical Methods in Engineering - Applications in Dynamics of Complex Systems*" isimli kitapları ise Aralık 2017'de piyasaya sunulacaktır.

Ayrıca 49 tanesi SCI kapsamındaki dergilerde ve 27 tanesi de uluslararası hakemli dergilerde olmak üzere toplam 76 makalenin yazarıdır. Makalelerine SCI dergilerde 406, uluslararası hakemli dergilerde ise 387 olmak üzere toplam olarak 793 kez atıf yapılmıştır. Hâlen iki tane Uluslararası derginin Editorial Board üyeliğini yapmaktadır ve birer kez SCI tarafından taranan A grubu dergilerden "Vibration and Control" dergisinin ve FILOMAT dergisinin Guest Editor'lüğünde bulunmuştur. Türk Matematik Derneği üyesidir.

TEKNOLOJİNİN GELİŞİMİNDE MATEMATİĞİN ÖNEMİ

Kenan TAŞ

*Prof. Dr., Rektör Yrd., Çankaya Üniversitesi, Çankaya / Ankara,
kenan@cankaya.edu.tr*

Özet

1600-2017 yılları arasında Matematikte meydana gelen gelişmeler ve bu gelişmelerin günümüz ileri teknolojilerine olan etkileri örnekleriyle anlatılacaktır.

Konuşma her alandaki dinleyicinin anlayabileceği biçimde sunulacaktır.

Anahtar Sözcükler: Kesirli matematik, sabit nokta teorisi, robotik.

Abstract

The developments that took place in mathematics between the years 1600-2017 and the effects of these developments on today's advanced technologies will be explained with examples.

The speech will be presented in a way that the audience in any area can understand.

Keywords: Fractional mathematics, fixed point theory, robotics.

1. Giriş

1600-1700 yılları arası matematikte önemli gelişmeler olduğu yıllardır. Bu dönemin üç önemli gelişmesi vardır:

- Türevin bulunması
- Analitik geometrinin ve kartezyen koordinat sisteminin ortaya çıkması
- Türev ile integral arasındaki, bugün “Kalkülüs’ün Temel Teoremi” dediğimiz, ilişkinin Newton (1643-1727) ve Leibniz (1646-1716) tarafından, birbirinden bağımsız olarak keşfedilmesi.

Böylelikle, bu üç gelişmenin sonucu olarak, “Integral Calculus” doğacaktır. Bu da, o güne kadar kullanım alanı oldukça sınırlı olan matematiğin önünü açacak ve matematiği evrensel bir bilim konumuna getirecektir. Ayrıca, kalkülüsle beraber bilimsel fizik ve mühendislik bilimleri de doğacaktır.

Türevden önce, diferansiyel denklem, dolayısıyla bilimsel fizik yoktu. Bir diferansiyel denklem, fiziksel bir olayın matematiksel ifadesidir.

2. Klasik Matematik Dönemi (1700-1900)

2.1. 1700 - 1900 yılları arasını kapsayan ve matematiğin altın çağı olarak bilinen bir dördüncü dönem var. Buna klasik matematik dönemi diyoruz. Bu dönemde en önemli katkılar yapan matematikçiler arasında Bernoulli, Euler, Laplace, Lagrange ve D’Alembert’i sayabiliriz.

2.2. L’Hospital, Leibniz mektuplaşması

2.2.1. “ $\frac{1}{2}$ inci mertebeden türev olur mu?”

2.2.2. “Bir fonksiyonu iki ya da üç defa integre edebiliriz ama $\frac{1}{2}$ defa integre edebilir miyiz?”

2.2.3. Kesirli Matematiğin Robotlar, Yüz Tanıma vb alanlardaki uygulamaları, Fourier Dönüşümleri

2.2.4. Neoklasik İktisat, Genel Denge Kuramı, Arrow – Debreu modeli ve sabit nokta teorisi ile ilişkisi

2.2.5. Sonsuzluk Kavramı, Kuantum Fiziği ve Fonksiyonel Analiz alanları, Hiperbolik Geometri, Akustik ve Koniklerdeki Yansıma Özellikleri

3. Sonuç

Türkiye düşük orta teknoloji seviyesinden, orta yüksek ve yüksek teknoloji seviyesine geçmek durumundadır. Bunu başarısak şirketlerin kârlılığı da rekabet etme seviyesi de yükselecek ve daha fazla mal ve ürünü daha yüksek katma değerle satacak. Burada da olmazsa olmaz olan teknoloji transferi, bilginin ekonomik ve sosyal faydaya dönüşmesidir. Bu çerçevede araştırma ve proje kalitemizi mutlaka yükseltmeliyiz.

Teşekkür

İleri Teknolojiler Çalıştaylarını büyük bir özveri ile düzenleyen ve bu yıl beşincisini gerçekleştiren Prof. Dr. Oktay Alınak'a ve bu önemli organizasyona destek veren Pîrî Reis Üniversitesi Mütavelli Heyeti Başkanı Sayın Metin Kalkavan ile Rektör Prof. Dr. Oral Erdoğan'a içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Kaynakça

- [1] Ülger, Ali. (2014). *History of Mathematics*.
<http://home.ku.edu.tr/~aulger/histofmathematics.html>
- [2] Demirsoy, Ali. (2015). *Denemeler*.
http://yunus.hacettepe.edu.tr/~demirsoy/Ana_Sayfa.html
- [3] Machado, J. A. T. et al. (2010). Some applications of fractional calculus in engineering. *Math. Problems in Eng.*

3. Davetli Paneli

Nükleer, Plazma ve Hızlandırıcı Teknolojileri Paneli

Bşk. Prof. Dr. Saleh SULTANSOY
(TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniv.)

"21. yüzyılın stratejik (kritik, jenerik) teknolojilerinin ilk sıralarında yer alan parçacık hızlandırıcıları gelişmiş ülkelerin AR-GE sisteminde istisnai yere sahiptir."

Saleh SULTANSOY



Saleh SULTANSOY (SULTANOV)

Prof. Dr.

Kısa Özgeçmiş

23 Mayıs 1952 tarihinde Azerbaycan'ın Bakü şehrinde doğdu. 1974 yılında Bakü Devlet Üniversitesi Fizik Fakültesinden mezun oldu ve aynı yıl Azerbaycan Milli Elmler Akademisi Fizik Enstitüsünde çalışmaya başladı. 1979-1989 yıllarında eş zamanlı olarak Doğu Bloğunun en büyük hızlandırıcı merkezi olan Yüksek Enerji Fiziği Enstitüsü'nde (Serpukhov, Moskova vilayeti) çalıştı. Burada 1985 yılında doktora unvanını aldı. 1989 yılında Nobel Ödülü sahibi Prof. Dr. Muhammed Abdus Salam'ın davetiyle ICTP (Trieste) merkezini ziyaret etti. 1991 yılında Japonya Hızlandırıcı Kurumunun (KEK) davetiyle Tsukuba Bilim Kentini ziyaret etti ve çeşitli üniversite ve araştırma merkezlerinde seminer ve konferanslar düzenledi. 1993 yılında Ankara Üniversitesi Fizik ve Fizik Mühendisliği bölümlerine davet edildi. Burada Yüksek Enerji Fiziği ve Hızlandırıcı Fiziği araştırma gruplarını kurdu. 1996 yılında Ankara Üniversitesi ile Almanya'nın en büyük ulusal araştırma merkezi olan DESY (Hamburg) ile Bilimsel İşbirliği Anlaşmasının imzalanmasını ve 1997 yılında Ankara Üniversitesinin CERN ATLAS deneyine katılımını sağladı. 1993-1994 yıllarında Ankara ve Gazi üniversiteleri öğretim üyelerinden oluşan 15 kişilik alim grubu ile birlikte Türk Bilim Kenti projesini hazırladı. 1993 yılında Bölgesel Hızlandırıcı Merkezi ile ilgili ilk makaleyi Turkish Journal of Physics dergisinde yayınlattı. 1997 yılından itibaren DPT (Kalkınma Bakanlığı) tarafından desteklenen Türk Hızlandırıcı Kompleksi projesinin 1. aşamasının yürütücülüğünü yaptı. 1999-2000 yıllarında DESY Genel Direktörü ve ICFA (Uluslararası Gelecek Hızlandırıcılar Komitesi) başkanı Prof. Dr. Bjorn Wiik'in davetiyle THERA projesini hazırlamak üzere Hamburg'da çalıştı. Bilimsel çalışmalara ilaveten, Almanya'daki Türk gençlerini bilime yönlendirmek için Hamburg ve diğer kentlerde "Türkler ve Bilim: Dün, Bugün, Yarın" başlıklı seminer dizisi düzenledi.

2001-2006 yıllarında Gazi Üniversitesinde çalıştı. 2002-2005 yıllarında Türk Hızlandırıcı Kompleksi projesinin 2. aşamasının yürütücülüğünü yaptı. 2002 yılında GÜ Bilim ve Teknoloji Stratejileri Araştırma Merkezini kurdu. 2007 yılından itibaren TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesinin öğretim üyesidir. CERN’de ATLAS deneyinde (1997 yılından itibaren), LHeC (2009 yılından itibaren) ve FCC (2015 yılından itibaren) projelerinde çalışmaktadır. ATLAS 2012 yılında Higgs bozonunu keşfeden iki deneyden biridir. LHeC Türk bilim insanlarının CERN meslektaşları ile birlikte önerdiği ve 2020’lerde kurulması planlanan linak-halka tipli elektron-proton çarpıştırıcısıdır. FCC 2030’larda kurulması planlanan 100 TeV kütle merkezi enerjili proton-proton çarpıştırıcısıdır, Türk grubu FCC bazında kurulacak enerji ön cephesi lepton-hadron ve foton-hadron çarpıştırıcılarından sorumludur. Uluslararası saygınlığı ile bilinen bilimsel ve SCI’te taranan dergilerde yayımlanmış yedi yüzün (700) üzerinde makalenin yazarıdır. Bu makalelere 20 binin üzerinde atıf yapılmış, h-index’i 57’dir. Parçacık Fiziği ve Hızlandırıcılar ile ilgili çalışmalarıyla birçok yeni kuram ve kavramlar geliştirmiştir. Çok sayıda ulusal ve uluslararası konferansın düzenleme ve danışma kurullarında yer almış ve çağrılı konuşmacı olarak katılmıştır.

2013 yılında Türk Fizik Derneği Prof. Dr. Engin Arık ödülünü, 2016 yılında Türk Dünyası Kıvılcık Elma Bilim ödülünü (Prof. Dr. Aziz Sancar ve Prof. Dr. Bürkit Ayagan ile birlikte) almıştır.

KALKINMAYI HIZLANDIRAN TEKNOLOJİ: PARÇACIK HIZLANDIRICILARI

Saleh SULTANSOY

*Prof. Dr., TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara,
ssultansoy@etu.edu.tr*

ATLAS, LHeC and FCC Collaborations, CERN.

Özet

21. yüzyılın stratejik (kritik, jenerik) teknolojilerinin ilk sıralarında yer alan parçacık hızlandırıcıları gelişmiş ülkelerin AR-GE sisteminde istisnai yere sahiptir. ABD Enerji Bakanlığının 2003 yılında yayınladığı “**Accelerator Technology for the Nation**” başlıklı beyanatta hızlandırıcıların önemi “*From biology to medicine, from materials to metallurgy, from elementary particles to the cosmos, accelerators provide the microscopic information that forms the basis for scientific understanding and applications*” şeklinde vurgulanmıştır. Gelişmiş ülkelerin her biri birkaç Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarına sahiptir (ABD 7 adet, Rusya 5 adet, Almanya 4 adet, Japonya 3 adet, Güney Kore 2 adet, Çin 3 adet, ...). Örnek olarak: **Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY (Hamburg, Almanya)** 1959 yılında kuruldu. Yıllık cari bütçesi 230 milyon €. 1 500’ü alim ve mühendis olmak üzere 2 300 tam zamanlı personel. Her yıl 3000 misafir araştırmacıya ev sahipliği yapıyor. Avrupa’nın X-FEL tesisi burada kuruluyor. Maliyeti ~2 milyar €.

Hızlandırıcıların uygulama alanlarını üç ana başlıkla göstermek olur:

- **Parçacık Fiziği ve Nükleer Fizikte Temel Araştırmalar.** Örnek: Elektrozayıf ve kuvvetli etkileşmelerin Standart Modeli (19. yüzyılda elektro-manyetik birleşmenin analogu).
- **Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Nesnelerin Analizi.** Örnek: İnsan Genomu (Sinkrotron Işınımı ve Nötron Spallasyon kaynakları olmadan mümkün olmazdı).

- **Maddenin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özelliklerinin Modifikasyonu.** Örnek: İyon İmplantasyonu (çağdaş mikro-elektronüğün temel taşı).

Türkiye ve genel olarak coğrafyamızda mevcut olan boşluğu doldurmak için 1993 yılında **Türk Hızlandırıcı Kompleksi** (TAC – Turkic Accelerator Complex) projesi önerilmiştir. 1997 yılından itibaren DPT tarafından desteklenmektedir. TAC projesi temel parçacık fiziğine yönelik Linak-Halka tipli Super-Charm Fabrikasını, pozitron halkası temelinde sinkrotron ışınımı kaynağını, linak bazlı serbest elektron lazerini ve GeV enerjili proton hızlandırıcısını içeriyor. Bunlardan birincisi “**Maddenin kudret-i zerriyesi**”nin ülkemizde de incelenmesi bakımından, sonuncusu ise **Toryumun enerji kaynağı** olarak kullanılması bakımından istisnai öneme sahiptir.

“**Maddenin kudret-i zerriyesi**” en ileri düzeyde CERN’de araştırılmaktadır. Türkiye bu araştırmalara etkin bir şekilde katılmak zorundadır. Bu sayede üç stratejik teknolojiye (**hızlandırıcı, algıç ve bilişim**) atılım yapabiliriz. Hatırlatma: **World Wide Web** 1989 yılında CERN’de icat edildi.

Anahtar Sözcükler: Hızlandırıcı teknolojileri, CERN, Türk Hızlandırıcı Kompleksi.

Abstract

Particle accelerators which are placed in the first lines among strategic (critical, generic) technologies of the 21st century have exceptional times in developed countries' R&D system. In a statement entitled "**Accelerator Technology for the Nation**" published by the US Department of Energy in 2003, the emphasis of accelerators is on "*From biology to medicine, from materials to metallurgy, from elementary particles to the cosmos, accelerators provide the microscopic information that forms the basis for scientific understanding and applications.*" Each of the developed countries has several National Accelerator Laboratories (7 in the USA, 5 in Russia, 4 in Germany, 3 in Japan, 2 in South Korea, 3 in China, ...). For example: **Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY (Hamburg, Germany)** was founded in 1959. The annual current budget is € 230 million. 2 300 full-time staff, including 1 500 scientists and engineers. Every

year, 3 000 guests are hosting researchers. The X-FEL facility in Europe is set up here. The cost is ~ 2 billion €.

The application areas of accelerators can be shown in three main headings:

- **Basic Research in Particle Physics and Nuclear Physics.** Example: Electrolyzed and strong interactions with Standard Model (electromagnetic coupling analogue in the 19th century).
- **Analysis of Physical, Chemical and Biological Objects.** Example: Human Genome (not possible without Synchrotron Radiation and Neutron Spallation sources).
- **Modification of physical, chemical and biological properties of the material.** Example: Ion Implantation (the cornerstone of contemporary microelectronics).

The **Turkic Accelerator Complex (TAC)** project was proposed in 1993 to fill the gap that exists in Türkiye and in our geography in general. It has been supported by SPO since 1997. The TAC project includes the Linac-Ring Super-Charm Factory for basic particle physics, a synchrotron radiation source based on the positron ring, a linac-based free electron laser and a GeV energy proton accelerator. The first of these has an exceptional prescription for the examination of the "**Power of particles of the substance**" in our country, and the latter for the use of **Thorium as an energy source**.

"**Power of particles of the substance**" is being investigated at CERN at the most advanced level. Türkiye has to participate actively in these researches. In this regard, we can make breakthroughs in three strategic technologies (**accelerator, detector and IT**). Reminder: the **World Wide Web** was invented at CERN in 1989.

Keywords: Accelerator technologies, CERN, Turkic Accelerator Complex.

1. Giriş

Sen geçenlerde demiştin ki:
 «Yazık hâlâ biz,
 Dünkü ilmin bile bîgânesiyiz, câhiliyiz.
 İşte fikdâni bu ihmâl edilen ma'rifetin,
 Nesli bir acze düşürmüş ki, bugün, memleketin,
 Bir yığın kuvveti var, hem ne tabî'î de, henüz,
 Biz o kuvvetlere eller gibi hâkim değiliz!

**Yarımın ilmi nedir, halbuki? Gâyet müdhiş:
 «Maddenin kudret-i zerriyesi» uğraştığı iş.**

O yaman kudrete hâkim olabilsem diyerek,
 Sarf edip durmada birçok kafa binlerce emek.
 Onu bir buldu mu, artık bu zemin: Başka zemin.
 Çünkü bir damla kömürden edecekler te'min,
 Öyle milyonla değil; nâ-mütenâhî kudret! ...»

İbret al kendi sözünden, aman oğlum, gayret!

Mehmet Akif Ersoy, 1919

Bugün “maddenin kudret-i zerriyesi” en ileri düzeyde **CERN**'de inceleniyor. Bu çalışmalara etkin bir şekilde katılmamız. “Maddenin kudret-i zerriyesi”ni ülkemizde de inceleyebilmemiz için **Türk Hızlandırıcı Kompleksini** en kısa zamanda kurmalıyız. Asım'ın nesline önemle duyurulur!

2. En STRATEJİK Strateji

Muasır medeniyet seviyesinin temelinde doğru belirlenmiş, etkin Bilim ve Teknoloji stratejisi yatıyor. Anglosaksonların ve genel olarak Batının yükselişinin asıl nedeni son yüzyıllarda bilim ve dolayısıyla teknoloji alanlarında gerçekleştirdikleri atılımdır. **Japonya ve Güney Kore faz geçidini 15 yılda başardı!** Aşağıdaki Tabloda Japonya, G. Kore, Türkiye ve İsrail'in kişi başına gayrisafî millî hasılası ve AR-GE harcamaları karşılaştırılmıştır.

Ülke	Kişibaşına GSMH (US \$)		Ar-Ge/GSMH (%) 2010 (Dünya B)	Kişibaşına Ar-Ge (US \$) 2010 (Dünya B)
	1955 (BM)	2010 (Dünya B)		
Türkiye	300	10,000	0.9	90
Japonya	280	42,000	3.3	1400
G. Kore	70	21,000	3.8	800
İsrail	??	29,000	4.0	1200

1955 ile 2010 arasında aşikâr görünen değişimin nedeni İlim-İrfan'ın ayrılmaz parçası olan Doğa Bilimlerine (Göklerdeki ve Yerdeki Ayetlere) yaklaşım farkıdır. Tarih boyunca Bilim ve Teknolojide önde olan toplumlar dünyayı yönetmiştir.

Gelişmiş ülkelerin AR-GE altyapılarını irdelersek üç ana model ortaya çıkıyor: Anglosakson modeli (en etkin örneği ABD), Kıta Avrupası modeli (en etkin örneği Almanya) ve Uzak Doğu modeli (en etkin örnekler Japonya ve Güney Kore). Son modelin özelliği kalkınmanın kısa sürede sağlanmasıdır.

Konu bazında baktığımız zaman 21. yüzyılın çehresini belirleyecek: ~ 10 stratejik (kritik, jenerik) teknoloji, ~ 10 öncelikli (temel) araştırma alanı, ~ 250 alt-alan saptanmıştır. **Bütün modellerin ortak özelliği:**

- **Stratejik teknolojiler ve temel araştırma alanlarının hepsinde binlerce bilim insanının çalıştığı en azından birer ulusal araştırma merkezi** (laboratuvarı, enstitüsü, kurumu)
- Alt-alanların birçoğunda (yüzlerce çalışanı olan) orta çaplı araştırma merkezleri gelişmiş ülkelerin her birinde kurulmuştur.

2.1. AR-GE Harcamaları

Dünya standartlarına göre AR-GE harcamalarının eşik değerleri:

AR-GE/GSMH	Asgari	Optimum
1970'ler	% 1	> % 2
2010'lar	% 2	> % 3

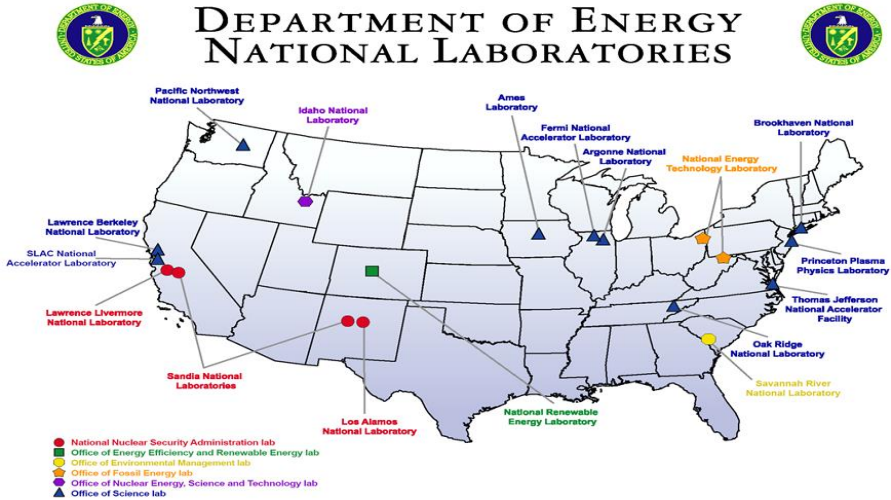
2003 yılından itibaren alınan BTYK kararlarına (5 yılda % 2, 10 yılda % 3) rağmen, Türkiye hâlen 1970'lerin asgari düzeyini yakalayamamıştır.

AR-GE sistemi üç ana kısımdan oluşuyor: Temel araştırmalar, Uygulamalı araştırmalar ve İnovasyon. Gelişmiş ülkelerde bu kısımlara toplam AR-GE harcamalarında ayrılan paylar: % 15-20, % 20-25 ve % 55-65 civarındadır (Güney Kore % 18, % 18 ve % 64). Temel araştırmaların finansmanı kamu (devlet) tarafından sağlanmaktadır. Uygulamalı araştırmaların finansmanı: kamu \approx % 50, özel sektör \approx % 50. İnovasyon ise $>$ % 90 özel sektör.

Gençlerimizin temel bilim bölümlerini seçememesinin ana nedeni istihdam problemidir. Bu problemin çözümü Ulusal Laboratuvar Sistemimizi kurmamıza ve Temel araştırmalara azami bütçe ayrılmamıza bağlıdır.

2.2. Ulusal Laboratuvarlar Sistemi

AR-GE'ye ayrılan harcamalar kadar bu harcamaların etkin bir şekilde yapılması da çok önemlidir. Gelişmiş ülkelerin AR-GE altyapısının ana eksenini Ulusal Araştırma Laboratuvarlar Sistemi oluşturmaktadır. Örneğin ABD'de Ulusal Laboratuvarların çoğu Enerji Bakanlığına bağlıdır. Bunlardan 7'si doğrudan Hızlandırıcı Laboratuvarıdır. Benzer sistemler Almanya, Fransa, İngiltere, Rusya, Çin, Hindistan gibi birçok söz sahibi ülkede mevcuttur.



2.3. Bilim Kentleri

Uzak Doğu modelinin ana eksenini (Axis Mundi) Bilim Kentleri oluşturuyor. Yukarıda bahsettiğimiz ulusal ve alt-alan laboratuvarlarının çoğu Japonya'da Tsukuba, Güney Kore'de Daedeok bilim kentlerinde kurulmuştur.

Japonya Tsukuba Bilim Kentini 1964 yılında kuruyor, 1970'ler Japon mucizesi. Güney Kore Daedeok Bilim Kentini 1973 yılında kuruyor, 1980'ler Kore mucizesi. İlk Türk Bilim Kenti (Ankara Temel Araştırmalar Merkezi - ATAM) projesi 1994 yılında önerildi ve ilgili Kanun Tasarısı TBMM'ne sunuldu...

Aşağıdaki iki resimde Daedeok (G. Kore) ve Tsukuba (Japonya) bilim kentlerinin görüntüsü verilmiştir. Güney Kore Sejong'da ikinci Bilim Kentini kurmaya başladı, 5 yıllık süre için ayrılan harcama 40 milyar dolar (yani Türkiye'nin 5 yıllık toplam AR-GE harcamasından fazla).



3. Kalkınmayı Hızlandıran Teknoloji

Bu başlık 2004 yılında Ankara Ticaret Odasının desteğiyle düzenlediğimiz 2.Ulusal Parçacık Hızlandırıcıları ve Uygulamaları kongresinin şiarı olarak kabul edilmişti. Gerçekten de, Hızlandırıcı teknolojisine sahip olmadan diğer stratejik teknolojilerin, öncelikli alanların ve alt-alanların birçoğunu geliştirmek imkânsızdır.

Hızlandırıcıların uygulama alanlarını üç ana başlıkla göstermek olur:

- **Parçacık Fiziği ve Nükleer Fizikte Temel Araştırmalar.** Örnek: Elektrozayıf ve kuvvetli etkileşmelerin Standart Modeli (19.yüzyılda elektro-manyetik birleşmenin analogu).
- **Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Nesnelerin Analizi.** Örnek: İnsan Genomu (Sinkrotron Işınımı ve Nötron Spallasyon kaynakları olmadan mümkün olmazdı).
- **Maddenin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özelliklerinin Modifikasyonu.** Örnek: İyon İmplantasyonu (çağdaş mikro-elektronüğün temel taşı).

Hızlandırıcı teknolojisinin önemini vurgulamak için ABD Enerji Bakanlığını 2004 yılında yayınladığı “Accelerator Technology for the Nation” başlıklı beyanının giriş kısmını aşağıda veriyorum:

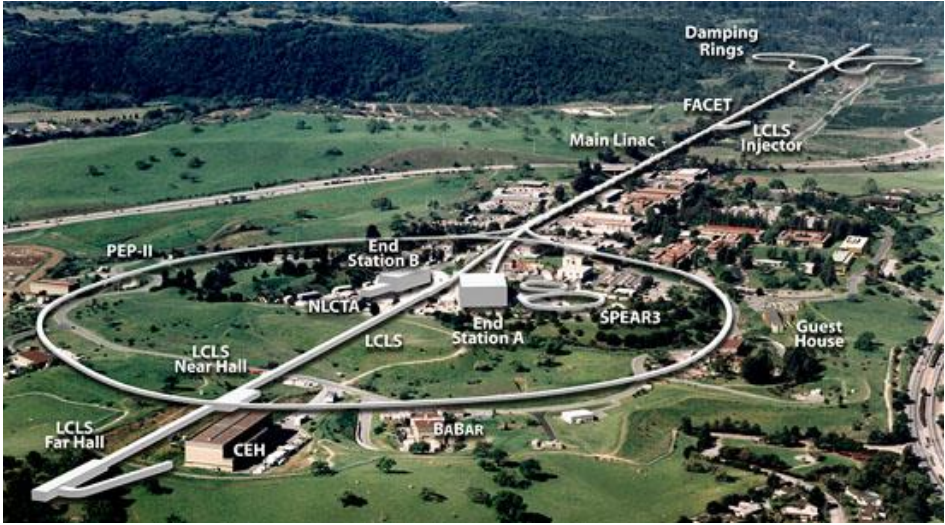
“**Hızlandırıcılar**, Bilim Ofisinin her etkinliğinin ve giderek artan bir oranda **bütün bilim müessesesinin temelini oluştururlar**. Biyolojiden tıba, malzemelerden metalürjiye, temel parçacıklardan kozmosa, **hızlandırıcılar bilimsel anlayış ve uygulamaların temelini oluşturan mikroskobik bilgiyi sağlarlar**. Zemin ve uydu bazlı gözlemlerinin ve parçacık hızlandırıcılarının kombinasyonu dünyamızla, gökadamızla, evrenimizle ve kendimizle ilgili olan anlayışımızı ilerletecektir.”

Bu beyanattan esinlenerek “**Accelerator Technology for the Mankind**” başlıklı bildiri hazırladım ve 2006 yılında düzenlenen Avrasya Nükleer Bilimler ve Uygulamaları konferansında sunum yaptım. 2009 Ekim ayında Washington

DC’de “**Accelerators for America’s Future**” başlıklı toplantında ABD’nin hızlandırıcılarla ilgili yeni stratejisi belirlendi.

3.1. Silikon Vadisi’nin Temel Taşı – SLAC

SLAC National Accelerator Laboratory (Silicon Valley, USA). 1962 yılında kuruldu. Kuark modeli burada kanıtlandı. Dünyadaki ilk X-FEL tesisi 2009 yılından itibaren burada çalıştırılıyor.



3.2. Tsukuba Bilim Kentinin Temel Taşı – KEK

Aşağıdaki resimde Japonya’nın ulusal hızlandırıcı laboratuvarlarından en büyüğü olan KEK gösterilmiştir. Büyük halkanın çevresi 6 km'dir.



KEK – Japonya Hızlandırıcı Kurumu. Temeli 1964 yılında Tsukuba Bilim Kentinin ilk tesisi olarak atılmıştır. Madde-antimadde asimetrisini inceleyen en etkin parçacık fabrikası burada çalışmaktadır.

ABD, Japonya, Almanya, İngiltere, Fransa, G.Kore, Rusya, Çin, Hindistan'ın hepsinde birkaç tane Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı mevcuttur.

4. TAC (Turkic Accelerator Complex) Projesi

Ulusal Yüksek Enerji Fiziği (YEF) merkezinin kurulması fikri Eylül 1991'de Prof. Dr. Engin ARIK ve Prof. Dr. Asim BARUT ile Bodrum'da düzenlenen Uluslararası Yaz Okulu esnasında yaptığımız sohbet sırasında doğdu. Aynı yılın Kasım ayında KEK'te (Japonya) düzenlenen Uluslararası YEF konferansında kurulacak ulusal merkezimizin mutlaka KEK benzeri bir hızlandırıcı kompleksine sahip olması gerektiğini düşündüm. Bu kompleks bir taraftan çeşitli hızlandırıcı teknolojilerini içermeli, diğer taraftan ise hem temel, hem de uygulamalı araştırmalar yapmaya imkân sağlamalıydı. İstenen özellikleri taşıyan linak-halka tipli charm-tau fabrikası projesi ile ilgili bildiri 1992 yılında düzenlenen Türk Fizik Derneği kongresinde sunuldu ve 1993 yılında Türk Fizik Dergisinde yayınlandı. Konu ile ilgili "Plenary ECFA – CERN Meeting" (25-26 November 2010, CERN) toplantısında yaptığım sunumdan iki slayt aşağıdadır.

THE CORNESTONE OF THE TAC PROJECT: LINAC-RING TYPE SUPER-CHARM FACTORY

Saleh Sultansoy

TOBB ETÜ, Ankara
Institute of Physics, Baku

S. SULTANSOY

25.11.2010 CERN

1

Birth of TAC

Region means: **Mid East + Balkans +
Caucasus + Central Asia**

Doga - Tr. J. of Physics
17 (1993) , 591 - 597.
© TÜBİTAK

Regional Project for Elementary Particle Physics Linac-Ring Type e^+e^- Factory *

Saleh F. SULTANSOY
Institute of Physics, Academy of Sciences,
Baku-AZERBAIJAN

Received 25.1.1993

Abstract

Linac-ring type e^+e^- collider with $\sqrt{s} = 3-5$ GeV is proposed as the regional project for elementary particle physics. It is shown that modern accelerator technology makes it possible to achieve luminosity $\mathcal{L} = 10^{34} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$. The possible physical goals of this machine in investigation of charmed particles, τ -lepton and ν_τ properties is briefly discussed.

1. Introduction

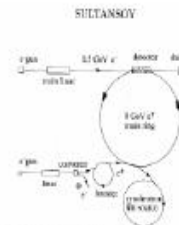


Figure 1. The proposed scheme for linac-ring e^+e^- factory

Table 1. Basic parameters of linac-ring e^+e^- factory

Parameters	e^+ -linac	e^- -ring
Energy (GeV)	0.6	8.0
\sqrt{s} (GeV)	-	4
Radius (m)	-	100
Length (m)	50	-
Particles per bunch, n (10^{12})	0.1	10
Collision rate, f_c (MHz)	-	30
Bunches per ring, k	-	60
Current, I (mA)	5	500
Energy loss/turn, ΔE (MeV)	-	3.6
Power (MW)	2.5	> 1.7
Beam size at IP, $\sigma_{x,y}$ (μm)	1	1
Δx_{IP} at IP (cm)	-	0.25
Bunch length, σ_z (cm)	0.1	0.2
Luminosity, \mathcal{L} ($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	-	$2.4 \cdot 10^{34}$

d) Synchrotron radiation. There are two possibilities: 1) to use the main positron ring as the source of synchrotron radiation; 2) to construct a new ring for this purpose. Let

S. SULTANSOY

25.11.2010 CERN

3

TAC projesi 1997 yılından itibaren DPT (şimdiki Kalkınma Bakanlığı) desteği ile sürdürülmektedir. 1997-2000 yıllarını kapsayan ilk aşamada Hızlandırıcı teknolojilerinin gelişmiş ülkelerdeki hâli irdelenerek Türkiye’de yapılması gerekenler belirlendi. İkinci aşamada (2002-2005) TAC projesinin genel tasarım raporu hazırlandı. Bu aşamada TAC projesi:

- temel parçacık fiziğine yönelik Linak-Halka tipli Super-Charm Fabrikası,
- pozitron halkası temelinde sinkrotron ışınımı kaynağını,
- linak bazlı serbest elektron lazerini,
- GeV enerjili proton hızlandırıcısını içeriyordu.

Bunlardan **birincisi “Maddenin kudret-i zerriyesinin” ülkemizde de incelenmesi** bakımından, **sonuncusu ise Toryumun enerji kaynağı olarak kullanılması** bakımından istisnai öneme sahiptir.

Maalesef, teknik tasarım raporu ve küçük çaplı eğitim amaçlı hızlandırıcı kurulması içeren 3. aşama (2006-2010) zamanında tamamlanamadı ve 2015 yılına kadar uzadı. 2009 yılında kurulması gereken eğitim amaçlı normal iletken hızlandırıcı TARLA isimli kullanıcı amaçlı süper iletken hızlandırıcıya dönüştürüldü ve tamamlanması 2019 yılına sarktı... Aslında bağımsız bir projeye dönüşen TARLA hızlandırıcısı acilen TAC kapsamının dışına çıkarılmalıdır. Aksi takdirde Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı projesi olarak önerilen TAC’ı TARLA’ya gömmüş oluruz. TAC’ın finansmanı 2010 yılından itibaren de-facto (fiilen) ve 2015 yılından itibaren de-jure (hukuken) kesilmiştir. TAC projesi ile ilgili çalışmaların TARLA’nın bitimine dek durdurulması, onarılması mümkün olmayacak feci bir hatadır! **Muasır medeniyet seviyesinin üzerine çıkmayı amaçlıyorsak bu hata en kısa zamanda düzeltilmelidir.**

5. Sonuç

Sonuç olarak:

- AR-GE harcamalarımızı GSMH’mizin % 3’ünün üzerine çıkarmadan,
- Ulusal Laboratuvar Sitemimizi oluşturmadan,
- Türk Hızlandırıcı Kompleksini kurmadan

sürekli ve hızlı **kalkınmadan bahsetmek abesle-iştigaldir.**

Kaynakça

- [1] Sultansoy, S. (25-26 Ekim 2001). *Parçacık hızlandırıcıları: dün, bugün, yarın*. 1.Ulusal Parçacık Hızlandırıcıları ve Uygulamaları Kongresi, Ankara. <http://www.taek.gov.tr/uphuk1/CAGRILI/7.pdf> adresinden erişilebilir.
- [2] U.S. DoE. *Accelerators for America's Future*. <http://www.acceleratorsamerica.org/> adresinden alınmıştır.
- [3] Sultansoy, S. (31 Oct - 3 Nov 2006). *Accelerator technology for the mankind*. 4th Eurasian Conference on Nuclear Science and Its Application, Baku. Azerbaijan. <http://inspirehep.net/record/731233> adresinden erişilebilir.
- [4] Etişken, Ö. (2011). Türkiye'nin mega projesi: Türk hızlandırıcı merkezi. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, S 524, 54-59.
- [5] Arık, M vd. (2012). Yeşil nükleer enerji–proton hızlandırıcıya dayalı toryum yakıtlı enerji sistemi. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, S 537, 46-50.
- [6] Sultansoy, S., Şahin, S. ve Ünal, S. (Şubat 2015). Türkiye’de toryum: enerji, ekonomi ve siyasette fırsatlar. *TENVA*, S 2.
- [7] Sultansoy, S. (2016). En stratejik strateji: gelişmiş ülkelerin ar-ge altyapıları ve Türkiye için öneriler. *Yeni Türkiye Dergisi*, S 89, 355-364.
- [8] SLAC. <https://www6.slac.stanford.edu/> adresinden alınmıştır.
- [9] KEK. <https://www.kek.jp/en/index.html> adresinden alınmıştır.
- [10] U.S. DoE. *National Labs*. <https://www.energy.gov/national-laboratories> adresinden alınmıştır.



Çetin ERTEK
Doç. Dr.
Kısa Özgeçmiş

Tahsil:

- 1955-58 B. Sc. Fizik, İstanbul Üniversitesi.
- 1958-59 B. Sc. Matematik, İstanbul Üniversitesi (birincilikle).
- 1959-61 Master Londra Üniversitesi UK.
- 1964 Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı İleri Reaktör Fiziği ve Nükleer Mühendislik Sertifikası, Polonya.
- 1966 Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı İleri Reaktör Fiziği ve Nükleer Mühendislik Sertifikası, Norveç.
- 1968 Doktora (Dr. Rer. Nat) Reaktör Fiziği ve Nükleer Mühendislik, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi ve Amerikan Brookhawn Milli Laboratuvarı ile birlikte Dr. Herbert Kouts'un İdaresinde (kendisi Başkan Bush'un ilmi danışmanı olarak çalışmıştır).
- 1969-70 Notre Dame Üniversitesinde Insliona Sounth Benol, Chicago ABD'de asistan profesör olarak çalışmıştır.
- 1977 İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesinde Doçentliğini almıştır.
- 1983 Viyana Teknik Üniversitesinden Doçentlik titrini almıştır.

Deneyim:

- 1960 Belçika'da Belgonucleous'de Reaktör Fizikçisi olarak çalışmıştır.
- 1964-69 İstanbul Teknik Üniversitesi Nükleer.

- 1961-69 Çekmece Nükleer Araştırma Merkezinde Grup Başkanı olarak çalışmıştır.
- 1969-1970 ABD’de Notre Dame Üniversitesinde asistan profesör olarak çalışmıştır.
- 1970-76 Çekmece Nükleer Araştırma Merkezinde Grup Başkanı olarak çalışmıştır.
- 1976-81 Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Seibendorf Laboratuvarlarında ASTM Standartları araştırmalarında bulunmuştur.
- 1981 Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, Seibendorf Laboratuvarı Fizik Bölüm Başkanı.
- 1981-93 Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Pu-U, Mix Oksit (Mox),Uranyum, Plutanyum Üretim Fabrikaları, Zenginleştirme Fabrikaları Güvenlik Müfettişi, Japonya, Kore, Tayvan Reaktörlerinin ve Arjantin, Şili, Peru ve Kolombia Reaktörlerinin Uluslararası Müfettişi.
- 1976-97 Avusturya Atom Enstitüsünde Master Doktora çalışmaları yöneticisi.
- 128 Adet makale, rapor, tez çalışmaları vardır.

TÜRKİYEMİZİ ELEKTRİK ENERJİSİNE DOYURACAK DÖRT KESTİRME YOL

Çetin ERTEK

Doç. Dr. ÇNAEM (E.), Dikili / İzmir.

Özet

Türkiyemizi elektrik enerjisine doyuracak dört kestirme yol şunlardır: (1) ergimiş tuzlu Toryum reaktörleri, (2) CANDU Kanada tipi reaktörlerde Toryum kullanılması, (3).çakıl taşı tipli Toryum reaktörü, (4) hızlandırıcı yardımıyla kullanılan Toryum reaktörleri.

1. Ergimiş tuzlu Toryum reaktörleri

Bu reaktörlerde yakıt ergimiş toryum tuzudur. Sıvı yakıt sistemde Toryum tuzu kullanılır. İkinci Cihan Harbinden önce Amerika'da başarı ile elektrik enerjisi üretmiş, 20-30 sene çalışmış nükleer reaktörlerdir. Sistem patlamaz, çünkü kalbin ortasında bir mekanizma, reaktör aşırı ısındığı zaman kendiliğinden erir ve reaktörü emniyetli bir şekilde kapatır. Bu kendini kabul ettirmiş sistem, atom bombası yapma kabiliyetine sahip olmadığı için, İkinci Cihan Harbinin başlamasından önce terk edilmiştir.

2. CANDU Kanada Tipi Reaktörler

Bu tip reaktörler yıllarca Kanada'nın elektrik enerjisini sağlamıştır ve hâlâ sağlamaktadır. Aslında tabii uranyumu kullanır. Moderetör olarak ağır su kullanılır. Hafifçe zenginleştirilmiş uranyum kullanılırsa, ağır su kullanmak ihtiyacı ortadan kalkar. Son derece de emniyetli reaktörlerdir. Basınçlı Reaktörler gibi (PWR, BWR) büyük kazan kullanma durumu bunlarda yoktur. Reaktör yatay durumda çalışır. Büyük kazan yerine yakıtlar küçük guruplar hâlinde (yakıt demetleri hâlinde) yatay olarak basınçlı tüpler içindedir. Yakıt değiştirileceği zaman tüpün başından itilir öbür taraftan kendiliğinden dışarı düşer. Böylece

yakıt değiştirmek son derece kolay ve tehlikesizdir. İşlevseldir. Basınçla ilgili problemler kökünden halledilmiştir. Problemler basınç tipi derhâl kendini belli eder ve derhâl sistemden dışarı alınır. Şu anda, Kanada'da, bir Türk asıllı uzmanımız, Uranyumun yanında Toryum yakıtlarını CANDU reaktörlerinde ışınlamaktadır. Kendisi ile temas kurulmuştur. CANDU tipi reaktörlerin kalplerinin hemen dışında 'blanket' dediğimiz geometride Toryum kullanılabilir. Bütün Toryum-232 atomlar çok kısa zamanda fisyon yapabilen (U-235 ten daha iyi) Uranyum-233'e dönüştürülür. Reaktör kalbine de Toryum çubukları konulabilir. Toryum çekirdekleri Uranyum-233'e dönüştükleri için reaktörün boyutları küçülür, reaktivite artar. Toryum atıkları, Uranyum atıklarından çok daha az radyoaktiftir. İstenmeyen tehlikeli atıklar Toryumlu reaktörlerde yakılabilir.

3. Çakıl Taşı Tipli Toryum Reaktörü

Bu reaktörlerde, ısı çok yüksektir. Özel yapılmış Toryum, tenis toplarını andırır. Kontrolü borular içindeki nötron yutucu toprak yapar. 650-700 °C'ta çalıştığı için, bu reaktörler Hidrojen de üretebilir. Hem elektrik enerjisi elde ederken bir yandan da hidrojen gazı elde eder. Bu gaz otomotiv alanında kullanılır. Bu tip reaktörler yüksek ısıda çalıştıkları için verimleri çok yüksektir. İki amaçlı kullanılması büyük avantaj sağlar.

4. Hızlandırıcı Yardımıyla Kullanılan Toryum Reaktörleri

Bu tip Toryum reaktörü 1 GeV enerjiye kadar hızlandırılmış protonları kullanır. Protonlar kurşun hedefe çarptırılır. Kurşundan öbek öbek çıkan nötronlar Toryuma çarptırılır. Spallation (çatallanma) reaksiyonu yaptırılır. Çok yüksek enerji çıkar. Her enerjideki nötronlar bu reaksiyonu yaptırma kabiliyetine sahiptir. Her zaman olduğu gibi ısı, elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu yolu literatüre kazandıran Prof. Dr. Carlo Rubbia'dır. Daha önceden Fizik Nobel Ödülünü kazanmıştı. Bu konuda çok geniş kaynaklar "Enerji, Erozyon, Fizik ve Nükleer Fizik" kitabımdan bulabilirsiniz (Yalın Yayıncılık). Bu tip reaktörler, hızlandırıcı yardımıyla çalıştığından, düğmeye basıldığı zaman çalışır, düğmeye basıldığı zaman durur. Bu, öteki reaktörlerde bulunmayan bir özelliktir. Burada fisyon gibi zincir reaksiyonu olmamaktadır, reaktörün kontrolü çok daha

emniyetlidir. Reaktör, Plütonyum üretmediği için atom bombası yapılamaz. Toryuma burada onun için yeşil çekirdek diyoruz. Bu reaktör çok yüksek ücretlerle, öteki reaktörlerdeki tehlikeli atıkları yakma, yok etme kabiliyetine de sahiptir. Maalesef reaktörde kullanılan protonları 1 GeV hıza çıkararak hızlandırıcının fiyatı yüksektir. Bu reaktörler 300 sene sonra hiçbir iz bırakmadan işlevlerini bitirebilirler.

Carlo Rubbia bu tip reaktörleri, birebir olarak, gelecekteki füzyon reaktörleri ile de karşılaştırmıştır. Ç. Ertek'in kitabında bu karşılaştırmaya geniş yer ayrılmıştır. Bu tip reaktöre enerji amplifikatörü adı da verilir (EA). EA yakıt verimi bakımından, manyetik füzyon reaktörlerinden 4,12 katı daha verimlidir. EA'dan elde edilen yüksek kalitedeki ısı fiyatı 1-2 \$/Gjül civarındadır. Petrol ve doğalgaz bazlı kaynakların yüksek kaliteli ısı fiyatı 4 \$-5 \$/Gjül/kg'dır. Yanmış yakıtların değiştirme periyotları, EA için beş senede bir, iki hafta; manyetik füzyon için her 20 ayda iki aydır. EA'nın proton hüzmelerinden, periyodik değiştirilmesi gereken kısım, hüzmeye penceresidir (30 cm çapında 3 mm kalınlığında Tungsten levha); her sene değiştirilmesi gerekir. EA'nın ucuz olmasının sebebi, tasarım basitliği ve kendiliğinden emniyetli olmasıdır. EA reaktörlerinde kurşunu içine alan beton taşıyıcıda kurşun tamamen aksa, beton deponun içinde kurşun birikir (tekrar kullanılabilir). Sistemde biriken fisyon ürünleri, kimyasal bir kapalı devre yardımıyla, "solvent extraction" kullanılarak beş senede bir, iki hafta içinde sistemden çekilir. Bunların içinde çok önemli ve pahalı elementler de bu şekilde elde edilmiş olur. Protonların hızlandırılması (1 000 MeV enerjide) lineer hızlandırıcılarla olduğu gibi siklotronla da olabilir.

Toryumun nötron yutma kabiliyeti, nötronların geniş enerji yelpazesi içinde son derecede fazladır. EA'nın yakıtı uzun müddet bitmez. Öbür reaktörlerin yakıtları 20 GWd/ton (gigawatt-days/ton), 30 GWd/ton'da biterken EA'nın yakıtı 100 GWd/ton'a kadar dayanır. Bunlarda limit, yapı malzemelerinin radyasyona mekanik dayanıklılığı ile sınırlıdır. Kritik altı sistemde yakılan 780 kg Toryum, 200 ton Uranyum yakılmasına eşittir.



Beycan İBRAHİMOĞLU

Prof. Dr.

Kısa Özgeçmiş

1946 yılında Azerbaycan’da doğmuştur. 1971 yılında Azerbaycan Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuş daha sonra Doçent ve Profesör unvanı almıştır. 1979 yılında Azerbaycan MEB Bilim Teknik Daire Başkanlığı’nı yapmıştır.

1990 yılında Nahçıvan milletvekilliği, 1991-1992 yılları arasında Nahçıvan Başbakanlığı görevlerinde bulunmuştur. 1993 yılında Gazi Üniversitesi’nde Öğretim Üyesi olarak çalışmaya başlamış ve yakın zamanda emekli olmuştur.

1994 yılında Başbakanlık Askerî Baş Danışmanlığı’na bağlı özel projelerde bulunmuş, 1995-1997 yıllarında ise Hv. K. K.’lığına bağlı özel projelerde çalışmıştır.

1997’de MSB AR-GE özel projelerinin sorumlusu ve yürütücüsü olmuştur. Rusya Bilimler Akademisi’ne “Neosfer Dalı”nda yabancı üye seçilmiş ve Rusya Uygulamalı Matematik Enstitüsü tarafından Nobel Ödülü’ne adaylığı teklif edilmiştir.

GELECEĞİN ENERJİ KAYNAĞI: PLAZMA**Beycan İBRAHİMOĞLU¹, Seren Elifcan KIZIŞAR²**

¹*Prof. Dr. Anadolu Plazma Teknoloji Enerji Merkezi,
beycanibrahimoglu@yahoo.com*

²*Fizikçi, Anadolu Plazma Teknoloji Enerji Merkezi,
serenelifkizisar@gmail.com*

Özet

İnsanlığın temel ihtiyaçları olan aydınlanmadan ısınmaya, iletişimden ulaşımaya kadar pek çok alanda enerji kilit rol oynamaktadır. Dünyamızda artan nüfus ve tüketim ihtiyacı ile birlikte teknolojinin de gün geçtikçe gelişmesi enerjiye olan ihtiyacımızı artırmaktadır. Sanayi devriminden bu yana en popüler enerji kaynağı hâlâ fosil yakıtlar olsa da gelecekte çok daha çevre dostu ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelmesi üzerine hâlihazırda pek çok araştırma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Plazma, dünya çapında ilgilinin arttığı ülkemizde ise yeni yeni tanınmakta olan bir teknolojidir. Sanayinin pek çok kolunda uygulama alanı bulunan plazma özellikle enerji alanındaki araştırmalarda öne çıkmaktadır. Plazma, biyo-yakıt üretimi, gazlaştırma süreçlerinde kullanılması sonucu yan ürün olarak elektrik enerji sağlaması, enerji elde etmek üzere gerçekleştirilen süreçlerden daha fazla verim alınması konusunda alternatif enerji kaynağı olabileceği gibi füzyon reaksiyonları ile doğrudan enerji kaynağı da olabilmektedir. Bu konuda 1950'den beri yaklaşık 300 tokamak geliştirilmiştir. Teorik olarak açığa çıkardığı yüksek miktarda enerji ile nükleer reaktörlerin önüne geçen tokamak geleceğin enerji kaynaklarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Tokamak teknolojisi bizim için henüz uzak olsa da plazmanın avantajlarından faydalanarak dolaylı yollarla enerji kaynağı olarak kullanımı için bilimsel çalışmaların artması ve bu konudaki uygulamaların yaygınlaşması faydamıza olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Plazma fiziği, enerji, tokamak, füzyon.

Abstract

Energy plays a key role in essential needs of mankind, from lighting to heating, from communication to transportation. With the increasing population and consumption needs in our world, the development of technology also increases our need for energy. Even though, since the industrial revolution, the most popular source of energy is still fossil fuels, there have been a lot of research and studies carried out on the way to future-oriented, more environmentally friendly and sustainable energy sources. Plasma, a technology which is increasing worldwide in relevance is newly recognized in our country. Plasma, which has application areas in many branches of the industry, is especially prominent in the field of energy research. It can be an alternative energy in bio-fuel production, to provide energy supply as a by-product of gasification processes, in getting more efficiency from the processes realized to obtain energy as well as be a direct energy source through fusion reactions. In this regard, about 300 tokamaks have been developed since 1950. Theoretically, due to the high amount of energy that tokamak releases, it surpasses nuclear energy making it one of the important energy sources of the future. TOKAMAK technology is still quite a distant topic for us. Therefore increasing scientific work on its use as an indirect energy source by benefiting from the advantages of plasma and the widespread use of such applications within this subject will be beneficial.

Keywords: Plasma physics, energy, tokamak, fusion.

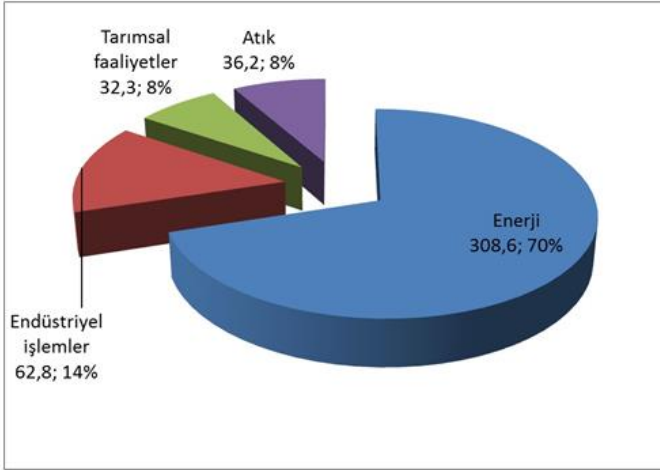
1. Giriş

İnsanlığın temel ihtiyaçları olan aydınlanmadan ısınmaya, iletişimden ulaşımaya kadar pek çok alanda enerji olmazsa olmazımızdır. Dünyamızda artan nüfus ve tüketim ihtiyacı ile birlikte teknolojinin de gün geçtikçe gelişmesi enerjiye olan ihtiyacımızı artırmaktadır. Sanayi devriminden bu yana en popüler enerji kaynağı hâlâ fosil yakıtlar olsa da gelecekte çok daha çevre dostu ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelmesi üzerine hâlihazırda pek çok araştırma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Gelişmiş ülkeler, fosil yakıtların tükenmek üzere olması aynı zamanda sebep oldukları zararlı salımlar ile doğaya her geçen gün daha fazla zarar vermeleri nedeniyle yenilenebilir ve

çevre dostu enerji kaynaklarının kullanımına geçmeye başlamışlar bunu teşvik etmişlerdir.

2. Enerji Kaynakları

Kullanmakta olduğumuz en büyük paya sahip enerji kaynağı fosil yakıtlardır. Fosil yakıtlar hidrokarbon ve yüksek oranlarda karbon içeren kömür, petrol ve doğal gaz gibi doğal enerji kaynaklarıdır. İçeriğinde bulundurduğu yüksek miktarda karbon nedeniyle, bugün küresel ısınma sorununun temelinde yatan sera gazı salımında önemli etkisi bulunmaktadır öyle ki küresel sera gazı salımının üçte ikisini oluşturmaktadır [1]. Özellikle ülkemizde hâli hazırda kullanılabilir tek enerji kaynağı olan kömür 2014 yılı verilerine göre 14,2 gigaton (toplam karbondioksit salımının % 44'ü) karbondioksit salımına neden olmuştur [2]. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Enerji Müdürlüğü'nün yayınlamış olduğu sera gazı salım envanterine göre % 70'lik kısım enerji üretiminden kaynaklanmaktadır:



Şekil 1. 2012 yılı sektörlere göre toplam sera gazı salımlarının dağılımı (Mton CO₂) [3].

Dünya genelinde sahip olunan mevcut teknoloji, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına hızlı bir geçişi zorlaştırmaktadır. Geçiş aşamasının iki koldan yürütüldüğünü söyleyebiliriz; birincisi yenilenebilir enerji kaynaklarına uygun teknolojiler üretilmesi, ikincisi geleneksel enerji kaynaklarının kullanı-

mında çevreye verilen zararı en aza indirgeyecek “temiz teknolojilerin” geliştirilmesi.

Plazma yöntemi ile kömürün gazlaştırılması ve yakılması bu çalışmaların içinde yer almaktadır. Türkiye’de Anadolu Plazma Teknoloji Merkezi, TKİ ile gerçekleştirilen 10 kW Mikrodalga Plazma Gazlaştırma Tesisi Kurulumu projesi ve yine TKİ ve EÜAŞ ile birlikte yürütülen Soma Termik Santraline 22 MW Plazma Yakma Sistemi Kurulumu projeleri ile bu konuda çalışmalarını sürdürmektedir. Soma termik santraline yerleştirilen 4 adet plazma yakıcı ile baca gazı salımı ölçümlerinde CO miktarının yaklaşık yarı yarıya düştüğü görülmüştür.

Bu şekilde bir uygulama ile plazma dolaylı bir enerji kaynağı olarak kullanılmakta ve özellikle linyit kömürlerinde yüksek miktarda bulunan Kükürtdioksit (SO₂), Azotoksitler (NO_x), Karbonmonoksit (CO), ve kül oluşumunun çevreyi kirletmesinin önüne geçmektedir. Aynı zamanda yapılan hesaplamalarda yıllık 26,596.723 TL değerinde bir tasarruf söz konusudur [4].



Şekil 2. Geleneksel Yakma (Solda) ve Plazma Yakma (Sağda) Arasındaki Baca Gazında Gözle Görülebilir Fark (Görsel: Soma Termik Santrali)

Günümüzde Üst-Kamen Kazakistan 1989, Ukrayna 1989, Baodiskoy Çin 1995, Gusinozorskiy Rusya 1995, Şaogonskiu Çin 2001; Kore, Slovakya, Moğolistan ve diğer TES’de plazma yakma sistemi çalışmaktadır. Fakat bugün Soma Termik Santrali’nde çalışmakta olan mikrodalga plazmatron muadillerinden yüksek verim, daha az enerji sarfiyatı, daha fazla çalışma süresi ve diğer parametrelere göre ayrılmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişte ikinci bir çalışma kolu olarak devam eden çalışmalar kapsamında Güneş, Rüzgâr, Hidrolik enerji olmak üzere Hidrojen Enerjisi, Biyokütle Enerjisi, Jeotermal ve Dalga enerjisi olarak sıralanabilecek yenilenebilir enerji kaynakları üzerine bu zamana kadar pek çok araştırma yapılmış, teknolojiler geliştirilmeye ve yavaş yavaş uygulama sürecine geçilmeye başlanmıştır. Bu makalede dünya çapında çalışmaları devam eden önemli gelişmelerin yaşandığı ve henüz uygulamaya geçmemiş olan yenilenebilir enerji kaynağı olarak “plazma” üzerinde duracağız.

2.1. Bir Enerji Kaynağı Olarak Plazma

Plazma kısaca maddeye yeterince enerji vererek iyonlaştırdığımızda pozitif ve negatif yüklü iyonlar, elektronlar, gaz atomları, yarı-kararlı atomlar, serbest radikaller, yüksek enerji seviyesine uyarılmış moleküller gibi çeşitli maddelerden oluşan maddenin dördüncü hâlidir [5].

Daha önce bahsedildiği üzere dolaylı olarak temiz enerji elde etmek için gazlaştırma ve yakma teknolojilerine uygulanmasının yanı sıra füzyon reaksiyonları ile plazmanın kendisi de yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.

2.1.1. Tokamak

Fosil yakıtlar dışında diğer bir enerji üretimi, nükleer santrallerde füzyon reaksiyonlarından elde edilmektedir. Genel olarak füzyon tepkimesi atomların birbirleriyle etkileşime girerek çekirdeklerinin birleşmesi sonucunda yeni bir atoma dönüşmeleri ve bu sırada da çok yüksek miktarda enerji açığa çıkartmasıdır. Bilim adamlarını yüksek maliyet gerektiren füzyon reaktörleri tasarlamaya iten en önemli motivasyon da bu elde edilebilecek son derece yüksek enerji miktarıdır. Örneğin bir Döteryum-Trityum reaksiyonu, Helyum ve 14.1 MeV enerji değerinde bir enerji açığa çıkar. Füzyon reaksiyonları doğal yollarla güneşte ve yıldızlarda gerçekleşse de Dünya üzerinde gerçekleştirmek çok zordur çünkü aynı özelliğe sahip iki atomun kaynaşacak derecede birbirine yaklaşması

için çekirdeklerinin birbirlerine göstermiş olduğu itme kuvvetini aşmaları gerekmektedir. Yıldızlar ve güneşte çok yüksek basınç ve sıcaklıkta gerçekleşen bu reaksiyonları Dünya ortamında gerçekleştirmek çok zordur. Bilim adamları füzyon reaksiyonlarının gerçekleştiği ortam koşullarını sağlamak için plazmayı kullanmayı düşünmüşler bunun için de “tokamak” sistemini tasarlamışlardır. Plazma çok yüksek sıcaklıklara çıkabilmesi, istenilen yoğunlukta oluşturulabilmesi ile reaktöre verilen gaz moleküllerinin bütün elektronlarını kaybettiği ve çekirdek-çekirdek çarpışmasına olanak sağladığı ortamı meydana getirmektedir.

Tablo 1. Geliştirilmiş Tokamak Tesislerinin Birkaçı [6].

Kuruluş Bölgesi	Faaliyet Yılı	Manyetik Alan	Plazma Akımı
Çin	2006	3.5 T	1 MA
Kanada	1983	0.5-1 T	20-50 kA
ABD-UCLA	1999	0.25 T	45 kA
ABD-MIT	1991	3-8 T	0.4-2 MA

Tahmin edileceği üzere bu kadar yüksek sıcaklığa dayanacak bir malzeme bulunmaması nedeniyle plazma reaktör içerisinde manyetik alanlarla bir nevi sıkıştırılmakta muhafaza edilmektedir. Son derece yüksek sıcaklıklardaki plazmanın muhafaza edilebilmesi için gerekli manyetik alan değerleri Tesla mertebesindedir. Çok yüksek manyetik alan kullanılmasına rağmen milyon santigrat derecelerdeki plazmayı yeteri kadar uzun süreler muhafaza etmek maalesef ki çok zordur. 2016 yılında adını duyduğumuz Almanya’da geliştirilmiş olan Wendelstein 7-X adını verdikleri tokamak sistemi 80 milyon santigrat dereceye çıkardıkları hidrojen plazmasını saniyenin dörtte biri kadar muhafaza edebilmişti. Bu gelişmenin ardından Çinli bilim adamları Experimental Advanced Superconducting Tokamak (EAST) adını verdikleri sistemlerinde 49 999 milyon derece sıcaklıkta hidrojen plazmasını tam 102 saniye muhafaza etmeyi başararak bir rekora imza attılar [7].

Füzyon reaksiyonlarından devasa enerjiler elde etmek üzere çalışmalar devam etmektedir. ABD, Çin, Güney Kore, Hindistan, Rusya ve Fransa gibi Tokamak üzerinde çalışmalar yapan ülkelerin iş birliği ile 2025 yılında ilk

plazmanın üretilmesi planlanan ITER Tokamak Tesisinin dünyadaki en büyük Tokamak olarak inşası üzerine çalışılmaktadır [8].

3. Sonuç

Plazma, dünya çapında ilgilinin arttığı ülkemizde ise yeni yeni tanınmakta olan bir teknolojidir. Sanayinin pek çok kolunda uygulama alanı bulunan plazma özellikle enerji alanındaki araştırmalarda öne çıkmaktadır. Plazma, biyo-yakıt üretimi, gazlaştırma süreçlerinde kullanılması sonucu yan ürün olarak elektrik enerji sağlaması, enerji elde etmek üzere gerçekleştirilen süreçlerden daha fazla verim alınması konusunda alternatif enerji kaynağı olabileceği gibi yazımızda da bahsedildiği üzere füzyon reaksiyonları ile direkt enerji kaynağı da olabilmektedir. Tokamak ise bu süreç için geliştirilmiş bir reaktör olup şu an dünyada Amerika, Almanya, Çin, Rusya gibi pek çok gelişmiş ülkede kurulumu yapılmış durumdadır.

Gelecekte yaşanacak enerji sıkıntılarının önüne geçmek ve geliştirmekte olan teknolojilere ayak uydurmak için ülkemizde de bu konuda çalışmaların başlatılması gerekmekte ve bu konuda özellikle araştırma üniversitelerine büyük görev düşmektedir.

Teşekkür ve Katılımcılara Hitap Konuşması (Prof. Dr. B. İbrahimoglu)

Öncelikle ülkemizde bilimsel çalışmalarını teşvik edici böyle bir çalıştayın organizasyonunda başta Piri Reis Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Oral Erdoğan olmak üzere emeği geçen herkese teşekkürlerimi sunarım.

İleri teknolojiler, farklı disiplinlerin bir araya gelerek yeni yaklaşımlar ile çağımızın ihtiyaçlarını karşılamakta ve sorunlarına çözüm arayışları sunmaktadır. Mühendislik ve temel bilimlerin birleştiği bu alanda yapılacak çalışmalar iki alanın birbirini tamamlaması ile teknoloji alanında önemli gelişmelerin önünü açacaktır.

Çalıştay kapsamında sizler için hazırladığımız sunumda değineceğimiz konu olan tokamak sistemi hem fizik biliminin hem kimya biliminin hem de mühendisliğin ortak bir alanı olup enerji konusunda gelecek vadeden, gelişmiş pek çok ülkenin üzerinde durduğu bir teknolojidir.

Enerji ihtiyacının gün geçtikçe artacağı gerçeğini ve fosil yakıtların çevreye verdiği zararı göz önüne alarak ülkemizde temiz enerji sağlayacak olan bu teknoloji üzerine yapılan çalışmaların artmasını temenni ediyorum.

Kaynakça

- [1] Papur, D., Sohtaoglu, N. H. (2011). *Fosil yakıtların tüketiminden kaynaklanan karbondioksit salımlarındaki eğilimler*. Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Elazığ.
<http://web.firat.edu.tr/feeb/kitap/C12/97.pdf> adresinden erişilebilir.
- [2] Yavuz, F. (2017). *Kömür atlası* (s. 16), Heinrich Böll Stiftung Derneği.
- [3] Yenilenebilir Enerji Kaynakları Müdürlüğü. (2017). *İstatistikler*.
http://www.yegm.gov.tr/images/az_son_1.PNG adresinden erişilebilir.
- [4] İbrahimoğlu, B., Dindar, K., Ç., Genç G., Cücen A., & Yıldırım, E. (2016). *Implementation of microwave plasma combustion system as a startup application in some a thermal power plants*. 16th International Symposium On Environmental Issues.
- [5] Hutchinson I., & Freidberg J. (2003). *Introduction to plasma physics*, Amerika.
- [6] Bilen H. (2014). Tokamak. İbrahimoğlu B.(ed.), *Plazma teknolojileri* (s. 224). Ankara: Ürün Yayınları.
- [7] Sciencealert. (2016).
<https://www.sciencealert.com/china-s-nuclear-fusion-machine-just-smashed-germany-s-hydrogen-plasma-record> adresinden erişilebilir.
- [8] ITER. (2017).
<https://www.iter.org/proj/inafewlines> adresinden erişilebilir.



Mehmet Hulusi TURGUT

Dr.

Kısa Özgeçmiş

27 Aralık 1948 tarihinde Kırkağaç-Manisa’da doğan Mehmet Hulusi Turgut, 18 Kasım 1971 tarihinde Orta Doğu Teknik Üniversite’si Fizik Bölümü’nden, 11 Kasım 1974 tarihinde İstanbul Teknik Üniversitesi Nükleer Enerji Enstitüsü’nden mezun olmuştur.

30 Mart 1973 tarihinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK)’na bağlı Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM) Nükleer Mühendislik Bölümünde göreve başlamıştır. 01 Mart 1982 – 28 Şubat 1985 tarihleri arasında Almanya’daki Hamburg Üniversitesi’nde Nükleer Fizik doktorası yapmıştır.

27 Aralık 2013 tarihine kadar ÇNAEM Reaktör Teknolojileri Birimi’nde araştırma ve güç reaktörleri ile ilgili nötronik, zırlama, güvenlik, güç yükseltilmesi, kaza analizleri, kalp dönüşümü gibi konularda bilgisayar programlarının yazılması, gelen programların adaptasyonu, çalıştırılması ve bunları kullanarak yapılan reaktör hesaplamaları ile reaktörlerle ilgili çeşitli konularda yapılan araştırmalar üzerinde çalışmalar yapmıştır.

1995 - 2007 yılları arasında Hava Harp Okulunda 11,5 sene Mekanik ve Elektrik konularında Fizik dersleri vermiştir.

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA)’nın 1987 yılında Ljubliyan - Yugoslavya’da düzenlediği “Araştırma Reaktörlerinin Operasyonunda Küçük Bilgisayarların Kullanılması” konusundaki IAEA kursunun organizasyonuna katılmış ve reaktör hesapları konusunda dersler vermiştir.

Hacettepe Üniversitesi’nden gelen stajyer öğrencilere TR-2 reaktörü ile ilgili çalışmalar, güç reaktörleri, nötronik hesaplamalar, reaktör güvenliği ve yeni nesil reaktörler hakkında dersler vermiştir.

Ulusal ve Uluslararası birçok projede yürütücülük görevi yapmıştır. Yurt içi ve yurt dışında yukarıda bahsedilen konularla ilgili birçok kurs, seminer, konferans, çalıştay ve toplantılara katılmış ve bildirimler sunmuştur. ÇNAEM Nükleer ve Radyolojik Güvenlik Komitesi üyeliği yapmıştır. Türkçe, İngilizce ve Almanca 46 adet yurt içi, 12 adet yurt dışı yayını bulunmaktadır.

YENİ NESİL İLERİ REAKTÖR TASARIMLARI

Mehmet Hulusi TURGUT

*Dr., TAEK- Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nden emekli
mhulusiturgut@yahoo.com.tr*

Özet

Dünyanın artan nüfusu ve teknolojik gelişmelerle büyüyen enerji ihtiyacı ve gittikçe azalan enerji kaynakları nükleer enerjiyi vazgeçilemeyen bir seçenek hâline getirmiştir. Şu an için; güneş, jeotermal, biokütle, dalga ve gelgit gibi yenilenebilir enerji kaynakları ancak sınırlı yöresel ihtiyaçlara cevap verebilecek kapasitededir. Büyük çaptaki elektrik ihtiyacı için iyi bir çözüm olan çevre dostu nükleer enerji teknolojisi, bu konudaki yeni teknolojik gelişmeler ile uzun yılların deneyim birikimlerini birleştirerek daha da geliştirilmiş, maliyeti öncekilere göre daha düşük yeni sistemlere yönelmiştir.

Yeni nesil tasarımlarda reaktörlerin güvenlik ve güvenilirliğinin artırılması, bakımlarının kolaylaştırılması, çevreye uyumluluklarının mükemmel olması hedeflenmiştir. Çevre ve insanı korumanın yanı sıra, yapılan yatırımın ve mülkün korunmasına da önem verilmiştir. Sistem ve donanım bazında standartlaştırılarak, aktif güvenlik sistemlerine ek olarak veya tamamen pasifler kullanılarak, inşaat süresi kısaltılarak, reaktörün kullanım ömrü uzatılarak ekonomik yönden fosil yakıtlı sistemlere göre daha çekici hâle getirilmiştir. Önce, şu anda çalışmakta olan sistemler geliştirilerek evrimsel tasarımlar ortaya çıkmış; daha sonra bunlara paralel uzun vadeli çözüm olarak da daha gelişmiş, 4. nesil olarak adlandırılan, tamamen yeni devrimsel tasarımlara yönelinmiştir. Yeni nesil hızlı reaktörler ve ADS dönüştürücüler kullanılarak radyoaktif atık problemini en aza indirmek amacıyla, nükleer silahların yayılmasına dirençli ileri yakıt çevrim teknolojileri üzerindeki araştırmalar sürdürülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Yeni nesil reaktörler, ileri yakıt çevrimi, radyoaktif atıklar.

NEXT GENERATION ADVANCED NUCLEAR REACTOR DESIGNS

Abstract

Due to increase of the world population and growing energy demand by technological developments and gradually diminishing energy resources made nuclear power an indispensable option. Nowadays, the renewable energy sources like solar, geothermal, biomass, wave and tidal may be suited to meet some local needs. Environment friendly nuclear energy which is a suitable solution to large scale demands tends to develop highly economical, advanced next generation reactors by incorporating technological developments and years of operating experience.

The enhancement of safety and reliability, facilitation of maintainability, impeccable compatibility with the environment are the goals of the new generation reactors. The protection of the investment and property is considered as well as the protection of the environment and mankind. They became economically attractive compared to fossil-fired units by the use of standard designs, including some passive safety systems to active or replacing totally by passive, reducing construction time and increasing the operation lifetime. The evolutionary designs were introduced afore by ameliorating the conventional plants, than revolutionary systems which are denoted as generation IV were verged to meet future needs. The investigations on the advanced, proliferation resistant fuel cycle technologies were pursued to minimize the radioactive waste burden by using new generation fast reactors and ADS transmuters.

Keywords: Next generation reactors, advanced fuel cycle, radioactive waste.

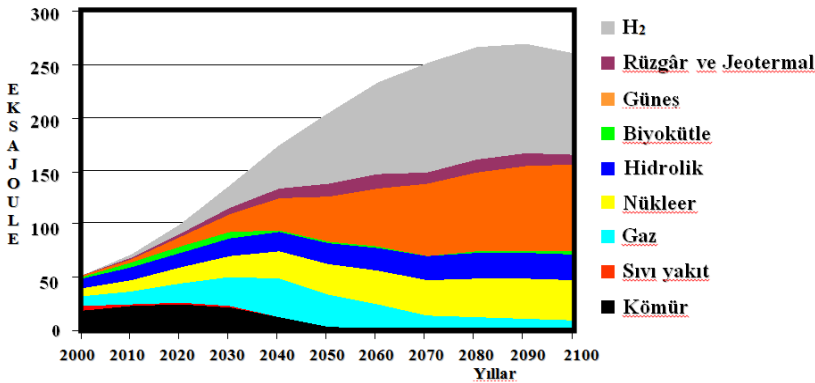
1. Giriş

Yeni teknolojik gelişmeler ve gün geçtikçe artan dünya nüfusu ile orantılı olarak büyüyen enerji istemi özellikle gelişmekte olan ülkelerde ön plana çıkmaktadır. Bu istemi karşılamak üzere kullanılan güneş, jeotermal, biokütle, dalga ve gelgit gibi yenilenebilir enerji kaynakları ancak sınırlı yöresel ihtiyaçlara cevap verebilecek kapasitededir. Ayrıca bugünkü birim enerji maliyetleri de hâlâ istenen düzeylere çekilememiştir (T. Türker, karşılıklı görüşmeler ve bilgi

alışverişi, 2009-2017). Petrol, doğal gaz gibi seçeneklerde ise arz aksamaları ve ciddi ölçüde fiyat dalgalanmaları olmaktadır. Kömür kaynakları çok olmasına karşın küresel ısınma ve asit yağmurları gibi çevresel endişeler yönünden en kötü seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Bazı ülkelerde kullanılan hidroelektrik güç yabancı hayat, özellikle balıklar üzerindeki olumsuz etkileri sebebiyle tekrar gözden geçirilmektedir [1]. Bunlara karşılık; nükleer enerji hem büyük çaptaki istemlere cevap verebilmesi, hem de çevre dostu olması nedeniyle bugün için en uygun seçenek olmaktadır. Bu önemli olguyu göz önüne alan bilim insanları, nükleer sahadaki yeni gelişmeler ile uzun yılların deneyim birikimlerini birleştirerek daha da geliştirilmiş, toplam yatırım ve birim enerji maliyetleri önceki sistemlere göre oldukça düşük yeni sistemler üzerinde çalışmalara başlamıştır. Bunlardan son senelerde enerji üretimine geçmiş olan birkaç evrimsel (3. nesil) tasarım ile önümüzdeki 15-30 yıl içinde devreye girebilecek devrimsel (4. nesil) tasarımlardan kısaca bahsedilecektir.

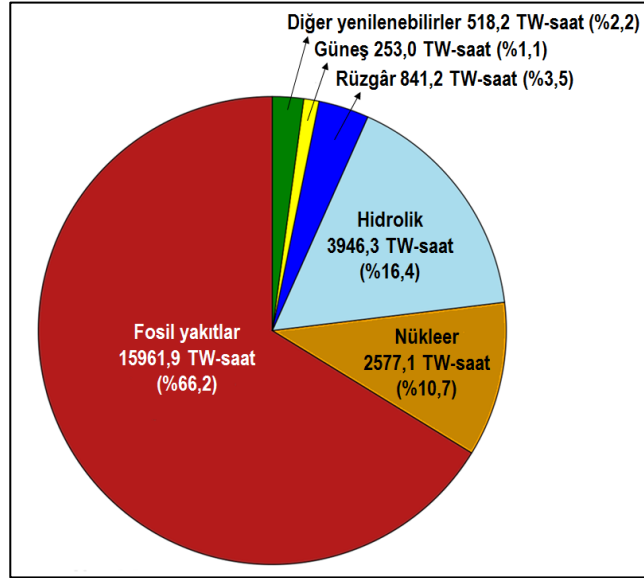
2. Nükleer Politikalar

Dünyadaki refah seviyesinin yükseltilmesi, mevcut rezervlerin akıllı kullanılması ve çevrenin korunması ana hedefler olmalıdır [2]. 2100 yılına kadar olan dünya enerji isteminin Şekil 1’de gösterilen değişik kaynaklardan karşılanacağı öngörülmektedir [3]. Şekilden de görüleceği gibi kaynakları çok dengeli şekilde kullanmamız, gelecek nesillere elden geldiğince çok ve çeşitli kaynak aktarmamız, eğer olanaklı ise araştırarak yeni kaynaklar yaratmamız gerektiği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1. Dünyanın Öngörülen Elektrik Enerjisi İsteminin Yıllara Göre Değişimi

2015 yılında dünyadaki kaynaklardan üretilen elektrik enerjileri ve kullanım oranları Şekil 2’de gösterilmiştir [4]. Şekilden görüleceği üzere yenilenebilir kaynaklar henüz az yer tutmaktadır. Son yıllarda yapılan geliştirmelerle bu oranlar, özellikle rüzgâr enerjisinde, hatırı sayılır oranlarda artırılmıştır. Rüzgârgüllerinin kanatlarının doğrudan olarak veya üzerinde biriken buzların fırlatılmasıyla kuşlara ve böceklere zarar vermesi, az da olsa gürültü kirliliği yaratması gibi sorunları vardır [5]. Ayrıca geniş alanlar kaplaması, sürekli olarak belli düzeyde enerji üretememesi gibi olumsuzlukları da bulunmaktadır. Rüzgâr ve diğer bütün yenilenebilir kaynakların bilimsel, çevresel ve ekonomik sorunlarının azaltılması, daha da geliştirilmesi konuları ile ilgili yapılacak araştırmaların dünyanın gelecek yıllardaki enerji isteminin karşılanmasında büyük katkıları olacağı düşünülmektedir.



Şekil 2. 2015 Yılında Dünyadaki Kaynaklardan Üretilen Elektrik Enerjileri ve Kullanım Oranları

1 Eylül 2017 itibariyle dünyada çalışan ve inşa hâlindeki reaktörlerin bölgelere göre dağılımı ve geçen yıl ürettikleri toplam enerjiler Tablo 1’de verilmiştir [6]. Tablo 2’de bazı ülkelerin planlanan ve teklif edilen reaktör sayıları verilmektedir. Tablodan Çin, Hindistan, Rusya ve A.B.D.’nin büyük atılımlar yapacağı görülmektedir. 1996-2013 yılları arasında 66 reaktör kapatılmış ve buna karşılık 71 yeni reaktör işleme başlamıştır. 2030 yılına kadar çoğunluğu küçük

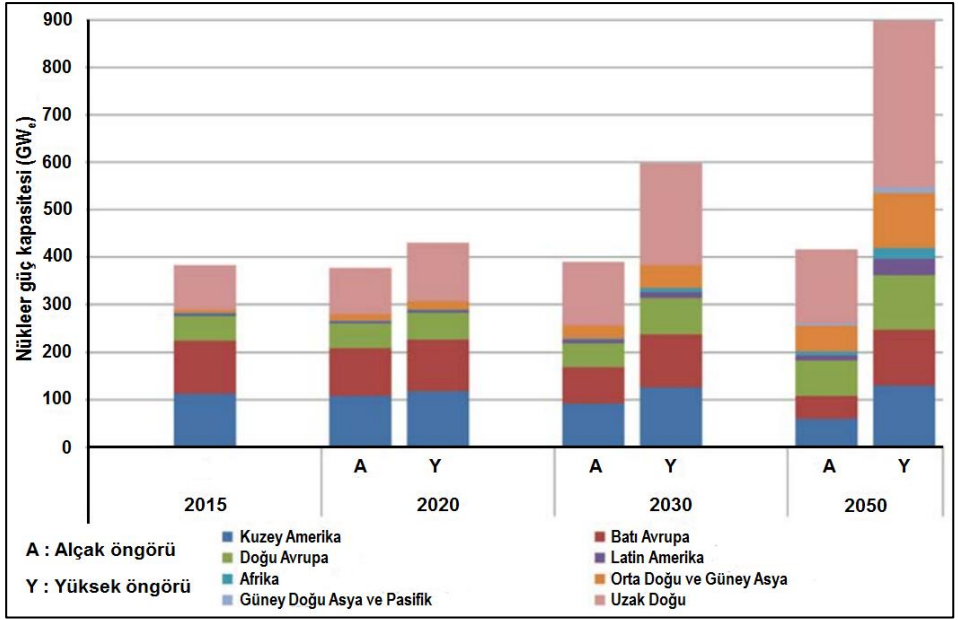
çapta olan 60 reaktörün daha kapatılacağı öngörülmektedir. 2015 nükleer yakıt raporu senaryosuna göre 2035 yılına kadar 132 reaktörün kapanacağı ve 287 yeni reaktörün devreye gireceği tahmin edilmektedir. 2050 yılına kadar bölgelere göre öngörülen reaktör sayıları Şekil 3'te verilmiştir [7].

Tablo 1. Dünyadaki Çalışan ve İnşa Hâlindeki Reaktörlerin Bölgelere Göre Dağılımı (1 Eylül 2017)

Bölge	Çalışan		İnşa halinde		2016 yılında üretilen elektrik [TW-sa]
	Reaktör sayısı	Net kapasite [MWe]	Reaktör sayısı	Brüt kapasite [MWe]	
Kuzey Amerika	120	114 800	4	5 000	913,0
Latin Amerika	5	3 523	2	1 432	23,6
Batı Avrupa	113	110 763	2	3 470	733,6
Doğu Avrupa	69	51 513	11	9 234	343,9
Afrika	2	1 830	-	-	15,2
Orta Doğu ve Güney Asya	29	8 865	12	12 272	48,2
Uzak Doğu	109	101 041	27	31 662	412,7
Dünya Toplamı	447	392 335	58	63 070	2 490,2

Tablo 2. Bazı Ülkelerin Planlanan ve Teklif Edilen Reaktör Sayıları (1 Eylül 2017)

Ülke	Planlanan		Teklif edilen	
	Adet	MWe (brüt)	Adet	MWe (brüt)
Çin	40	46,700	143	164,000
Hindistan	19	17,250	46	52,000
İran	4	2200	7	6300
Japonya	9	12947	3	4145
Güney Kore	2	2800	6	8800
Rusya	26	28,390	22	21,000
Ukrayna	2	1900	11	12,000
İngiltere	11	15,600	2	2300
A.B.D.	14	3100	21	30,000
Vietnam	4	4800	6	7100
Dünya toplamı	160	165,317	351	401,895



Şekil 3. Alçak ve Yüksek Öngörülere Göre 2050 Yılına Kadar Dünyadaki Olası Reaktör Sayılarının Bölgelere Göre Dağılımı

Ana istemin büyük bir bölümünü karşılayabilmesi, yıllardır oluşan bilgi ve deneyim birikimi sonucu güvenilirliği, karbon salımının olmaması, sürdürülebilir uzun vadeli enerji kaynağı olması, gelişmiş enerji altyapısının kullanımını desteklemesi, enerjinin verimli kullanımını artırması, hidrojen üretimi yoluyla enerji taşınımını kolaylaştırması gibi birçok etken nükleer gücü günümüz için vazgeçilemeyen bir seçenek hâline getirmektedir.

3. Nükleer Gücün Evrimi

Yeni 3. nesil reaktörlerde şu ana hedefler amaçlanmıştır:

- İlk önce artırılmış güvenlik (Enhanced Safety),
- Sistemlere olan güvenilirliğin artırılması (Reliability),
- Bakım-onarımın kolaylaştırılması ve
- Çevreye uyumluluk bakımından mükemmeliyet
- Çevre ve insanı korumanın yanı sıra, yatırımcının yaptığı yatırımı ve mülkü de koruması. Yani yatırımcı:

- Öngörülebilir inşaat süresi ve yatırım maliyeti,
 - Lisanslanabilme güvencesi (politik destek),
 - Öngörülebilir işletme ve bakım-onarım masrafları,
 - Kaza riskinin çok düşük olması,
- yönlerinden kendini ve yatırımını güvence altına almış olmalıdır.
- Ekonomik olarak alternatif teknolojilerle rekabet edebilmeli,
 - Sistem ve donanım bazında standartlaşmış olmalıdır.

Bu konuların bazılarını kısaca değinecek olursak:

a. Güvenliğin geliştirilmesinde öncelik: Gelecek nesil reaktörler sadece güvenli değil, kamuoyu tarafından da güvenli olarak algılanmalı; hâlen işletilmekte olan santrallere göre daha güvenli ve daha az riskli olmalıdır. Bunun için:

- Kalp hasar frekansı $< 10^{-5}$ /reaktör-sene
- Ağır kaza sonucu çevreye radyasyon yayma frekansı $< 10^{-6}$ /reaktör-sene
- Toplum dozu < 100 adam-rem/sene; değerlerine hedeflenmiştir.

Yeni tasarımlar yalnızca insanları korumaya değil aynı zamanda santral ve donanımlarını da korumaya yönelik olarak yapılmalıdır.

b. Basitlik: Bugün çalışmakta olan reaktörlerin güvenliği yüksek teknoloji kullanan **aktif** ve **pasif** sistemler ile desteklenen oldukça karmaşık mühendislik önlemlerine dayandırılmaktadır. Bu durum; maliyete, kullanılabilirliğe, işletilebilirliğe, bakım ve onarım faaliyetlerine olumsuz yönde etki etmektedir. Ayrıca, operatörler tarafından sistemin tam olarak anlaşılması zorlaşmaktadır. Bu nedenle sistemleri daha da basitleştirmek hedeflerden biri olmuştur. Basitleştirmeye giden temel adımlar, güvenlik sistemlerinde pasif elemanların kullanım oranını artırmak veya tümüyle pasif elemanlar kullanarak enerji gerektiren pompa, vana, vs.'den kurtulmaktır.

Aktif sistemler: İşlevlerini yerine getirmek için enerji gerektiren sistemler:

- Elektrik motorları,
- Pompalar,
- Elektrikle çalışan vanalar, vs.

Pasif sistemler: İşlevlerini yerine getirmek için enerji gerektirmeyen sistemler:

- Doğal dolaşım, ısıyayım (Convection),
- Yerçekimi,
- Basınç enerjisi,
- Buharlaşmayla soğuma,
- Yoğuşmayla soğuma; gibi doğal olayların kullanımı.

Basitleştirmenin temel amacı sistemin işletilmesini basite indirgeyerek, anlaşılmasını kolaylaştırmaktır. Bu şekilde gerçek işletme şartları daha kolaylıkla gözlemlenebilmektedir. Pasif güvenlik sistemlerinin kullanılması, elektrik kesintileri veya yedek jeneratörlerin çalışmaması durumunda, reaktör güvenliğinin aksatılmadan sürdürülmesini sağlamaktadır.

c. Tasarım ve güvenlik payları: Hem donanım, hem de işletme bazında güvenlik paylarının artırılması hedeflenmiştir. Bileşen bazında imalat paylarının artırılması sistemin güvenilirliğini artırmak ve işletme dışı kalma olasılıklarını azaltmayı amaçlamaktadır. Güvenlik ve işletme paylarının artırılması ise iki yönde gerçekleştirilir:

- Isıl payların artırılması: Kalp, basınç düzenleyici ve buhar üreticilerinin içindeki soğutucu miktarı fazlaştırılarak sistemin ısıl ataleti yükseltilir. Bu şekilde ani bir değişim veya kaza sonucunda operatörün müdahalesi için daha fazla zaman kalır (ölü zaman). Pasif sistemler kullanılıyorsa acil durumda kullanılan su rezervinin fazlaştırılması gerekir.
- Kalp güç yoğunluğunun ve yakıt zarfı yüzeyindeki ısı akısının azaltılarak sistemin kazalara karşı daha dayanıklı yapılması: Bu yatırımın korunması ve ağır kazaların önlenmesi olanağını fazlaştırılmış olur. Reaktör hatalara karşı daha hoşgörülü olur.

3. nesil reaktörlerin güvenlik amaçları ve stratejileri bugün çalışan **2. nesil** tasarımlarla örtüşmekte olup genel güvenlik nedenleri tamamen aynıdır. Kademeli korunma ilkeleri **3. nesil** tasarımlarda da aynen geçerlidir. Tasarım güvenlik paylarını artırmak, ısıl ataleti fazlaştırmak ve kalp erime frekansını düşürmek suretiyle kazaları önleme yetenekleri güçlendirilmektedir. Olası kaza sonuçlarını yumuşatmak ve olumsuz etkilerini en aza indirmek için; son kademe olan dış koruma kabında, kabın temel görevi aynı kalmak şartıyla, yeni tasarımlara gidilmiştir. Bu güçlendirmelerin en önemli getirisi; öngörülemeyen veya önlenemeyen bir kaza durumunda çevreye yayılacak olan radyoaktif maddelerin ALARA prensibine uygun olarak en aza indirgenmesi suretiyle,

çevrenin kirlenmesini ve çevredeki canlıların alacakları doz miktarlarını azaltmaktır.

d. İnsan faktörü : “*Three Mile Island*” ve “*Çernobil*” kazalarından alınan en büyük ders, nükleer güvenlik zincirinde en zayıf halkanın **insan-makine** etkileşimi olduğudur. Bu nedenle, nükleer, havacılık ve haberleşme alanlarındaki insan faktörü mühendisliğinden elde edilmiş olan gelişmeler ve deneyimlerden, yeni nesil reaktörlerin tasarımında en yüksek derecede faydalanılmıştır. Bu konuda yapılan değişikliklerin belli başlıları:

- Operatörlere gelen bilgi akışındaki düzenlemeler,
- Kontrol odasının daha ergonomik yapılması,
- Monitörlerin yerleşimi,
- Işıklı göstergeler,
- Olası bir kaza sonucunda operatörlere daha fazla düşünme zamanının bırakılması,

gibi iyileştirmelerdir.

4. Yapılan Yenilikler

Yeni nesil reaktörlerin birçok karakteristik özelliğini kısaca özetlersek:

- Artırılmış tasarım ve güvenlik payları,
- Basitleştirilmiş tasarım, daha az test ve bakım,
- En aza indirilmiş operatör müdahalesi,
- Hatalara karşı toleransın fazlaştırılması (yüksek hata toleranslı, affedici),
- İnşaat süresinin kısaltılması (3-5 sene seviyesine indirgenmesi),
- Lisanslamayı kolaylaştırmak amacıyla her tip için standart tasarımlara gidilmesi,
- Yüksek güvenilirlik (reliability),
- Reaktör ömrünün uzatılması (30 seneden 60 seneye çıkarılması),
- Yakıt yükleme zamanının kısaltılması (3 haftadan 1 haftaya indirilmesi),
- Yakıt değiştirme periyodunun uzatılması (senede bir yerine 1,5-2 senede bir),
- Yüksek yanma oranı 60 000 MW-gün/TU (senelik atık miktarını azaltıyor),

- Sistemin elektrik üretebilir durumda bulunması % 87 (ömür boyu ortalama),
- İstem dışı elektrik üretiminin durması senede bir defadan daha az,
- Radyoaktif atık miktarı 80 m³/sene,
- Toplum dozu < 100 adam-rem/sene,
- Yeni kalp içi yakıt yönetimi (basınç kabının ömrünü uzatmak için),
- Basınç kabının tasarımında yapılan iyileştirmelerle ömrünün uzatılması,
- Kalp erime frekansı <10⁻⁵/reaktör-sene,
- Çevreye radyasyon salabilecek ağır kaza frekansı < 10⁻⁶/reaktör-sene,
- PWR'lerde soğutucu içinde daha az çözünmüş bor kullanılarak sıcaklık geri besleme katsayılarını daha fazla negatif yapmak suretiyle yapısal güvenliği artırmak (özellikle pasif sistemler için),
- Maliyetteki azalmalar yoluyla serbest rekabete açılan elektrik piyasasında alternatif enerji teknolojileriyle rekabet edebilme kabiliyetinin artırılması.

5. İleri Reaktörler

İleri reaktörler (3. nesil) diye adlandırdığımız tasarımlar, nükleer sahadaki uzun yılların birikimlerinin son teknolojik gelişmelerle birleştirilmesiyle, eldeki sistemlerin evrimsel tasarım anlayışı içinde geliştirilmesinden oluşmuştur. Bazı aktif soğutma ve güvenlik sistemleri pasife dönüştürülerek tasarımın basitleştirilmesi yoluna gidilmiştir. Kontrol odasına bilgi akışı sadeleştirilerek daha kolay anlaşılır duruma getirilmiştir. İnsan-makine ilişkisindeki hataları azaltmak için reaktörlerin kontrolleri büyük ölçüde bilgisayarlar devredilmiştir. İnşa süresi kısaltılmış, reaktör ömrü uzatılmıştır. Yakıt değiştirme yılda birden iki yılda bire kadar çıkarılmıştır. Bu yenilikler, reaktör ilk yatırım maliyetini ve birim enerji fiyatlarını önemli ölçüde azaltmıştır.

Bu serinin en önde gelenleri güçleri 1 000 MW_e'in üzerinde olan General Elektrik (A.B.D.) firmasıyla Hitachi ve Toshiba (Japonya) firmasının geliştirdiği ABWR (İleri Kaynar Sulu Reaktör) ile Westinghouse (A.B.D.) firmasıyla Mitsubishi (Japonya) firmasının geliştirdiği APWR'dir (İleri Basıncılı Su Reaktörü). Bunların dışında Framatome (Fransa) ile Siemens (Almanya) firmalarının geliştirdiği EPR, İsveç'in geliştirdiği BWR 90, Kanada'nın

geliştirdiği CANDU-9, Rusya'nın geliştirdiği VVER-1000 (V-392) ve A.B.D.'nde geliştirilen System-80+'den bahsedebiliriz.

Bu seride ayrıca 750 MW_e gücün altındaki orta boy reaktörler olarak AP-600 (A.B.D.), AC-600 (Çin), MS-600 (Japonya), SBWR (A.B.D.), CANDU-NG (Kanada), VVER-500/600'den (V-407) (Rusya) de söz etmek gerekir.

6. Yakın Geleceğin Reaktörleri

Bu reaktörler (3+ nesil) de yine evrimsel tasarımlardır. Burada Westinghouse firmasının geliştirdiği 1 090 MW_e gücünde, pasif güvenlik özellikleri artırılmış, ilk yatırım ve bakım-onarım maliyetleri düşük PWR tipi AP-1000; General Elektrik firmasının geliştirdiği 1 380 MW_e gücünde, pasif güvenlik sistemleri geliştirilmiş, doğal dolaşımın pompaların yerini aldığı, ekonomik ve basitleştirilmiş BWR tipi ESBWR; ve Kanada'nın geliştirdiği 731 MW_e gücünde, termik verimi yüksek, hafifçe zenginleştirilmiş U kullanan, boşluk katsayısı (-) olan, inşaat süresi 3 yıla indirilmiş ACR-700'den söz edebiliriz. Akkuyu'da kurulması planlanan Rus yapımı VVER-1200 (AES 2006) ve Sinop'ta kurulması düşünülen Japon-Fransız ortak yapımı ATMEA1 reaktörleri de bu kategoriye dâhildir.

7. Gelecek Nesil Reaktörler

11 gelişmiş ülke (A.B.D., İngiltere, İsviçre, Güney Kore, Güney Afrika, Japonya, Fransa, Avrupa Birliği, Kanada, Brezilya, Arjantin) nükleer konudaki birikimlerini değerlendirmek üzere 2000 yılında bir araya gelerek 130 değişik reaktör tasarımı arasından sürdürülebilirlik, ekonomiklik, emniyet ve sistemlere güvenilirlik, nükleer silah yapımına karşı direnç ve fiziksel koruma açılarından en uygun olan 6 tanesini (4. nesil) seçti [8, 9, 10]. Bu konuda yapılacak araştırma faaliyetleri ve sistemlerin öncelikleri belirlendi ve program planlarının temelleri yazıldı. Bu sistemlerin 2030 yılına kadar kurulabilir olması amaçlandı. Uluslararası ortak alanlar ve iş birliği ilkeleri saptandı. Yapılan gelişmelerle ilgili düzenli gözden geçirme toplantıları planlandı. Seçilen 6 devrimsel tasarım; **VHTR** (Çok Yüksek Sıcaklıklı Reaktör), **MSR** (Ergimiş Tuz Reaktörü), **GFR** (Gaz Soğutmalı Hızlı Reaktör), **SFR** (Sodyum Soğutmalı Hızlı Reaktör), **SCWR** (Süper Kritik Su Soğutmalı Reaktör), **LFR** (Kurşun Soğutmalı Hızlı Reaktör)

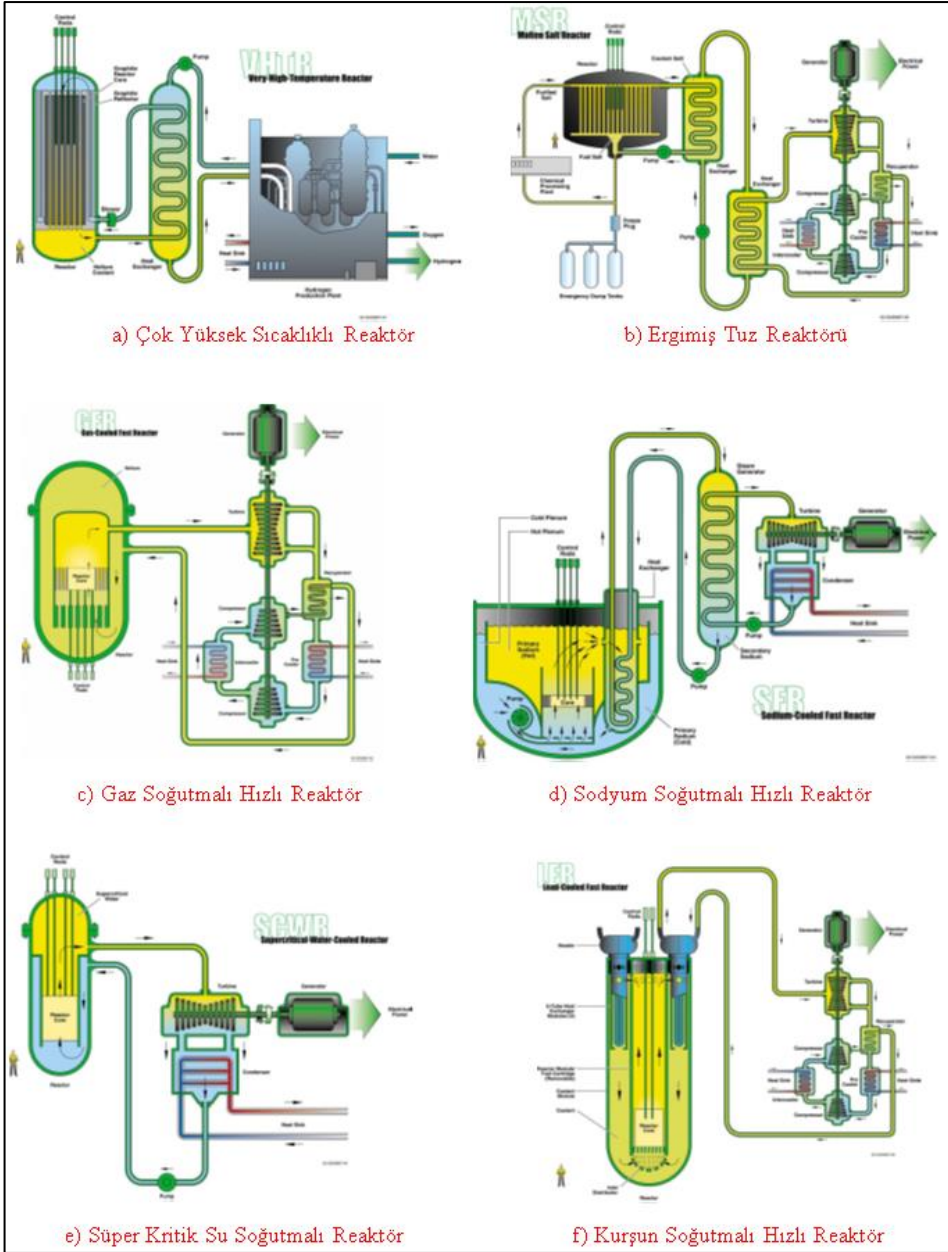
Şekil 4'te basit olarak gösterilmiştir. Bu 11 ülkeye daha sonra *Rusya Federasyonu*, *Çin Halk Cumhuriyeti* ve *Avustralya* da katılmıştır.

8. Atıkların saklanması

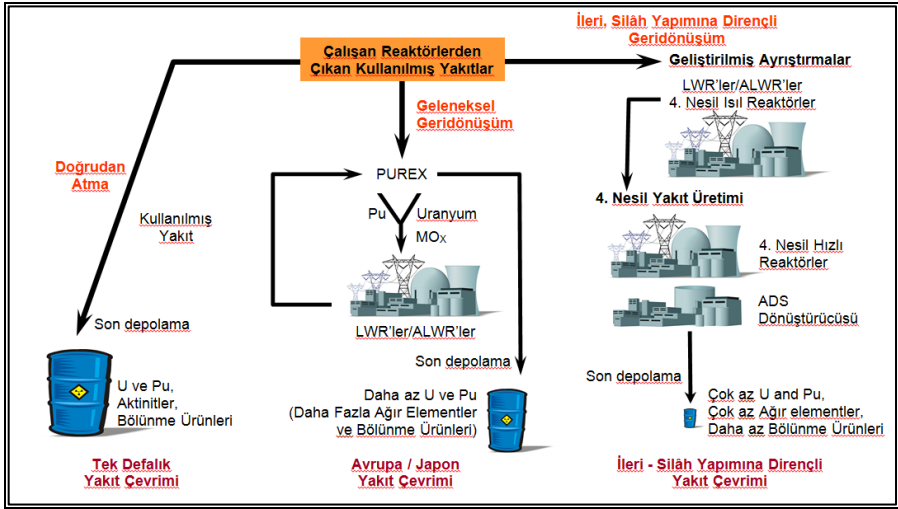
Dünyadaki çevre problemlerini azaltmak ve mevcut yakıtlardan daha fazla enerji üretimini gerçekleştirebilmek için:

- Şu anda çalışan nükleer santrallerden çıkan kullanılmış yakıtları başka tasarımlarda kullanarak biraz daha enerji elde etme, yakma olanağı sağlamak ve aynı zamanda radyoaktif atık miktarlarını azaltmak,
- Son depolamaya gönderilecek yüksek seviyeli radyoaktif atıkların miktarını ve toksisitesini azaltmak,
- Dünyadaki plütonyum envanterini azaltmak,
- Silah yapımına dirençli yakıtlar üretmek,
- Jeolojik depolama maliyetini düşürmek

üzere yeni yakıt çevrim teknolojileri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bu konudaki 3 ayrı yakıt çevrimi ile ilgili bilgiler Şekil 5'te özetlenmiştir. Şekilden de görüleceği gibi çalışan reaktörlerden çıkan kullanılmış yakıtlar, en son halka olan ileri yakıt çevrimlerinde, geri dönüşümden sonra önce LWR, ALWR veya **4. nesil** ısı reaktörlerde yakıldıktan sonra bir kere daha **4. nesil** hızlı reaktörlerde kullanılıp ADS (*Accelerator Driven System: Hızlandırıcı Güdümlü Sistem*) dönüştürücülere gönderilmektedir. Bu sayede son depolamaya gönderilecek atıklar çok daha az U, Pu ve ağır elementler (*çok uzun radyoaktif yarı ömürlü*) içeren çok daha küçük miktarlara indirgenebilmektedir.



Şekil 4. Gelecek Nesil Reaktörler



Şekil 5. İleri Yakıt Çevrim Teknolojileri

9. İrdeleme

Gelecek günlerin enerji istemini karşılamak üzere güvenli, güvenilir, sürdürülebilir, çevreye duyarlı, ekonomik, silâh yapımına dirençli ve fiziksel olarak güvenli enerji üretim koşullarını sağlayacak gelişmiş nükleer enerji sistemlerini gerçekleştirmek hedeflenmiştir. Bunu sağlamak üzere, nükleer enerji sistemlerinde yukarıdakilere cevap verecek yenilikler üzerinde ve atık problemini en aza indirmek için daha gelişmiş yakıt çevrimleri üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir.

Nükleer endüstrideki bu gelişmeler, geleceğin enerji probleminin çözümünde en uygun seçeneklerden biri olarak nükleer santralleri öne çıkarmaktadır. Petrol ve gaz fiyatlarındaki dalgalanmalar, güvenlik, karbon vergisi, kuruluş ve üretim maliyetindeki değişiklikler, çevre duyarlılığının artması gibi değişik faktörler gelecek planlarını büyük ölçüde etkileyecektir. 4. nesil reaktörler ile kaynaşma (*fusion*) reaktör teknolojileri arasında birçok ortak özellik bulunmaktadır. Aralarında yapacakları iş birliği bu yöndeki gelişmeleri hızlandıracaktır.

Kaynakça

- [1] IAEA Training Program. (2001). *Motivation for advanced reactor designs*.
- [2] Weaver, K. D. (2005, July 11). Future nuclear energy systems: generation IV. In *50th Annual Meeting of the Health Physics Society*. Spokane, Washington, USA.
- [3] Rogner, H. H. (2005). *Climate change mitigation: nuclear power and climate change*. WNU-SI, Idaho Falls, ID.
- [4] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World_electricity_generation_by_source_pie_chart.svg adresinden alınmıştır.
- [5] Suarez, J. (November 19, 2014). *Alternative Energy*. Retrived from <https://mbmsriptidereader.com/staff/?writer=James%20Suarez>
- [6] World Nuclear Association. (2017, September). *World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements*.
- [7] International Atomic Energy Agency. (2016). *Climate Change and Nuclear Power 2016*. IAEA, Vienna.
- [8] Petti, D. (2006, October 31). Generation IV Systems: Key Technological Challenges for Fission Reactors and What It Means for Fusion. In *APS-DPP*
- [9] Bruna, G. B. (2009). *Generation iv nuclear reactors: concept overview and preliminary safety considerations (IRSN-2009)*.
- [10] Lüle, S. Ş. (2009, 29 June – 3 July). *Course on the next generation nuclear reactors (Kurs Raporu)*. EC DG JRC Institute for Energy, Petten.

1. Paralel Oturum
Makine, Tasarım, Malzeme
(Katı Cisimler Mekaniği)

Başkanlar:

Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER (Süleyman Demirel Üniv.)
Prof. Dr. Fevzi BEDİR (Gebze Teknik Üniv.)

" İleri teknolojiden bahsedilebilmesi için üretimin her aşamasında temiz enerjinin kullanılmış olması gerekmektedir."

Tolunay KAYAARASI

STRAIN RATE AND HIGH TEMPERATURE EFFECTS ON THE DYNAMIC BEHAVIOUR OF P/M RENE 95 UNDER HIP CONDITIONS

M. Oktay ALNIAK¹, Fevzi BEDİR²

¹ *Prof. Dr., Pîrî Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul,
moalniak@pirireis.edu.tr*

² *Prof. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi, Gebze / Kocaeli,
fevzibedir@gtu.edu.tr*

Abstract

Plastic deformation behaviors and microstructural changes for P/M Rene 95 under isothermal forging conditions are discussed. Results are given for initially fine grained compacts tested at temperatures of 1050, 1075 and 1100 °C and at different strain rates. Under these test conditions, all compacts recrystallize and their grain size is refined during flow. This grain refinement gives rise to softening in both materials. Continued deformation at that point produces no further change in flow strength. Under this steady state regime of deformation, the micro duplex grain size and flow strength are independent of the original microstructure but are conditioned by the strain rate at a given temperature. The steady state grain size increases whereas the steady flow strength decreases with a decrease in strain rate or an increase in temperature.

Keywords: Strain rate, high temperature, dynamic behaviour, superalloy, hot isostatic pressure (HIP).

1. Introduction

Nickel based superalloys are very special material for use in high temperature application, toughness and corrosive resistance [1-3]. Plastic deformation behaviors during the hot deformation are often very complex and the microstructural control is also of great importance to optimize the final physical properties [4-12]. The complex microstructural evolution induced by the work hardening (WH), dynamic recovery (DRV) and dynamic recrystallization (DRX)

[13-15] usually occurs in the metals with low stacking fault energy during hot deformation [16, 17]. DRX is very important mechanism to refine grains and the decrease of deformation resistance during hot deformation, which is beneficial to obtaining fine grains and improving the mechanical properties of the products [18, 19]. Besides, DRX is a dynamic softening mechanism, which causes new grains with high angle grain boundaries.

Many people investigated the WH, DRV, and DRX mechanism for different materials during the hot deformation [20-23]. DRX is well known as not only a significant softening mechanism, but also an effective way to refine grain and reduce the hot deformation resistance. To understand the thermomechanical behaviour of Ni base superalloys a lot of researches were done in the past decades. One of the most important was done by Immarigeon and Floyd [24] who investigated the importance of different initial grain sizes on plastic flow behaviors and their corresponding mechanisms. Three different mechanical behaviors of flow-hardening, steady-state and flow-softening were observed and the corresponding physics could be attributed to dynamic grain growth, classical superplasticity under constant grain size and dynamic recrystallization.

Our previous studies on deformation and microstructural change in P/M Rene 95 under isothermal forging conditions [25, 26]. The present study is focused on the effect of strain rate on microstructure evolution and understanding the DRX behavior under hot deformation conditions by using the true stress-strain curves resulting with hardening and softening sections.

2. Materials and Methods

The chemical composition of Rene 95 alloy used in this study is given in Table 1.

Table 1. Chemical Composition of the Commercially Procured Rene 95 Powder (Wt. %).

C	Mn	Si	Cr	Ni	Co	Fe	Mo	W
0.059	0.03	0.02	13.18	Bal.	7.60	0.09	3.48	3.38
Nb	Ti	Al	B	Zr	S	P	O	N
3.39	2.59	3.44	0.012	0.05	0.001	0.003	84ppm	26ppm

The powder first filled in the cans and degassed at 350 °C under vacuum atmosphere. The cans were sealed off and then hot isostatically pressed (HIPed). All cylindrical compression test pieces were machined from the compacts produced by HIP. The heat treatment employed consisted of 2 hours at 1200 °C followed by slow cooling in the furnace. The measured grain sizes averaged 7 µm and 50 µm for the as-hipped materials.

All compression tests were conducted on MTS machine under the deformation temperatures 1050, 1075 and 1100 °C and with strain rates of 10^{-4} to 1 s^{-1} respectively. A lubricant consisting of a mixture of boron nitride powder and a boro-silicate glass frit was used to reduce friction at the interface.

3. Results and Discussion

The constant true strain rate compression flow curves for the as-hipped material are shown in Fig.1.

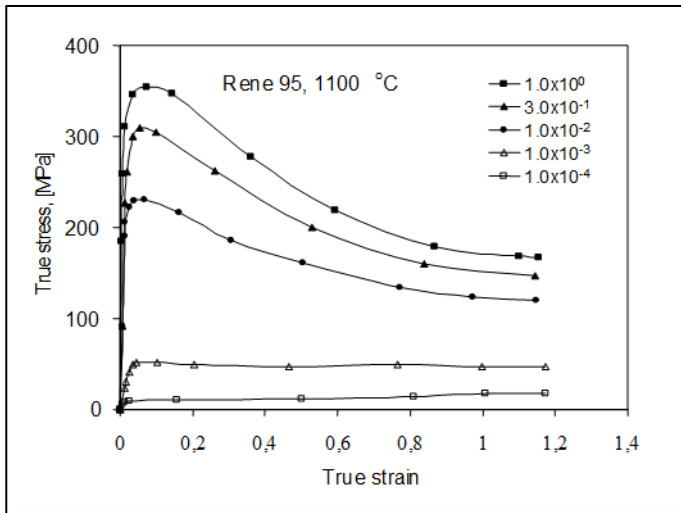


Figure 1. True Stress-True Strain Curves for the As-Hipped P/M Rene 95 Compacts.

The data indicate that the flow stress reaches its maximum value in the early stages of deformation for most test conditions. The material subsequently softens with increasing strain at all but the slowest strain rates, where the flow stress appears independent of strain, although there is some evidence of hardening

during flow at the highest temperature (1100 °C) and slowest strain rate (10^{-4} s^{-1}) examined.

3.1 Effect of Strain Rate

The effects of strain rate, $\dot{\epsilon}$, on the peak flow strength, σ_p of the fine-grained as hiped material are given in Fig.2.

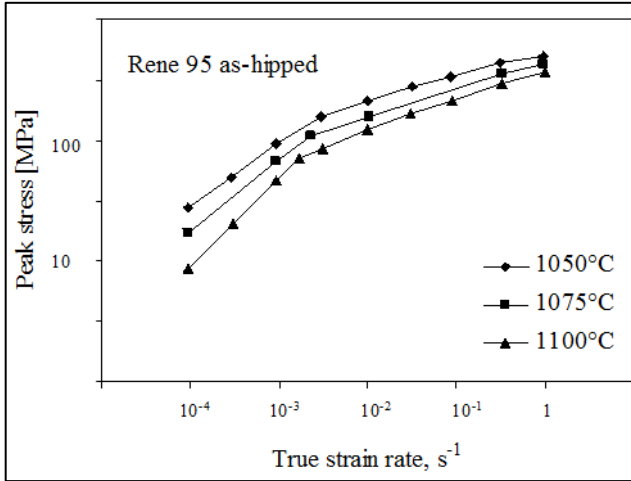


Figure 2. Variation in the Peak Flow Strength of the Hipped P/M Rene 95 Fine Grained Compacts as a Function of Strain Rate (log-log plot).

A discontinuity in the strain rate sensitivity, the slopes m of the isothermal curves in Fig.2 where

$$m = \frac{d \ln \sigma_p}{d \ln \dot{\epsilon}} \quad (1)$$

occurs at intermediate strain rates between 10^{-3} and 10^{-2} s^{-1} at all test temperatures. Below the transition strain rates, the strain rate sensitivity is high, increasing from 0.5 at 1050 °C to 0.66 at 1100 °C, while above the transition strain rates, it is low, of the order of 0.20 to 0.25 and is not as nearly dependent on temperature as it is below the transition strain rates.

This behaviour is generally consistent with fine grain superplasticity and can be attributed to a change in deformation mechanism as the strain rate is raised from below to above the transition strain rate.

3.2 Effect of Temperature

A selected number of flow curves from Fig.1 are reproduced in Fig.3 to illustrate the effects of temperature on flow strength at identical strain rates.

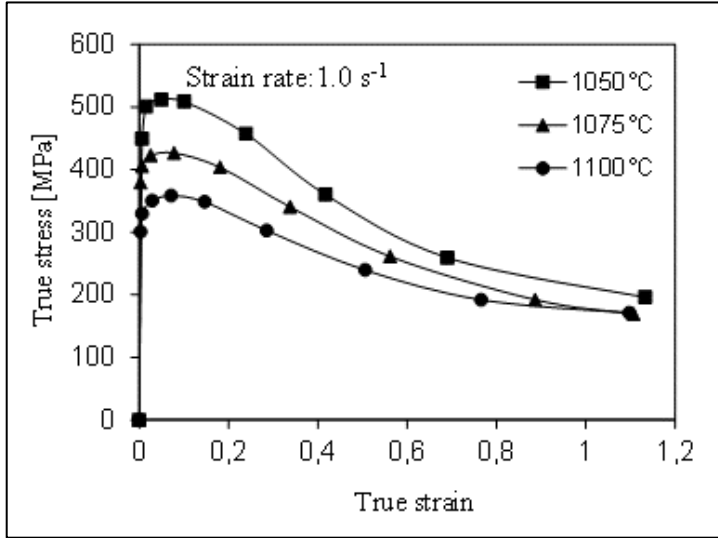


Figure 3. Constant True Strain Rate Flow Curves for the As-Hipped P/M Rene 95 Compacts Showing the Effect of Test Temperature on the Flow Behaviour at Identical Strain Rates.

The temperature sensitivity of the peak flow strength ($d \ln \sigma_p / d(1/T)$) obtained by plotting log flow stresses at constant strain rates against the inverse of the absolute temperature exhibits a discontinuity which shifts to higher temperatures as the strain rate is increased, as shown in Fig.4.

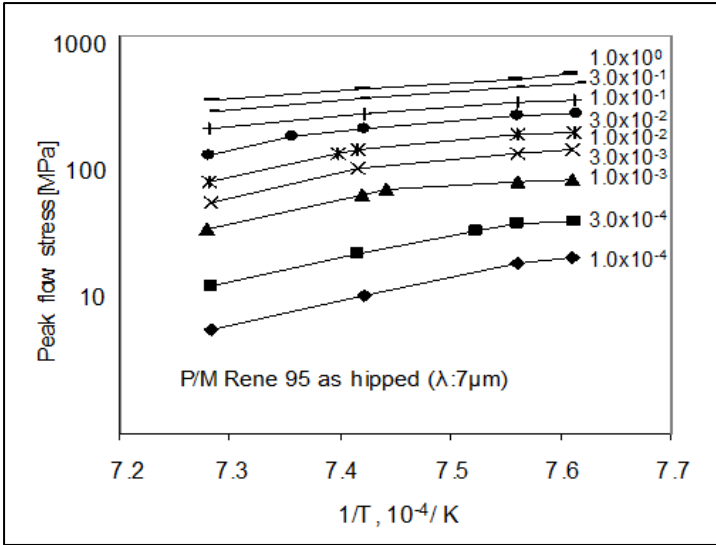


Figure 4. Temperature Dependence of Peak Flow Strength at Constant Strain Rates.

This discontinuity is consistent with the change in deformation mechanism indicated by Fig.2. Activation energies for the respective mechanisms can be calculated on the basis of the data contained in Fig.4 from the relation

$$Q = \frac{R}{m} \frac{d \ln \sigma_p}{d(1/T)}, \quad (2)$$

where, R is the gas constant and m is the strain rate sensitivity given by Equation 4. The significance of these calculated quantities is however questionable since the fine as-HIPed grains γ' volume fraction is not constant over the range of temperature considered and therefore the microstructure varies from one temperature to another.

True activation energies require that calculations be made based on constant structure data and this is not the case for the data shown in Fig.4.

3.3 Microstructure Dependence of Flow Strength

It was found that, at all strain rates and temperatures, the difference in flow strength between the coarse and fine grained compacts gradually decreased as the amount of applied strain was increased. For instance, at 1100 °C and 10^{-3} s^{-1} the peak flow strength for the 50 μm grain size material was roughly three times

higher than that for the 7 μm grain size compact (see Fig.5). However, after a strain of 1.2, the difference in flow strength for the two materials was reduced to less than 20%. This convergence of flow strength with increasing strain can be attributed to the microstructure evolving in each case towards the same fine grained microduplex structure.

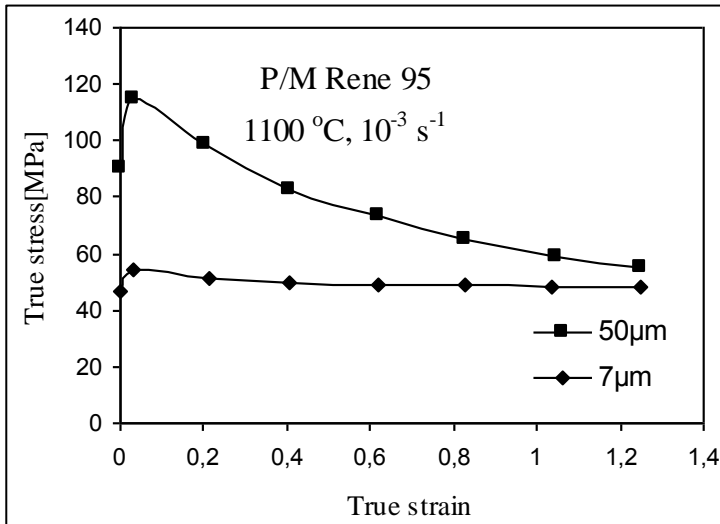
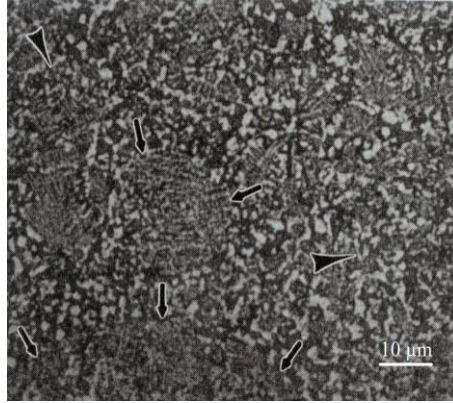


Figure 5. Comparison of the Flow Curves for Initially Coarse for as Hipped Materials.

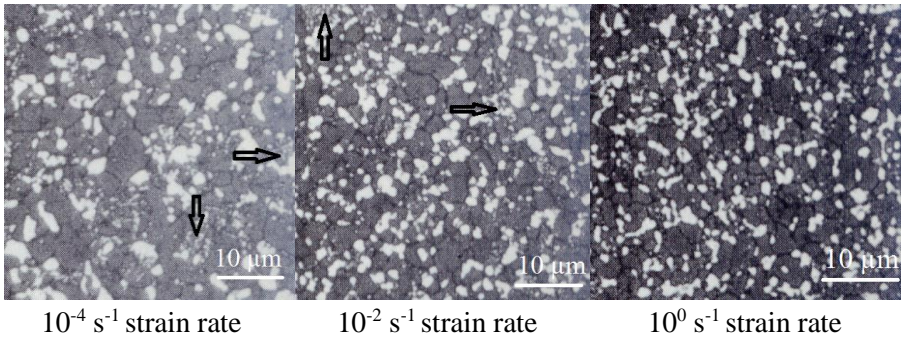
3.4. Changes in Microstructure Induced by Working

Metallography of as-worked microstructures for both coarse (50 μm) and fine (7 μm) grained compacts revealed that their average grain size was refined during flow at all test temperatures and strain rates examined in the work with the exception of the initially fine grained material at the slowest strain rate and 1100°C, when marginal coarsening of the microduplex grain size was noted. This is shown in Fig.6 which compares the soaked and as-worked microstructures for the as-hipped material after a strain of 1.2 at a selected number of strain rates and temperatures.

The micrographs indicate that remnants of the as-cast dendritic structure associated with undeformed powder particles (arrows \rightarrow) present in the as-hipped material are entirely eliminated within a strain of 1.2 at the highest strain rate of 10^0 s^{-1} and test temperatures.



(a) underformed compact produced by HIP exhibiting a uniform dispersion of a few undeformed powder particles (arrows →) in a fine grained microduplex matrix (arrows ►)



(b) deformed compacts at 1100 °C and strain rates after a true strain of 1.2

Figure 6. Undeformed and Deformed Microstructures of as-Hipped Fine-Grained P/M Rene 95.

The micrographs also reveal that the as-worked microduplex grain size is influenced by the deformation conditions, decreasing with an increase in strain rate and/or a decrease in temperature at equivalent applied strain. After a strain of 1.2, the variations in average microduplex grain sizes (measured as mean linear intercepts) as a function of strain rates at the three test temperatures are compared in Fig.7.

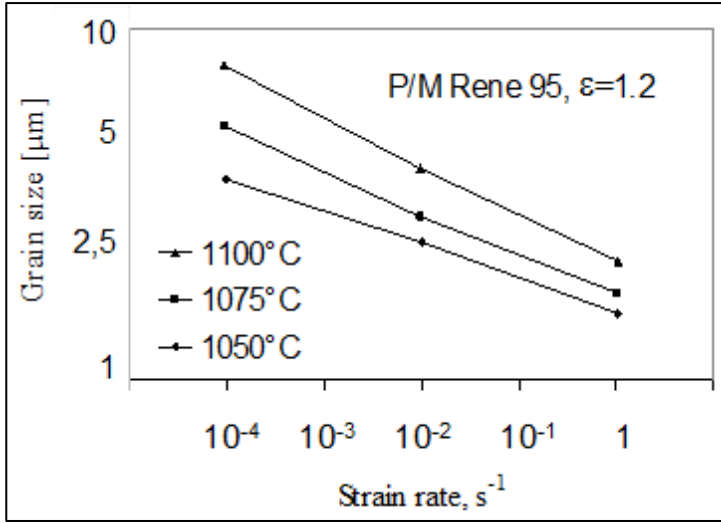


Figure 7. Variation in as-Worked Microduplex Grain Size as a Function of Strain Rate at the Test Temperatures After a True Strain of 1.2 for Initially Fine Grained Compacts (Approximately 7 μM).

It was also noted that a regime of deformation develops at high strains during which there is no further change in the microduplex grain size with continued straining at constant strain rates and temperature.

3.5. Flow Strength Predictions

The rate equation for peak flow strength prior to the onset of grain refinement in both coarse and fine grained compacts can be written in terms of those for grain boundary sliding, (gbs) and intragranular flow, (mdg) as:

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_{gbs} + \dot{\epsilon}_{mdg} , \quad (3)$$

where, $\dot{\epsilon}$ is the applied strain rate and $\dot{\epsilon}_{gbs}$ and $\dot{\epsilon}_{mdg}$ are the strain rates due to gbs and mdg respectively. In the coarse grained compacts, the strain contribution from gbs is initially small because of a large initial grain size and the rate equation reduces to

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_{mdg} . \quad (4)$$

In the fine grained compacts, the contribution from each deformation mechanism depends on the initial grain size and the applied strain rate. At slow strain rates, the contribution from gbs dominates. It reduces to

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_{gbs}. \quad (5)$$

The $\dot{\epsilon}_{mdg}$ component in Eq.3 can be represented by a dislocation glide/climb controlled creep equation of the form

$$\dot{\epsilon}_{mdg} = A' \frac{D_V \mu b}{kT} \left(\frac{\sigma - \sigma_0}{\mu} \right)^4, \quad (6)$$

where, σ_0 is a back stress due to intragranular γ' precipitates, A' is an experimentally determined material constant and other symbols have their usual meaning.

The $\dot{\epsilon}_{gbs}$, component in Eq.3 can be represented by atomistic models for describing superplastic flow where sliding along the grain boundaries may be controlled by diffusion flow accommodation within the grain interiors, as in Ashby and Verrall's model [27], or by dislocation climb within the boundary planes, as in Gittus's model [28].

In the case of Ashby and Verrall's model the rate equation is given by:

$$\dot{\epsilon}_{gbs/AV} = \frac{100\Omega}{kt\lambda^2} \left(\sigma - \frac{0.72\Gamma}{\lambda} \right) D_V \left(1 + \frac{3.3\delta}{\lambda} \frac{D_B}{D_V} \right), \quad (7)$$

whereas for Gittus's model:

$$\dot{\epsilon}_{gbs/G} = 53.4 \frac{D_B \mu b}{kT} \left(\frac{b}{\lambda} \right)^2 \left(\frac{\sigma - \sigma_i}{\mu} \right)^2, \quad (8)$$

where, λ is the grain size, Γ is the grain boundary energy and $0.72\Gamma/\lambda$ and σ_i are threshold stresses arising from fluctuations in the grain boundary area and grain boundary ledges respectively [26, 27].

It has however been suggested that superplastic flow can arise from the simultaneous operation of a number of mechanisms. It is therefore quite possible that at 1100 °C both the Ashby and Verrall and the Gittus mechanisms are contributing to flow at the lower strain rates. This is not totally unexpected since the contribution from diffusional flow accommodation in the grain interiors can be expected to increase as the forging temperature is increased from 1050 °C to 1100 °C. Therefore, it is suggested that at 1100 °C, the variation in peak flow strength can be described by superposition of Eqs.(4)-(6)

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_{\text{mdg}} + \dot{\epsilon}_{\text{gbs/G}} + \dot{\epsilon}_{\text{gbs/AV}} \quad (9)$$

This is indeed the case which is shown in Fig.8 where the magnitude of peak flow strength and its strain rate and grain size dependences are closely approximated by Eq (9).

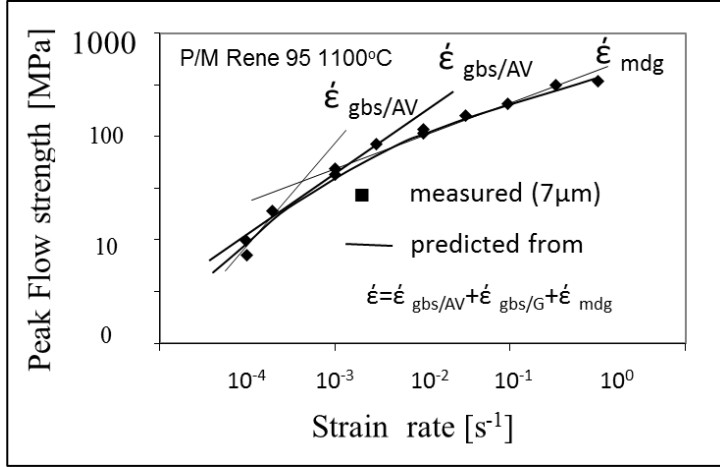


Figure 8. Comparison of Experimentally Established Peak Flow Strengths with Predictions Based on Superposition of Intragranular Deformation and Grain Boundary Sliding Mechanisms at 1100 °C Assuming that Both the Gittus and Ashby and Verall Contribute to Deformation

4. Constitutive Model of DRX Kinetics

Dynamic recrystallisation can be understood from true stress-strain curves of which there are two important sections resulting with hardening and softening behaviours [29,30]. As shown in Fig.9 there are three stages, Stage I gives information about WH. Stage II is concerning with the flow stress increasing of strain resulting with WH and DRV.

The change of flow stress is influenced only by WH and DRV until the onset of DRX [31]. The peak strain ϵ_p and peak stress σ_p are identified in the experimental curve at which the $d\sigma/d\epsilon$ close and finally equal to zero. It means that this result gives information about volume fraction recrystallized at this point that is responsible for the difference between the σ_{recov} and σ_{DRX} curves.

Softening ($\Delta\sigma_s$) shows the difference between the two curves which is the net softening directly attributable to DRX.

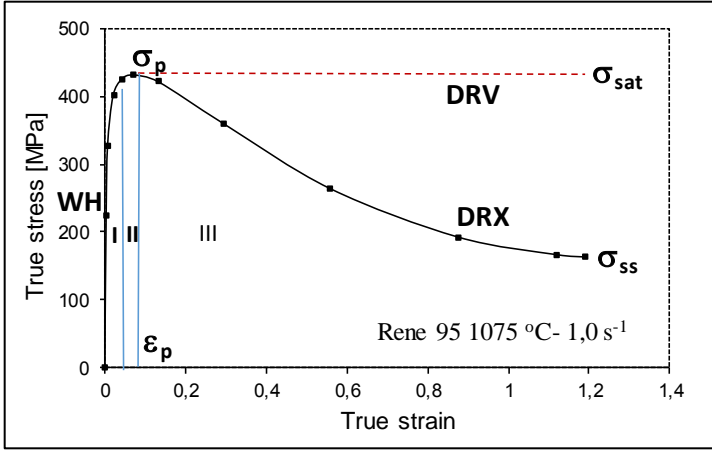


Figure 9. True Stress–Strain Curve for Dynamic Recrystallization Behavior

The maximum value of the softening ($\Delta\sigma_s$) is $\sigma_{sat} - \sigma_{ss}$, where $d\sigma/d\varepsilon = 0$. If the softening begins to form after σ_p , [31]. Finally, the fractional softening in each case can be written as

$$X = \Delta\sigma_s / (\sigma_{sat} - \sigma_{ss}),$$

where, X is value corresponding to the behavior of the last regions of the initial microstructure to undergo DRX. That is, they are associated with the softening behavior of the interiors of the grains undergoing recrystallization and therefore with the highest values of the driving force ($\sigma_{sat} - \sigma_{ss}$).

5. Conclusions

This paper has shown that a recently proposed methodology for modelling forging deformation and microstructural evolution in P/M superalloys under isothermal forging conditions is applicable to P/M Rene 95 compacts. This methodology assumes that several mechanisms contribute towards overall deformation and uses established models for each of the mechanisms to formulate a rate equation for predicting flow strength. Peak flow strength data for the initial microstructure, plus steady state flow strength and grain size data are the only experimental quantities required to use this model. However, to generate the

steady state data, it is necessary to conduct the tests on initially fine-grained material ($<10\ \mu\text{m}$) since only in this case can the steady state be established within the strain limits of compression testing.

The fractional softening is suitable for some metals and especially for superalloy. The relation of X is valid is that the dislocation motion is only inhibited by other dislocations. Therefore, the flow stress is only determined by the average dislocation density which can be decreased by DRX [32].

Acknowledgements

The authors wish to express their gratitude to the Department of National Defence of Canada and to Dr. W. Wallace for providing access to NAEs experimental facilities and for his constant encouragement in completing the project.

References

- [1] Pollock, T. M., & Tin, S. (2006). Nickel-based superalloys for advanced turbine engines: chemistry, microstructure and properties. *J. Propul. Power* 22, 361-374.
- [2] Reed, R. C. (2006). *The superalloys: Fundamentals and applications*. Cambridge University Press.
- [3] Donachie, J. M. J., & Donachie, S. J. (2002). *Superalloys: A technical guide*. ASM International.
- [4] Sun, Z. C., Liu, L., & Yang, H. (2011). Microstructure evolution of different loading zones during TA15 alloy multi-cycle isothermal local forging. *Mater. Sci. Eng. A*, 528, 5112–5121.
- [5] Mandal, S., Bhaduri, A. K., & Sarma, V. S. (2011). A study on microstructural evolution and dynamic recrystallization during isothermal deformation of a Ti-modified austenitic stainless steel. *Metall. Mater. Trans. A*, 42, 1062–1072.
- [6] Zhang, D. X., Yang, X. Y., Sun, H., Li, Y., Wang, J., Zhang, Z. R., Ye, Y. X., & Sakai, T. (2015). Dynamic recrystallization behaviors and the resultant mechanical properties of a Mg-Y-Nd-Zr alloy during hot compression after aging. *Mater. Sci. Eng. A*, 640, 51–60.

- [7] Agnoli, A., Bernacki, M., Logé, R., Franchet, J. M., Laigo, J., & Bozzolo, N. (2015). Selective growth of low stored energy grains during δ sub-solvus annealing in the inconel 718 nickel-based superalloy. *Met. Mater. Trans. A*, *46*, 4405-4421.
- [8] Zhang, H. B., Zhang, K. F., Zhou, H. P., Lu, Z., Zhao, C. H., & Yang, X. L. (2015). Effect of strain rate on microstructure evolution of a nickel-based superalloy during hot deformation. *Mater. Des.* *80*, 51.
- [9] Zhang, H. B., Zhang, K. F., Jiang, S. S., & Lu, Z. (2015). The dynamic recrystallization evolution and kinetics of Ni-18.3Cr-6.4Co-5.9W-Mo-2.19Al-1.16Ti superalloy during hot deformation. *J. Mater. Research*, *30*, 1029.
- [10] Khoddam, S., Hodgson, P. D., & Beladi, H. (2015). Computational inverse analysis of static recrystallization kinetics. *Int. J. Mech. Sci.* *103*, 97.
- [11] Lin, Y. C., & Chen, X. M. (2011). A critical review of experimental results and constitutive descriptions for metals and alloys in hot working. *Mater. Des.* *32*, 1733-1759.
- [12] Chen, F., Cui, Z. S., & Chen, S. (2011). Recrystallization of 30Cr2Ni4MoV ultra-super-critical rotor steel during hot deformation. Part I: Dynamic recrystallization. *Mater. Sci. Eng. A* *528*, 5073-5080.
- [13] Bobbili, R., & Madhu, V. (2016). Constitutive modeling of hot deformation behavior of high-strength armor steel. *J. Mater. Eng. Perform.* *25*, 1829-1838.
- [14] Guo, L. F., Zhang, Z. M., Li, B. C., & Xue, Y. (2014). Modeling the constitutive relationship of powder metallurgy Al-W alloy at elevated temperature. *Mater. Des.* *64*, 667-674.
- [15] Mirzaei, A., Zarei-Hanzaki, A., Pishbin, M. H., Imandoust, A., Khoddam, S. (2015). Evaluating the hot deformation behavior of a super-austenitic steel through microstructural and neural network analysis. *J. Mater. Eng. Perform.* *24*, 2412-2421.
- [16] Lin, Y. C., & Chen, M. S. (2009). Study of microstructural evolution during metadynamic recrystallization in a low-alloy steel. *Mater. Sci. Eng. A* *501*, 229-234.
- [17] Lin, Y. C., Li, L. T., & Xia, Y. C. (2011). A new method to predict the metadynamic recrystallization behavior in 2124 aluminum alloy. *Comput. Mater. Sci.* *50*, 2038-2043.
- [18] Gu, S. D., Zhang, C., Zhang, L. W., & Shen, W. F. (2015). Characteristics of metadynamic recrystallization of Nimonic 80A superalloy. *J. Mater. Res.* *30*, 538-546.
- [19] Chen, F., Cui, Z. S., Sui, D. S., & Fu, B. (2012). Recrystallization of 30Cr2Ni4MoV ultra-super-critical rotor steel during hot deformation. Part III: Metadynamic recrystallization. *Mater. Sci. Eng. A* *540*, 46-54.

- [20] Liang, H. Q., Guo, H. Z., Ning, Y. Q., Peng, X. N., Shi, Z. F., & Nan, Y. (2014). Dynamic recrystallization behavior of Ti-5Al-5Mo-5V-1Cr-1Fe alloy. *Mater. Des.*, 63, 798–804.
- [21] Xu, Y., Hu, L. X., & Sun, Y. (2014). Dynamic recrystallization kinetics of as-cast AZ91D alloy. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, 24, 1683–1689.
- [22] Fang, B., Ji, Z., Liu, M., Tian, G. F., Jia, C. C., Zeng, T. T., Hu, B. F., & Chang, Y. H. (2014). Critical strain and models of dynamic recrystallization for FGH96 superalloy during two-pass hot deformation. *Mater. Sci. Eng. A*, 593, 8–15.
- [23] Chen, X. M., Lin, Y. C., Wen, D. X., Zhang, J. L., & He, M. (2014). Dynamic recrystallization behavior of a typical nickel-based superalloy during hot deformation. *Mater. Des.*, 57, 568–577.
- [24] Immarigeon, J. A., & Floyd, P. (1981). Microstructural instabilities during superplastic forging of a nickel-base superalloy compact. *Metall. Trans. A12*, 1177–1186.
- [25] Alniak, M. O., & Bedir, F. (2006). Modelling of deformation and microstructural changes in P/M Rene 95 under isothermal forging conditions. *Materials Science and Engineering A* 429, 295–303.
- [26] Alniak, M. O., & Bedir, F. (2006). Change in grain size and flow strength in P/M Rene 95 under isothermal forging conditions. *Materials Science and Engineering B* 130, 254–263.
- [27] Ashby, M. F., & Verrall, R. A. (1973). Diffusion-accommodated flow and superplasticity. *Acta Metal.*, 21, 149–163.
- [28] Gittus, J. H. (1977). Theory of superplastic flow in two phase materials: roles of interphase-boundaries dislocation ledges and diffusion. *Trans. ASME*, 244–251.
- [29] Stewart, G. R., Elwazri, A. M., Yue, S., & Jonas, J. J. (2006). Modelling of dynamic recrystallisation kinetics in austenitic stainless and hypereutectoid steels. *Journal Materials Science and Technology*, 22(5).
- [30] Jonas, J. J., Queleñec, X., Jiang, L., & Martin, É. (2009). The Avrami kinetics of dynamic recrystallization. *Acta Materialia*, 57(9), 2748–2756.
- [31] Chen, M. S., Lin, Y. C., Li, K. K., & Zhou, Y. (2016). A new method to establish dynamic recrystallization kinetics model of a typical solution-treated Ni-based superalloy. *Computational Materials Science*, 122, 150–158.

METAL, TEKSTİL VE POLİMER YÜZEYLERE VAKUM VE ATMOSFERİK PLAZMA ETKİLERİ

Necdet ASLAN

*Prof. Dr., Yeditepe Üniversitesi, Kayışdağı / İstanbul,
naslan@yeditepe.edu.tr*

Özet (sadece özet mevcuttur)

Maddenin 4. hâli olan plazma hâli bir gazın elektrik veya manyetik alanla kısmi iyonizasyonlu hâlidir. Bu durumda gazın içinde nötraller, pozitif veya negatif yüklü iyonlar ve elektronlar bulunur ve bunlar üzerlerine uygulanan elektrik ve manyetik alanlara göre hareket ederler. Plazma sistemleri de bu plazma parçacıklarını kontrol ederek yüzey aktivasyonu, modifikasyonu ve kaplaması yaparlar. Yarı iletken aygıtlar, sensörler, hatta güneş hücreleri bile bu sistemle üretilirler. Vakum altındaki plazma sistemleri için plazma oluşumu için gereken enerji daha az olmasına rağmen bu durumda sistemi düşük basınçlara indirebilecek pompalar kullanılmalıdır. Bu nedenle vakum sistemleri daha pahalıdır ama endüstri için kaçınılmaz şekilde gereklidir. Atmosferik plazma sistemleri sıcak ve soğuk olmak üzere ikiye ayrılırlar daha fazla enerjiye gereksinim duyarlar. Sıcak plazmalar düşük voltaj DC güç kaynakları ve fazla miktarda akım kullanılır ve sıcaklıkları yüksek olduğundan soğutma sistemlerine ihtiyaç vardır. Bunlar kaynak makinaları, çöp ve su arıtma sistemlerinde, hurda metal eritilmesinde, demir çelik sektöründe kullanılır. Düşük sıcaklı atmosferik plazma sistemleri ise AC güç kaynakları kullanılır ve yüzey aktivasyonunda, tekstil, metalik veya polimer yüzeyleri modifiye etmede, hatta bazı durumlarda kaplamada kullanılırlar ve bu sayede yüzeylere hidrofilik, yapışma, suyu nemi reddetme, ekstra iletkenlik, kemiğe daha iyi yapışma, antimikrobiyal v.b. özellikler kazandırmada kullanılırlar.

Bu çalışmada bakır ve gümüş kaplanmış tekstillerde oluşan antibakteriyel etkilerle atmosferik plazma ile aktive edilmiş metal ve polimer yüzeylerde oluşan yüzeysel etkiler sunulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Plazma, kaplama, atmosferik plazma, deşarj, vakum.

HIZLI PROTOTİP METAL VE SERAMİK ÜRETİMİ

M. Oktay ALNIAK¹, Yüksel PALACI²

¹ Prof. Dr., Piri Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul,
moalniak@pirireis.edu.tr

² Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniv., Beşiktaş / İstanbul, y_palaci@yahoo.com

Özet

Son yıllarda 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak hızlı prototipleme metodu ile parça üretimi yapılmaktadır. 3 boyutlu yazıcılar farklı yöntemlerle parça üretmektedir. Bu yöntemler; eritme biriktirme, polimerik yapıştırıcılar veya lazer eritmesi ile toz yapıştırma ve sıvı reçinelerin ultraviyole ışık kürlenmesi ile olanları sayılabilir. Bunların yanında en yaygın uygulamalardan bir diğeri, toz metalurjisi yöntemi kullanılarak lazer ile seçici sinterleme ile seramik veya metal tozlarının istenilen parça şekline getirilmesidir. Bu uygulamada oksitlenmeyi önlemek için metaller için kontrollü atmosfer gerekmektedir. Bu durum maliyeti arttırdığı için uygulaması sınırlıdır. Bununla beraber diş implant uygulamasında kullanıldığı gözlenmektedir. Ancak bunların içinde 20 µm kalınlığa kadar katman hassasiyetine inebilen, polimerik filament ile eritme biriktirme yöntemi kullanan cihazlar mevcuttur. Bunların metal veya seramik üretimi için kullanılır hâle getirilmesi endüstriye katkı sağlayabilir. Bu işlemde ise polimerik filaman yerine seramik veya metal tozları içeren filaman kullanılması gerekecektir. Metal ve seramik malzemeler çok yüksek sıcaklıklarda erimekte ve metaller eridiklerinde kontrolsüz atmosferde oksitlenmektedirler. Ürünün imalatında bu hususların bilinmesi faydalıdır.

Anahtar Sözcükler: Katmanlı imalat, seramik, metal.

1. Katmanlı İmalat Teknolojisi Hakkında Görüşler

Bu çalışma ile toz metalurjisi yönteminden esinlenerek, polimerik filaman ile 3 boyutlu hızlı prototip cihazlarda metal veya seramik tozlarının şekillendirilmesi ve daha sonra piyasada mevcut fırınlarda sinterlenmesi düşünülmektedir. Bu çalışmada ilk olarak ticari olarak satılan toz enjeksiyon kalıplamada kullanılan

seramik veya metal tozu içeren polimerik granüller ekstrüzyon yöntemiyle filaman haline getirilecektir. Polimerik eritme biriktirme cihazlarında 3 boyutlu şekillendirilecektir. Daha sonrasında aynı toz enjeksiyon ürünü gibi bağlayıcı giderme ve sinterleme işlemi uygulanarak metal veya seramik parçaların üretilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma sayesinde, polimer prototip cihazları metal veya seramik hızlı prototip üretir hâle dönüştürülmüş olacaktır. Bununla ilgili olarak literatür araştırması yapılacak ve çalışma sonuçlarında paylaşılacaktır.

Bu çalışmanın rakibi olan ve mevcutta kullanılan metal ve seramik tozlardan başlanılarak eritme veya sinterleme ile yapılan katmanlı imalat teknolojisi hakkında bilgi verilecektir. Bu konuda deneysel çalışmaların yapıldığı bilinmektedir. Araştırmalarda farklı üreticilerden temin edilmiş tozların, ortalama boyutu, boyut dağılımı, şekli, kimyasal kompozisyonu, akış ve termal özelliklerinin incelenebileceği düşünülmektedir. Farklı tozların ve cihaz parametrelerinin, imal edilen ürünlerin, yüzey pürüzlülüğü, yoğunluk, çekme mukavemeti, sertlik ve mikroyapıya olan etkilerinin incelenmesi düşünülmektedir. Ayrıca katmanlı üretim teknolojisinin, gemi inşaatı ve denizcilikte sürdürülebilir ortak çalışmalar için potansiyel ekonomik parça üretim alanları araştırılacaktır.

1.1. Sanayideki Sorunlar

Mevcut katmanlı üretim teknolojisine yatırım yapan firmalar genelde tasarım ve prototip üreten firmalardır. Bilgisayar, makine ve metalürji mühendisliğini ilgilendiren bu üretim şekli daha ziyade araştırma safhasında yapılmakta ve maliyet artmaktadır. Konunun seri imalata esas inceleme fazından çıkarılması ve teknolojinin seri üretimde bizzatıhi kullanılması araştırılabilir. Bu konuda çalışacak uzman personel tedarikinde sıkıntı olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca bu yöntemle üretim için cihaz geliştirecek firmalar için de aynı durum söz konusudur. Katmanlı üretim teknolojisinde yüksek hammadde fiyatları, uygulamanın yaygınlaşmasını sınırlandırmaktadır. Cihazın satın alındığı firmanın önerileri doğrultusunda toz hammaddesi temin edilmektedir. Bu konularda yurt dışında çeşitli yayınlar [3-7] olmasına karşın Türkiye’de bunları değerlendirecek ve uygulama tecrübesi olan metalürji malzeme mühendisleri sınırlı sayıdadır.

Kullanılacak toz karakteristiğinin, son ürün özelliklerine etkilerinin anlaşılması ile ilgili ülkemizde deneyim oluşması ihtiyacı vardır. Katmanlı üretim teknolojisi ile parça üreten firmalar beklentilerine göre ihtiyaç olan tozu,

doğrudan toz üretici firmalardan daha uygun fiyata almayı tercih edeceklerdir. Stratejik ve ileri teknoloji ürünleri olduğu cihazla malzeme tedariki konusunda zorlukla karşılaşılacağı değerlendirilmektedir. Konuyla ilgili uzman personel yetiştirilmesi gerekmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, geniş altyapı ve laboratuvar imkânlarına sahip kurumlarda, farklı katmanlı teknolojileri kısa sürede yakından tanımak, cihaz parametreleri ve kullanılan tozlarla, üretilen ürün özellikleri arasında ilişki kurabilecek deneysel çalışmalar ile yeterli deneyime ulaşmaktır. Böylece, yerli sanayimizin gelişmesi için, katmanlı üretim teknolojileri konusunda deneyim kazanılması ve aktarılması hedeflenmektedir.

1.3. Araştırma Konularının Tespiti

Katmanlı üretim cihazı üreten firmaların sağladığı hammadde tozların karakteristikleri ile toz üreticilerinden doğrudan temin edilecek tozların karakteristikleri aynı olmalıdır. Tozların sertifikasyonları gereklidir. Böyle olduğu takdirde istenilen özellikte ürünler üretmek mümkün olabilir. Bu konunun araştırılması faydalıdır. Ayrıca katmanlı üretim teknolojisinin, gemi inşaatı ve denizcilikte potansiyel ekonomik parça üretim uygulamasının neler olabileceği araştırılmalıdır [8].

1.4. Araştırmanın Önemi

Kullanılacak toz karakteristiğinin, son ürün özelliklerine etkilerinin anlaşılması ile ilgili ülkemizde deneyim oluşması ihtiyacı vardır. Ayrıca, katmanlı üretim teknolojisinde yüksek hammadde fiyatları, uygulamanın yaygınlaşmasını sınırlandıran ve rekabetini sınırlı kılan en önemli gider kalemini oluşturmaktadır. Cihazın satın alındığı firmanın önerileri doğrultusunda toz hammaddesi temin edilmektedir.

1.5. Yöntem ve Prosedürler

Araştırma kapsamında, farklı üreticilerden temin edilmiş tozların, ortalama boyutu, boyut dağılımı, şekli, kimyasal kompozisyonu, akış ve termal özellikleri karakterize edilecektir. Farklı tozların ve cihaz parametrelerinin, imal edilen ürünlerin, yüzey pürüzlülüğü, yoğunluk, çekme mukavemeti, sertlik ve mikro yapıya olan etkileri incelenecektir. Parça özellikleri, cihaz parametreleri ve toz özellikleri birlikte değerlendirilecektir.

1.6. Kısıtlamalar ve Sınırlamalar

Çalışmalarda, süper alaşım toz olarak en yaygın kullanılanlardan, Inconel 625, 17-4 PH paslanmaz çelik ve Ti-6Al-4V tozlarıyla çalışılabilir. Toz karakterizasyonunda, toz özellikleri itibariyle; boyut, şekil, kimyasal kompozisyon, akış, thermal özellikler ve yoğunluk, National Institute of Standards and Technology, NIST IR 7873 standartlara göre ölçülebilir [9].

2. P/M Süper Alaşımlar

Söz konusu süper alaşım tozları paslanmaya, oksitlenmeye ve sıcaklığa karşı dayanıklıdır. Toz metalürjisi ürünleri uçak türbinlerde yüksek sıcaklığa maruz disklerin imalatında kullanılırlar. Üretim aşamalarında tozların konsolidasyonu sabit sıcaklıkta ve yüksek basınç altında HIP teknolojisi kullanılarak veya ekstrüzyon ile sağlanabilir. HIP metodu ile elde edilen bu malzemelerin geriniminde deformasyon hız hassasiyeti değerleri önem kazanır. Deformasyon hız hassasiyeti m , logaritmik gerilme ve logaritmik gerinim oranına eşittir. Bu ilişki aynı zamanda gerilme-gerinme eğrisindeki eğime eşittir. m Değerlerinin 3B üretimle elde edilen ürünler için araştırılması hususu 3B metodu ile üretilen malzemenin özelliklerinin tespiti konusunda faydalı olacaktır.

Cihaz kritik parametreleri olarak, lazer gücü, tarama hızı, tarama şekli, katman homojenliği ve kalınlığı, yatak sıcaklığı gibi parametreler üzerinde çalışılması faydalı olacaktır. Yerli sanayi olarak konunun gelişme kaydeden durumu fark edilmiştir. Bu konuda sistemin yerli endüstriyel üretim imkânı faydalı olabilir [9].

3. Sonuç

Katmanlı imalat teknikleri prototip üretimlerinde bir araştırma aracı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında hızlı prototip üreten cihazların yerli üretim imkânları araştırılabilir. Sanayide toz kullanımı gelişme kaydetmiştir. Seramik ve metal kullanılarak katmanlı imalat yapılması bu çalışma ile teklif edilmektedir. Şimdiye kadar denenmemiş bir imalat metodu olarak incelenmesinde fayda görülmektedir. Süper alaşımların karmaşık yapılarda ve geometrilere P/M teknikleriyle kullanılması önemli bir tasarruf imkânı

sağlayabilir. Bu metodun kullanılmasıyla kalıp masraflarından tasarruf edilir. Havacılık sektörü yanında [10] denizcilik teknolojilerinde de ürünlerin kullanımı mümkün olabilir. Toz metalürjisi ve seramik malzemelerin bu yöntemle üretimlerinde yetişmiş personel temininde güçlük çekilmektedir. Seramiklerin aynı yöntemle kullanılması bir yenilik olacaktır. Bu araştırma projesi önerisiyle yeni bir teknoloji araştırılmış olacaktır.

Kaynakça

- [1] <http://www.metaldunyasi.com.tr/tr/guncel/75/katmanli-uretimin-gelismesi-ve-diger-yontemlerle-birlikte-kullanimi.html> adresinden alınmıştır.
- [2] https://www.stm.com.tr/documents/file/Pdf/1.katmanli_imalat_teknolojileri_raporu_2016-08-03-14-11-28.pdf adresinden alınmıştır.
- [3] Cordova1, L., Campos, M., & Tinga1, T. (2017, June 7-9). *Powder characterization and optimization for additive manufacturing*. VI Congreso Nacional de Pulvimetalurgia y I Congreso Iberoamericano de Pulvimetalurgia, Ciudad Real.
- [4] Džugan, J., & Nový, Z. (2017). Powder Application in Additive Manufacturing of Metallic Parts. In L. A. Dobrzanski (Ed.), *Powder Metallurgy-Fundamentals and Case Studies*. InTech. ISBN 978-953-51-3054-3, Print ISBN 978-953-51-3053-6.
- [5] Sutton, A. T., Kriewall, C. S., Leu, M. C., & Newkirk, J. W. (2016). Powders for additive manufacturing processes: characterization techniques and effects on part properties. *Proceedings of of the 26th Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium, Texas, USA*.
- [6] Markusson, L. (2017). *Powder characterization for additive manufacturing processes* (masters level degree project in Materials Engineering). Luleå University of Technology, Sweden. Retrieved from <https://ltu.diva-portal.org/>
- [7] Ardila, L. C., Garcíandía, F., González-Díaz, J. B., Álvarez, P., Echeverría, A., Petite, M. M., ... & Ochoa, J. (2014). Effect of IN718 recycled powder reuse on properties of parts manufactured by means of selective laser melting. *Physics Procedia*, 56, 99-107.
- [8] Cooke, A., & Slotwinski, J. (2012). *Properties of metal powders for additive manufacturing: a review of the state of the art of metal powder property testing*. US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.IR.7873>
- [9] ALNIAK M. O. (Temmuz 2016). *Süperalaşımaların davranışları*. 17. Uluslararası Makine Tasarım ve İmalat Kongresi (UMTİK), Bursa.
- [10] <https://geturkiyeblog.com/katmanli-imalat-uretim-modellerini-degistiriyor/> adresinden alınmıştır.

YAŞ YÖNTEMLE TİTANYUM FLOROBORAT SENTEZİ VE ALEV GECİKTİRİCİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ

**Metin GÜRÜ¹, Duygu Y. AYDIN², Pelin SEDİR³,
Fatih AKKURT⁴**

^{1, 2, 3} Gazi Ü., Mühendislik F., Maltepe / Ankara,

¹ Prof. Dr., mguru@gazi.edu.tr

² Arş. Gör., d.yilmazgazi.edu.tr

³ Öğrenci, pelinsedir123@gmail.com

⁴ Doç. Dr., Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü, Ankara, fatih@boren.gov.tr

Özet

Floroboratlar; katalizör, alev geciktirici, pestisit ve camlarda geçirgenliği arttırıcı olarak kullanılan bor uç ürünlerindedir. Bu çalışmada floroboratlardan biri olan titanyum floroborata, reaktant olarak titanyum dioksit ve floroborik asit kullanılarak yaş yöntemiyle sentezlenmiş, optimum sentez parametreleri belirlenmiştir. Reaktant mol oranı ($n\text{TiO}_2 / n\text{HBF}_4$) ve sıcaklık parametreleri çalışılarak, reaksiyon stokiyometrisine göre verim hesaplanmıştır. Karakterizasyon çalışmalarında FTIR cihazı kullanılmıştır. Sabit sıcaklıkta farklı mol oranlarında deneylere devam edilmiş ve 1:10 reaktant mol oranının optimum mol oranı olduğu belirlenmiştir. Belirlenen mol oranı sabit tutularak farklı sıcaklıklarda yapılan deneylerde optimum sıcaklığın 50 °C olduğu bulunmuştur. Optimum sentez şartlarında % 85 verimle titanyum floroborata sentezlenmiştir. Sentezlenen titanyum floroborata tekstil kumaşına emdirilerek alev geciktirici özelliği, LOI testi ile incelenmiştir. İşlem görmemiş kumaşın LOI değeri 16 iken, % 18'lik çözelti emdirilmiş kumaşın LOI değeri 34 olarak bulunmuş, %30'luk çözelti emdirilmiş kumaşın LOI değeri 36 olarak bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Titanyum floroborata, alev geciktiricilik, LOI.

Abstract

Fluoroborates are boron end products which are used as catalysts, flame retardants, boron end products, pesticide and glass permeability enhancer. In this

study, fluoroborate titanium fluoroborate was synthesized by wet method using titanium dioxide and fluoroboric acid as reactants and optimum synthesis parameters were determined. Reactant molar ratio ($n\text{TiO}_2 / n\text{HBF}_4$) and temperature parameters were studied and the yield was calculated according to reaction stoichiometry. FTIR was used in characterization studies. Experiments were carried out at different molar ratios and constant temperature and it was determined that the molar ratio of 10:1 reactant was the optimum reactant molar ratio. It was found that the optimum temperature was 50 °C when experiments were conducted at different temperatures by keeping the determined molar ratio constant. Titanium fluoroborate was synthesized with 85 % efficiency under optimum synthesis conditions. The flame retardant property of the synthesized titanium fluoroborate was investigated by LOI test. The LOI value of the untreated fabric was 16, while the LOI value of the 18 % solution impregnated fabric was 34, and the LOI value of the fabric impregnated with 30 % was found to be 36.

Keywords: Titanium fluoroborate, flame retardancy, LOI.

1. Giriş

Türkiye dünyanın en geniş bor rezervine sahip ülke olma özelliğini taşımaktadır. Bor madenleri hem yüksek cevher kalitesi hem de geniş kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle ülkemiz için çok önemli bir maden kaynağıdır. Ülkemiz sahip olduğu geniş bor rezervlerinin bir sonucu olarak dünyanın en önemli ham bor ihracatçısıdır. Türkiye'den ham bor alan ülkeler, bunun büyük bir bölümünü rafine bor ürünlerine dönüştürerek katma değeri yüksek bor ürünleri üretmekte ve bu ürünleri ülkemizin de dâhil olduğu piyasaya satmaktadır, bu durum ülkemizin kaynak israfına neden olmaktadır. Türkiye'deki bor madenlerinin, dünya bor piyasasında hak ettiği konumu elde edebilmesi, ancak katma değeri yüksek, bor uç ürünleri üreten teknolojilerin geliştirilmesi ile mümkün olabilecektir. Bor uç ürünlerine dayalı ileri teknoloji gerektiren yatırımların yapılmasının, Türkiye'yi katma değeri düşük ham cevher satmak yerine katma değeri çok yüksek rakamlara ulaşabilen uç ürünleri üretip satmasının ihracat gelirlerini artırmada önemli rol oynayacağı düşünülmektedir [1]. Yüksek katma değerine sahip bor uç ürünlerine verilebilecek en önemli örneklerden biri floroboratlardır. Floroboratlar; tekstil alanında alev geciktirici

olarak, polimerizasyon reaksiyonlarında ve organik sentezlerde katalizör olarak, böcek ve mantarlara karşı pestisit olarak, kaplama çözeltilerinde, camlarda optik özellik arttırıcı olarak ve daha birçok alanda kullanılmaktadırlar. Tetrafloroborik asitin tuzları olan floroboratlara ilgili ilk bilimsel çalışmalar Berzelius tarafından yapılmıştır [2]. Bu gruba dâhil olan bileşikler alkali metal floroboratlardır, amonyum floroborat ve geçiş element floroboratlardır. Tümünde anyon olarak tetrafloroborat molekülü bulunmaktadır. Borik asit ve hidrofloborik asit karışımları metallerin hidroksitleri, oksitleri veya karbonatları ile nötrleştirilerek istenilen floroborat elde edilmektedir [3]. Örneğin; sodyum floroborat borik asit ve hidrofloborik asit ile sodyum karbonatın reaksiyonu ile elde edilebilir [4]. Floroboratlarda organik reaksiyonlar gibi çeşitli reaksiyonlarda katalizör olarak kullanılmaktadır. Lityum floroboratlarda lityum-sülfür bataryalarında elektrolit olarak kullanılırlar [5]. Lityum floroborat esaslı elektroliti kullanan Li-iyon hücre, daha az neme duyarlıdır ve yüksek sıcaklık elektrolitinde daha iyi performans gösterir [6]. Floroboratlarda genellikle camlarda geçirgenliği arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Nadir toprak elementleri ile kullanılan floroboratlarda camların fiziksel parametrelerini iyileştirir ve devitrifikasyona karşı termal stabilite sağlar [7, 8]. Kalay, kurşun vb. floroboratlarda elektrokaplama banyolarında kullanılırlar [9]. Floroboratlarda alev direncini artırır ve dumanı azaltır ve tekstil malzemeleri için alev geciktirici olarak kullanılırlar [10]. Alev geciktiriciler; insanları ve mallarını, yangının yıkıcı etkilerinden korumak için geliştirilmiş malzemelerdir. Boya, vernik, plastik, mobilya ve kumaş gibi yanıcı malzemelere alev geciktirici katkı maddesi ilavesi ile yangın esnasında malzemelerin alevlenmesinin geciktirilmesi sağlanır veya engellenir. Birçok yangın geciktirici türü geliştirilmiş ve ticari olarak temin edilmiştir; bunlar arasında fosfor, silikon, bor, azot ve çeşitli unsurları esas alan yangın geciktiriciler bulunur. Alev geciktiriciler, ısıtma, piroliz, ateşleme veya alev yayılması sırasında yanmaya müdahale etmek için kimyasal veya fiziksel mekanizmalar yoluyla buhar fazında veya yoğunlaşmış fazda hareket eder [11]. Alev geciktiriciler farklı şekillerde çalışma mekanizmasına sahiptirler. Örneğin; fosfor esaslı bileşikler, ateşe maruz kaldıktan sonra camsı bir yüzey bariyeri olarak veya bir "char" üretmek suretiyle koruyucu bir tabaka oluştururlar [12]. Bor bileşikleri, bozunma sürecini CO veya CO₂ yerine karbon oluşumu lehine yönlendirerek yoğunlaşmış fazda hareket eder. Bor bileşiklerinin alev geciktiriciliği, karbonun oksidasyonunu önlemek için oksijen girişine engel oluşturan koruyucu tabakanın oluşumuyla ilgilidir. Bor içeren alev geciktiriciler,

antimon oksit gibi geleneksel alev geciktiricilere göre daha ucuz ve daha az toksik alternatifler olarak geliştirilmiştir [11]. Bor bileşikleri, alev geciktiriciler olarak kullanıldığında çevre dostudurlar [13].

Yapılan çalışmada floroborat bileşiklerinden biri olan titanyum floroborat sentezlenmiş ve alev geciktirici özelliği incelenmiştir.

2. Malzeme ve Yöntem

Yapılan çalışmada reaktant olarak titanyumdioksit ve floroborik asit kullanılarak yaş yöntemle titanyum floroborat sentezlenmiştir. Hidrofloroborik asitin cam malzemelerde korozif özellik göstermesinden dolayı deneylerde cam reaktörler kullanılmamıştır. Reaktör manyetik karıştırıcılı bir ısıtıcı üzerine yerleştirilerek farklı koşullarda deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Ürün FTIR ile analiz edilerek en yüksek titanyum floroborat miktarını veren parametreler belirlenmiş ve deney sonuçları desteklenmiştir. Reaksiyon Eşitlik 1’de verildiği gibidir.



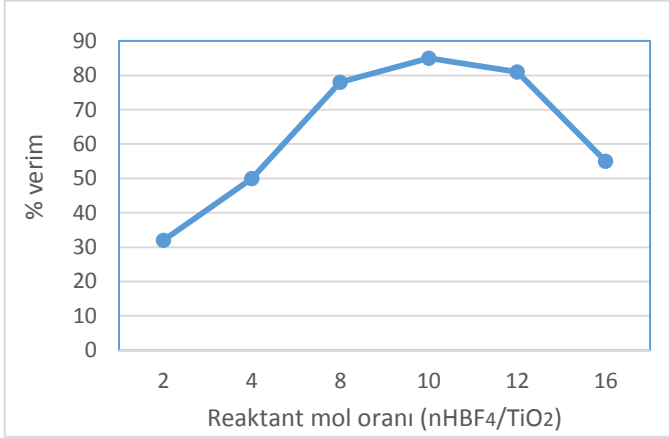
Titanyum floroboratın alev geciktirici özelliğinin incelenmesinde LOI testi kullanılmıştır. Sentezlenen titanyum floroborat farklı derişimlerde hazırlanarak kumaşlara emdirilmiş ve 24 saat oda sıcaklığında bekletilerek kurutulmuştur. Kumaşlara LOI testi uygulanarak işlem görmemiş kumaşın LOI değeri ile karşılaştırma yapılmıştır.

3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

Floroborik asit ve titanyumdioksit farklı mol oranlarında (2:1, 4:1, 8:1, 10:1, 12:1, 16:1) ve sabit sıcaklıkta reaksiyona sokulmuştur. Reaksiyon sonucu üretilen toplam ürün miktarına göre verim hesabı yapılmıştır. Mol oranının verim üzerindeki etkisi Şekil 1’de verilmiştir. En yüksek verim, reaktant mol oranı (nHBF₄ / nTiO₂) 10:1 olduğu durumda elde edilmiştir.

Verim, mol oranı optimum değere kadar düzenli bir şekilde artmasına rağmen, mol oranı arttıkça ortamdaki asit miktarının artışı nedeniyle verimde

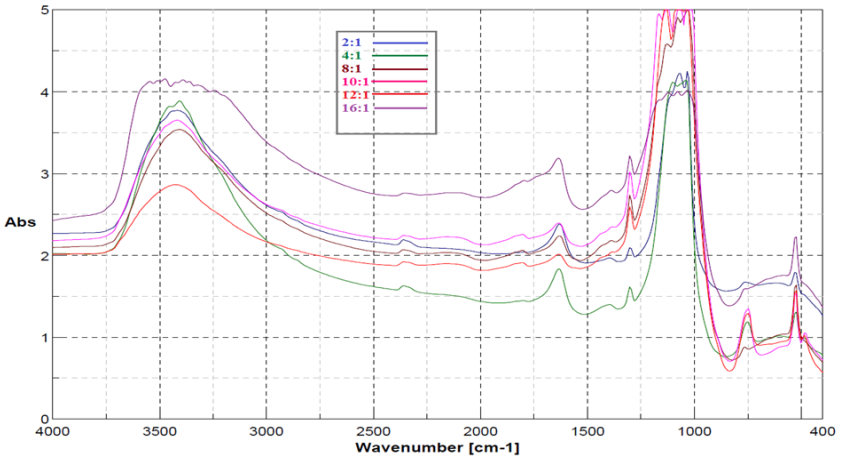
düşüş gözlenmiştir. Mol oranı 10:1 ve sıcaklığın 50 °C olduğu durum için verim % 85 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Reaktant Mol Oranının Verime Etkisi

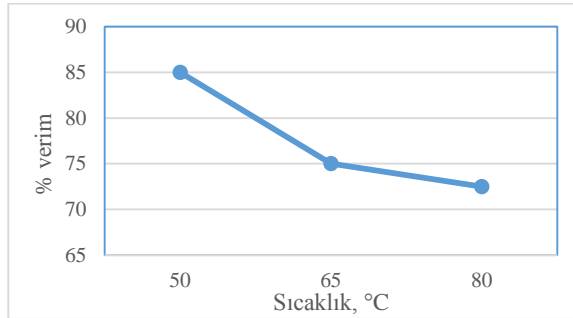
Yaş üretim yöntemine göre elde edilen numunelerin FTIR analizleri yapılmıştır. Farklı reaktant mol oranlarında ve sıcaklığın ise sabit (50 °C) olduğu durum için FTIR çekimleri yapılmıştır. FTIR sonuçları Şekil 2' de verilmiştir. B-F bağının karakteristik FTIR absorpsiyon bandının literatürden 1000-1100 cm⁻¹ aralığında olduğu belirlenmiştir [14].

FTIR analizlerinde aynı miktarda alınan farklı mol oranlarında sentezlenen numunelerin B-F bağı pik alanları hesaplanmıştır. En şiddetli pike nHBF₄/nTiO₂ mol oranı 10:1 olan numunede rastlanmıştır. Deneysel olarak elde ettiğimiz sonuç FTIR analizi ile desteklemiştir.



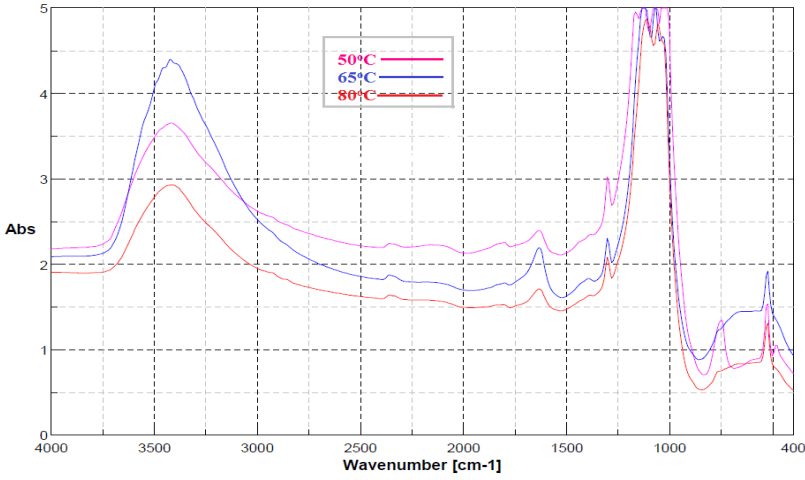
Şekil 2. Farklı Mol Oranlarına Sahip Numunelerin FTIR Spektrumları

Optimum mol oranı belirlendikten sonra optimum sıcaklık belirlenmiştir. Mol oranı (nHBF₄ / nTiO₂) 10:1 sabit tutularak 25, 50, 65, 80 ve 90 °C deneylere devam edilmiş ve optimum sıcaklık bulunmaya çalışılmıştır. Sıcaklığın verim üzerindeki etkisi Şekil 3'te verilmiştir. 25 °C' de reaksiyon gerçekleşmemiştir. 50 °C sıcaklıktan sonra ise hızlı bir şekilde verimde düşüşün olduğu ve 80 °C sıcaklıktan sonra ise reaktantın bozunmaya uğradığı gözlemlenmiştir. En yüksek verimin, reaktant mol oranı (nHBF₄/nTiO₂) 10:1 olan ve 50°C sıcaklık koşullarında elde edildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3. Sıcaklığın Verime Etkisi

Reaktant mol oranının 10:1 olarak sabit tutulduğu ve sıcaklık değerlerinin farklı olduğu durum için FTIR çekimleri yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 4' de gösterildiği gibidir. En yüksek pik alanı 50 °C de hazırlanmış numuneye aittir. FTIR sonuçları deneysel sonuçları desteklemektedir.



Şekil 4. Farklı Sıcaklıklarda Hazırlanan Numunelerin FTIR Spektrumları

Çalışmanın son aşamasında LOI testi kapsamında optimum koşullarda sentezlenen titanyum floroborat kumaşlara emdirilmiş ve ASTM D2863 standardına göre fazla güçlü olmayan sabit miktardaki alev, malzemenin uç kısmında (gerekirse üst yüzeyi kaplayacak biçimde) sürekli hareket ettirilmek suretiyle, 30 saniye kadar uygulanmış ve her 5 saniyede bir uzaklaştırılarak numunenin kendiliğinden yanmaya devam edip etmeyeceği gözlenmiştir. Kritik oksijen indeksi, malzemenin havada yanmaya devam edebilmesi için ihtiyaç duyduğu % oksijen miktarı olarak tanımlanabilir. LOI değerinin yüksek olması standart atmosfer şartları altında malzemenin daha zor yanma karakteristiğine sahip olduğunu gösterir. LOI testi sonuçlarına göre katkısız kumaşın LOI değeri 16 iken, % 18 derişime sahip çözelti emdirilmiş kumaşın LOI değeri 34 ve %30 derişime sahip çözelti emdirilen kumaşın LOI değeri 36 olarak bulunmuştur ve bu değer katkısız kumaşın LOI değerinin iki katından fazladır. Bu sonuçlara göre titanyum floroboratın etkili bir alev geciktirici olduğu görülmüştür.

4. Sonuç

Yapılan çalışmada titanyum floroborat yaş yöntemle sentezlenmiştir. Çalışılan yöntemde titanyumdioksit ve floroborik asit reaktant olarak kullanılmıştır. Çalışılan parametreler reaktant mol oranı ve sıcaklıktır. Yapılan deneysel sonuçlara göre reaktant mol oranı 10:1 ve sıcaklık 50 °C olduğunda % 85 verimle

titanyum floroborat sentezi gerçekleştirilmiştir. Optimum koşullarda sentezlenen titanyum floroboratın alev geciktirici etkisi LOI testi ile incelenmiştir. LOI testi sonuçlarına göre titanyum floroboratın etkin bir alev geciktirici olduğu görülmektedir. Titanyum floroboratın sentezlenmesi konusunda yaş yöntemle ilgili literatürde bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bilgiler göz önünde bulundurulduğunda elde edilen araştırmaların özgün olduğu ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü tarafından 2017-30-06-30-002 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar mali destek için Ulusal Bor Araştırma Enstitüsüne, laboratuvar tesisleri kullanımı için Gazi Üniversitesi'ne minnettardırlar.

Kaynakça

- [1] Aydın, Y. D. (2015). *Çinko floroborat sentezi ve alev geciktirici olarak kullanılabilirliği* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [2] Booth, H. S., & Martin, D. R. (1949). *Boron trifluoride and its derivatives*. Newyork: Wiley.
- [3] Yünlü, K. (2016). Boron. İstanbul: National Boron Institute.
- [4] Papcun, J. R. (2000). Fluorine compounds, inorganic, fluoroboric acid and fluoroborates. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- [5] Sarkar, A., Santra, S., Kundu, S. K., Ghosal, N.C., Hajra, A., & Majee, A. (2015). Zinc tetrafluoroborate: a versatile and robust catalyst for various organic reactions and transformations, *Synthesis*, 47, 1379-1386.
- [6] Zhang, S. S., Xu, K., & Jow, T. R. (2002). Study of LiBF₄ as an electrolyte salt for a li-ion battery. *Journal of Electrochemical Society*, 149, 586-590.
- [7] Prajnashree, M. Wagh, A. Sangeetha, B., & Kamath, D. S. (2013). Characterization of Pr₆O₁₁ doped zinc fluoroborate glass. *European Scientific Journal*, 9, 83-92.
- [8] Wagh, A., Raviprakash Y., & Kamath, S. D. (2016). Gamma rays interactions with Eu₂O₃ doped lead fluoroborate glasses. *Journal of Alloys and Compounds*, 695, 2781-2798.

- [9] Liu, Y., & Pritzker, M. (2003). Effect of pulse plating on composition of Sn–Pb coatings deposited in fluoroborate solutions. *Journal of Applied Chemistry*, 33, 1143-1153.
- [10] Kasem, M. A & Richards, H. R. (1972). Flame-retardants for fabrics. Function of boron-containing additives. *Industrial & Engineering Chemistry Product Research and Development*, 11, 114-133.
- [11] Lu, S. Y., & Hamerton, I. (2002). Recent developments in the chemistry of halogen-free flame retardant polymers. *Progress in Polymer Science*, 27, 1661-1712.
- [12] Ullah, S., Ahmad, F., & Yusoff, P. S. M. (2013). Effect of boric acid and melamine on the intumescent fire-retardant coating composition for the fire protection of structural steel substrates. *Journal of Applied Polymer Science*, 128 (5):, 2983-2993.
- [13] Dogan, M., & Unlu, M. (2014). Flame retardant effect of boron compounds on red phosphorus containing epoxy resins. *Polymer Degradation and Stability*, 99, 12-17.
- [14] Leoni, P., Sommovigo, M., Pasqualli, M., Midollini, S. Braga,, D. & Sabatino, P. (1991). Coordinated water/anion hydrogen bonds and Pd-H bond acidity in cationic palladium(II) aquo hydrides and the x-ray crystal and molecular structures of trans- [(Cy3P)2Pd(H)(H2O)]BF4 (Cy = cyclohexyl). *Organometallics*, 10(4), 1038-1044.

ST-37 ÇELİĞİNİN YÜZEY MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN FARKLI TERMAL PÜSKÜRTME KAPLAMA YÖNTEMLERİ VE FARKLI ALAŞIMLARLA KAPLANIP DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ

Ömer Alparslan KAYA¹, Kevser ÇAKIR², Yahya BOZKURT³

^{1,2} Mühendis, Marmara Üniveristesi, Kadıköy / İstanbul,
omeraltparslank@gmail.com

³ Doç. Dr., Marmara Üniveristesi, Kadıköy / İstanbul,
ybozkurt@marmara.edu.tr

Özet (sadece özet mevcuttur)

Günümüzde metal ve alaşımların yüksek sıcaklık, korozyon, aşınma gibi ağırlaşan çalışma şartlarında istenilen özelliklerini sağlayamadığı durumlarda plastikler, kompozitler, süper alaşımlar ve ileri teknoloji seramikleri gibi malzemeler devreye girmektedir. Bu nedenle ileri teknoloji seramikleri metal malzeme yüzeyine farklı kaplama teknikleri ile (CVD, PVD ve Isıl püskürtme tekniklerinden olan termal sprey ile) uygulanmaktadır. Bu yöntemlerle kaplanan metal ile alaşımlar demir-çelik, uzay ve havacılık, savunma sanayi, otomotiv, makine ve imalat gibi birçok sektörde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, endüstride geniş bir yelpazede kullanılan St-37 çeliğinin yüzey ve mekanik özelliklerini geliştirmek amaçlı farklı termal sprey kaplama yöntemleri ile farklı alaşımlar kaplanmıştır. Termal sprey yöntemlerinden plazma sprey (Al₂O₃+ TiO₂, Cr₂O₃), HVOF(Cr₃C₂) ve elektrik ark (Al, Çelik) kaplama yöntemleri kullanılmıştır. Numunelere, sertlik, SEM ve korozyon testleri uygulanıp yöntemler kıyaslanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Termal sprey yöntemleri, HVOF, krom oksit, elektrik ark yöntemi, SEM, çelik.

Abstract (only abstract is available)

Recently, under severe conditions like the high temperature, corrosion, abrasion, plastics, super alloys, composites and massive technological ceramics

were preferred in stead of metal and alloys, which can not provide the desired properties. Because of that, advanced technological ceramics applied onto the metal surface with different techniques (CVD, PVD, plasma spray method which is one of termal spray methods, etc.) When the metals and alloys were coated with those methods, they can available for iron-steel industry, defense industry, space and aeronautics, automoive, machine and manufacturing industries.

In this work, to improve the surface and mechanical properties of the St-37 steel that has a wide range of usage in industry is coated with different alloys with different thermal spray coating methods. Plasma spray ($Al_2O_3 + TiO_2$, Cr_2O_3), HVOF (Cr_3C_2) and electric arc (Al, Steel) coating methods were used from thermal spray methods. Hardness, SEM and corrosion tests were applied to the samples, and the methods were compared.

Keywords: Thermal spray method, HVOF, chromium oxide, electric arc method, SEM, steel.

NANO BOYUTLU PİEZOELEKTRİK KRİSTALLER İLE DOĞRUDAN ELEKTRİK ÜRETİMİ

Yıldıray ÖZBİR

Fizikçi, Florya / İstanbul, yildiray.ozbir@gmail.com

Özet

Isı enerjisinden mekanik enerjiye oradan da elektrik enerjisine geçiş, bir dizi sistemlerin ardı ardına kullanılması ile gerçekleşmektedir. Bilinen yöntemlerle elde edilen ısı enerjisinin, ancak yaklaşık % 40'ı elektrik enerjisine dönüştürülebilmekte, geri kalan yaklaşık % 60'ı ise; istenmediği hâlde; üretilen elektrik enerjisinin bir bölümü sarf edilerek doğaya atılmaktadır. Yani değişik yakıt tiplerini kullanarak bolca elde ettiğimiz ısı enerjisi, uygun bir değişim sistemi geliştirilemediği için ancak çok büyük kayıplarla (% 60 kayıp) kullanımı kolay elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir.

Bu çalışmada, nanoteknoloji kullanılarak özel olarak imal edilmiş nano boyutta piezoelektrik kristallerle, ısıtılmış (hareket enerjisi verilmiş) örneğin gaz moleküllerinin özel olarak hazırlanmış bir ortamda sürekli olarak çarpışmaları gerçekleştirilerek ardı ardına biçim değiştirilen (deforme edilen) nano boyuttaki piezoelektrik kristallerden doğrudan elektrik enerjisi elde edilmesi hedeflenmektedir.

Tasarlanan nano boyutlu piezoelektrik kristaller, etkileşimde buldukları moleküllerin kinetik enerjilerini soğurup elektrik enerjisine dönüşümü gerçekleştirirken aynı zamanda, bu moleküllerin soğumalarını da gerçekleştireceklerinden, bu kristallerin soğutma işlerinde de kullanılabilecekleri işaretini vermektedir.

Anahtar Sözcükler: Termik elektrik santralleri, piezoelektrik kristaller, nanoteknoloji.

Abstract

Transition from the heat energy to mechanical energy and from the mechanical energy to the electric energy may be achieved by the successive use of a series of systems. Of the heat energy obtained by the classical methods, only about 40 % may be converted to the electric energy, and the remaining portion of about 60 % is discharged to the nature although it is an undesirable condition. That is, the large amount of heat energy we obtain using different types of fuels

may be converted to the ease-to-use electric energy only with substantial losses, because no appropriate conversion system has been able to be developed.

The present invention aims at using the nano piezoelectric crystals obtained by the nano technology, deforming said crystals and enabling them to generate electric energy upon the collision of the gas molecules, which have been heated (provided with motion energy), with said crystals, and thereby directly obtaining the electric energy. Further, said characteristic of the nano piezoelectric crystals indicates that they may also be used in the cooling process, since they absorb the kinetic energy of the molecules with which they interact.

Keywords: Thermal power station, piezoelectric crystal, nanotechnology.

1. Giriş

Isı enerjisinden elektrik enerjisine geçişte on yıllardır kullandığımız araçlarda, önemli bir değişiklik olmadı. Isı kaynağından buhar üretimi, buhar türbinleri kullanılarak mekanik enerjiye dönüşüm, jeneratörler kullanılarak elektrik enerjisi üretimi, trafolar, tüketiciye dağıtım ve tüketim.

Bu süreçte ürettiğimiz 100 birim ısı enerjisinin yaklaşık 40 birimini elektrik enerjisine dönüştürebilirken 60 birimini doğaya atmaya devam ediyor, termodinamiğin kuralı bu deyip bu akıllara ziyan dönüşüm oranını yükseltmeye (iyileştirmeye) yönelik dişe dokunur çalışmaları yeteri kadar destekleme yönünde parmağımızı kıpırdatmıyoruz. Oysa elektrik üretim tesislerini doğayı ısıtmak ve çokça kirletmek için değil elektrik enerjisi elde etmek için kurmaktayız. Şurası bir gerçek ki dönüşüm için kullandığımız araçların yetersiz kaldığı açık ve nettir. Bir fizikçi olarak bu durum beni çok rahatsız etmiştir ve rahatsız etmeye devam etmektedir.

Bugün; baca kayıplarının olmadığı 3000 MW ısı güçteki bir nükleer santralden yaklaşık 1000 MW elektrik enerjisi elde edilebilmekte 2000 MW değerindeki ısı enerjisini tabiata atmakta heba etmekteyiz. Bu 50 yıl önce de böyleydi şimdi de böyle. Bunun yanında; bundan 50 yıl önce 1500 kg ağırlığında bir otomobil 6 silindirli benzinli bir motorla 100 km yolu 15 litre benzin tüketerek giderken bu gün aynı yolu 5 litre benzinle kat edebilmekte.

Termodinamik ve fizik kurallarda ve de kullanılan yakıtta (önemli) bir değişiklik olmadığı hâlde bu nasıl gerçekleşti? Sorusunun cevabı; içten yanmalı motorlar üzerinde yapılan yenilikçi (inovatif) değişikliklerle, motor verimlerinin, 50 yıl öncesine göre çok arttığı gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Bu süre içerisinde;

aynı termodinamik kurallara göre çalışan termik elektrik santrallerde benzeri bir pozitif verim değişimi neden sağlanamıyor anlamak mümkün değil.

Günümüzde Dünyamızın elektrik enerji ihtiyacının % 70'ten fazlası termik santrallerden elde edilmektedir. Isı enerjisinden elektrik enerjisine geçişi sağlayan araçlarda yapılabilecek yenilikçi bir değişim ile söz konusu verimin % 40 lardan % 80 seviyesine çıkartıldığını bir an için tasavvur edelim. Bu, kurulu santrallerimizin tüketimleri değişmeksizin üretimlerinin % 100 arttırılması anlamına gelir. Bu da, dönüşüm oranını yani verimi arttırıcı yönde yapılacak yenilikçi çalışmalara desteği arttırmamız gerektiğinin önemini ortaya koymaktadır. Bu hususta daha detaylı ve kapsamlı düşünerek kendimizi yenilikçi çözümler bulmaya mecbur hissetmemiz, bu doğrultuda çaba göstermemiz ve emek verenleri desteklememiz gerektiğine inanıyorum.

Bu düşünceler beni yeni dönüşüm araçları arayışına sevk etmiştir. İÜ Fen Fakültesi Fizik bölümüne girdiğim 1962 yılından beri bildiğim ve tabiatta olduğu gibi yapay olarak da elde edilebilen, üzerine baskı uygulandığında elektrik enerjisi üreten **Piezoelektrik Kristal** gibi bir aracın varoluşu kafamı devamlı meşgul etmiştir. Bu olaydan istifade ederek elektrik enerjisi üretmek olası görünmektedir.

2. Piezoelektrik Olay

Tabiatta bazı kristallerin uygun yüzeylerine basınç uyguladığında; basınç uygulanan yüzeyler arasında, uygulanan basınçla orantılı elektriksel bir potansiyel farkı oluşur. Aynı şekilde bu kristalin yüzeylerine bir voltaj uygulandığında ise uygulanan potansiyel farkıyla orantılı bir biçim değişikliği oluşur. Bu tersinir olaya **piezoelektrik olay** diyoruz.

Bugün endüstride piezoelektrik özellik gösteren kuvars, turmalin, rouchelle tuzu, v.s. gibi tabii kristallerin yanında baryum titanat, kurşun zirkonat titanat ve potasyum sodyum niobat vs. gibi yapay, piezoelektrik özelliği gösteren kristaller de üretilmiştir ve çok çeşitli maksatlarda kullanılmaktadır. Burada konumuzla yakından ilgili olması ve herkesçe bilinmesi sebebi ile sigara[†] ya da ateş yakmak için kullandığımız piezoelektrikli çakmıklardan kısaca bahsedeceğiz.

Son teknoloji çakmıklarda, haznesindeki yanıcı gazı ateşlemek için gerekli olan kıvılcım, çakmak taşı yerine piezoelektrik özellik gösteren bir kristal kullanılarak sağlanır. Çakmak çakıldığında parmakla basılan tuş, çakmağın bünyesindeki piezoelektrik kristale çarparak bir basınç uygulayan mekanik sistemi

[†] Editörden dipnot: Sağlıklı bir yaşam için uzak durmalı, içiyorsak da bırakmak için gayret göstermeli!

hareketlendirirken; çakmak haznesindeki yanıcı gazın vanasını da açar. Kristale uygulanan basınç kristalin iki ucu arasında oldukça yüksek bir elektriksel potansiyel farkı oluşturur ve bu yüksek voltaj çakmak yanıcı gazının çıktığı lülenin ağzında bir kıvılcım meydana getirir. Bu kıvılcım, (tuşa basıldığı sürece lüleden çıkan) gazı, tutuşturarak; çakmağın yanmasını sağlar.

Teknoloji dünyasında, piezoelektrik kristaller kullanılarak elektrik enerjisi elde etmeye yönelik patent çalışmaları ve uygulamaları da mevcuttur. Bunlardan birinde; insanların çokça dolaştığı alanlarda, alan tabanına uygun şekilde yerleştirilmiş piezoelektrik kristallerin, alanda dolaşan insanların yürürken yaptıkları basınçla etkilenmeleri ve elektrik üretmeleri fikrinden hareketle; binlerce kristalden üretilen bu elektriğin depolanması ve de alanın aydınlatılması için kullanılması önerilmektedir.

Bir başka çalışmada; şu anda MIT Üniversitesinde (ABD) araştırmacı olarak çalışan bir Türk kıızı, küçük boyutlarda birbiriyle bağlı onlarca piezoelektrik kristali kalp üzerine yerleştirerek onların kalp atışlarından etkilenip biçim değiştirmelerini ve elektrik üreterek kalp pili olarak kullanılmalarını gerçekleştirmek üzere yaptığı çalışmalar için büyük teşvik görmektedir.

Her ne şekilde olursa olsun elde edilmiş veya oluşmuş ardı ardına gelen basınç kuvvetleri, bu kuvvetlerle deforme olabilecek uygun büyüklük ve özelliklerde imal edilmiş piezoelektrik kristalleri etkileyecek şekilde bir araya getirildiği sürece; elektrik enerjisi elde edilebileceği açıktır.

2.1. Buluşun Açıklaması

Tamam elimizde bir araç var fakat bu aracı etkileyecek ve ona sürekli darbeler indirebilecek çekiçleri nereden bulacağız?

Bu kristalleri sürekli olarak etkileyebilecek çekiçleri de bulabilirsek dönüşüm oranı bilinmez amma en azından yeni bir dönüşüm aracı ile elektrik üretimi mümkün olabilir.

Bu düşünceden hareketle; acaba yine tabiatta bu kristalleri etkileyecek onlara darbeler indirerek biçim değiştirip elektrik üretmelerini sağlayacak çekiç gibi davranan bir şeyler var mı?

Çok geçmeden hatırlar ve görürüz ki tabiatın bir lufu olarak o da var. Her yanımız gözle göremediğimiz çekiçlerle dolu ve bu çekiçler devamlı olarak bıkmadan usanmadan etraflarını çekiçleyip duruyor. Ben bunu fark edince müthiş heyecanlandım ve TAMAM dedim.

Bu çekiçler, sıcaklıkları 0 °K üzerinde bulunan doğadaki bütün maddelerin yapı taşları olan MOLEKÜLLER idi.

Evet moleküller, o üzerlerinde taşıdıkları kinetik enerji ile durmaksızın dönen (twist yapan) enerji deposu cüceler. Bilindiği gibi bütün maddelerin en küçük yapı taşları olan moleküller, sürekli titreşim hâindedirler ve ısıtıldıkları zaman bu titreşimlerin taşıdıkları enerji artar. Soğutulunca azalır. 300 °K oda sıcaklığında bir molekülün üzerinde taşıdığı (depoladığı) kinetik enerjinin 30-35 eV civarında olduğu konu ile ilgili bilim adamları tarafından hesaplanmaktadır.

Tamam, tabiatta üzerine baskı yapıldığında elektrik üreten piezoelektrik kristaller mevcut. Yine tabiatta maddenin yapı taşları olarak aynen bir çekiç gibi titreşen moleküller de mevcut ancak bunların şu anda bilinen boyutları, birbirinden o kadar farklı ki birbirlerini etkilemeleri imkânsız.

Bu durumda yapılacak şey bu iki doğa olayını birbirini etkileyebilecek duruma nasıl getirebiliriz sorusuna cevap aramaktan ibaret.

Cevap; bu iki hadisenin bireyleri olan moleküller ile piezoelektrik kristallerin boyutlarında gizli. Bu iş için kullanılacak moleküllerin boyut ve enerjilerini mümkün olduğunca artırırken piezoelektrik kristalin boyutlarını, bu moleküllerin etkileyip biçim değiştirterek üzerlerindeki hareket enerjisini onlara aktarabilecekleri seviyede küçültebilirsek mesele çözülmüş olur. İyi de bunu nasıl yapacağız?

İşte bu safhada nanoteknoloji devreye giriyor.

Nanoteknolojiler kullanılarak molekül boyutlarında üretilebilecek nano boyutta piezoelektrik kristallerin bu işin üstesinden gelebileceğini kuvvetle ümit etmekteyim. Isıtıldığında kinetik enerjileri daha da artırılabilen titreşim hâlindeki uygun boyutlardaki mesela gaz moleküllerinin bu kristalleri etkileyebileceklerini, gaz molekülleri üzerindeki hareket enerjisini soğurarak onların soğumasını temin eden söz konusu piezoelektrik kristallerin elektrik enerjisi üretirken aynı zamanda ortamı da soğutabileceklerini rahatlıkla düşünebiliriz.

Bilindiği gibi -273 °C sıcaklığın üzerindeki bütün moleküller kinetik enerjiye yani hareket enerjisine sahiptirler. Titreşip dururlar. Oda sıcaklığında yani yaklaşık 300 °K'de bulunan su moleküllerini 73 °K daha ısıtıp 373 °K sıcaklığa çıkartacak olursak suyun kaynamaya başladığı görünür. Bunu şunun için söylüyorum, 73 °K bir sıcaklık artışı suyun kaynamaya başlaması için yeterli oluyor. Bu demektir ki 300 °K deki su moleküllerinin üzerinde bile oldukça yüksek (300 °K sıcaklığa eşdeğer) bir hareket enerjisi mevcut. O zaman eğer uygun boyutlarda elde edilebilecek piezoelektrik kristaller, imal edilebilir ve sözünü ettiğimiz hareket enerjisine sahip moleküller ile etkileştirilip biçim değiştirtilenirlerse etkileşimde buldukları hareket enerjisine sahip moleküllerin enerjisini soğurarak onların soğumasını sağlarken soğurdukları ısı enerjisinin de doğrudan elektrik enerjisine dönüşümünü gerçekleştirebilirler.

Görüldüğü gibi hiçbir şey keşfetmiş değiliz. Sadece, zamanımızdan yıllar önce ortaya konmuş tabiatta mevcut iki olayı yan yana getirdik. Bu iki olayın, birbirlerini etkileyebilecek hâle getirilmesini sağlayabilirsek sorun çözülecektir.

Şurası bir gerçek ki nanoteknolojilerin, geliştirilip nano boyutlarda malzemeler üretilebilmesinin yolunu açmış olması; bende böyle bir fikrin oluşmasında ana etken olmuştur. Bu teknolojilerdeki gelişmeler insanlığın hayatını kolaylaştıran birçok yeniliklerin hayata geçirilmesini sağlamıştır. Bu fikrin de hayata geçirilmesini, nanoteknolojinin başarabileceğini kuvvetle ümit ediyorum. Yeter ki fikir üzerinde ya bir şey çıkmazsa korkusuna kapılmadan sebatla çalışılabilsin.

Dikkat çekilecek diğer bir husus nano boyutta piezoelektrik kristallerin elektrik üretiminin yanında ikinci bir özelliği; etkileştikleri moleküllerin kinetik enerjilerini soğurdukları için onları soğutabilecekleri yani soğutma işinde de kullanılacakları gerçeğidir.

Yani; uygun nano boyutlu piezoelektrik kristallerin üretimleri ile birlikte dönüşüm ortamları gerçekleştirilecek olursa; nano boyutlu bu piezoelektrik kristaller, oda sıcaklığında dahi civar moleküllerin termik titreşimleriyle biçim değiştirilebilir ve onların kinetik enerjilerini alarak elektrik enerjisine dönüştürürken bu moleküllerin soğumalarını, bunun sonucu olarak buldukları ortamın da soğumasını temin edebilirler.

Burada, ilk bakışta, insanlığın yüzyıllardır üzerinde kafa patlattıkları devridaim makinesi yapılmaya mı çalışılıyor fikri uyanabilir. Kesinlikle değil... Eğer söz konusu nano boyutlu piezoelektrik kristaller elde edilebilir ve dönüşüm ortamı sağlanabilirse bu bir devridaim makinesi olmayacaktır. Çünkü; devridaim makineleri, hiç yoktan, herhangi bir yakıt ya da enerji türü kullanmadan hareket enerjisi elde edilen makineler olarak tasarlanmaya çalışılmaktadır. Burada ise etkili olarak kullanılmayan ısı enerjisi, elektrik enerjisine doğrudan dönüştürülecektir. Yani, bir bakıma, civar moleküller üzerinde depolanmış olan hareket enerjisinin bir miktarı, hâl değiştirerek elektrik enerjisine dönüşürken aynı zamanda üzerlerindeki enerjinin bir miktarını piezoelektrik kristale aktardıkları için soğuyacaklardır. “Yoktan enerji var etmek, var olan enerjiyi yok etmek” söz konusu değildir. Isı enerjisinden elektrik enerjisine dönüşüm gerçekleşmektedir. Isı enerjisinin daha etkili kullanımı olan elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Malum termodinamik ve fizik kuralları ihlal edilmemektedir.

3. Sonuç

Yukarıda ayrıntılı bir biçimde ifade etmeye çalışılan bu fikrin hayata geçirilebilmesi için öncelikle, farklı disiplinlerden bilim adamlarınca kuramsal ve deneysel olarak oldukça kapsamlı, ARGE çalışmaları yapılması gerektiği gerçeğini kabul etmemiz gerekmektedir. İşin başlangıcında; kuramsal olarak sözünü ettiğimiz nano boyutlu piezoelektrik kristallerin günümüz laboratuvar koşullarında olabileceği minimum boyutta imalatları ve bu kristallerin etkilenebileceği kinetik enerjiye sahip moleküllerin elde edilebilirliğini ortaya koymaya yönelik ön çalışmalar yapılmalıdır. Bu ve benzeri çalışmaların akabinde elde edilen sonuçlara göre bir program dâhilinde hedefe kilitlenmelidir.

Bildirinin sonuna gelmişken; söz konusu fikrin patentini aldığım 31.05.2010 tarihinden bu yana 7 yılı aşkın süre zarfında fikrin hayata geçirilmesi için bilhassa nanoteknolojilerle ilgilenen ve modern laboratuvarlara sahip üniversitelerimizin öğretim üyeleriyle yaptığım yazılı temaslarımda vardığım kanı şudur: Bunu da sizlerle paylaşmak istiyorum.

Genellikle ülkemiz bilim adamları, amiyane tabirle sivri olarak tarif edilen bu ve benzeri fikirlere ihtiyatlı yaklaşmaya dikkat ederler.

Bu nedenle; bu bilim adamları, amiyane tabirle sivri ve uçuk bir fikri; “Ya gerçekleşirse düşüncesiyle **reddedemedikleri** gibi ya gerçekleşmezse düşüncesiyle **kabul de** edemezler”.

Bunun yanında, yine aynı bilim adamları, vermekte oldukları derslerinde, talebelerine, “**araştırmaktan korkmayınız, her fikri korkmadan, üşenmeden araştırınız sonucun negatif çıkması, olamayacağının ispat edilmesi bile muteber bir ARGE çalışmasıdır.**” Diyerek onları teşvik ederler ve yine aynı bilim adamları; “**ses getiren buluşların % 90 ı amiyane tabirle sivri ve uçuk fikirlerden çıkmıştır**” ifadesini sarf etmekten geri duramazlar.

20.09.2017 Büyükçekmece-İSTANBUL.

TEKNİK SERAMİKLERİN İŞLENMESİ

Yüksel PALACI

Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniv., Beşiktaş / İstanbul, y_palaci@yahoo.com

Özet

Talaş kaldırarak işleme teknolojileri, farklı birçok yöntemle imal edilmiş parçaların, toleranslar içerisinde nihai ölçüye getirilmesi için uygulanan son işlemdir. Burada fiziksel boyutların tutturulmasının yanında, arzu edilen yüzey özellikleri de dikkate alınmaktadır. Yüzey özellikleri olarak, pürüzlülüğü ve parlaklık değerleri örnek verilebilir.

Metallerin, ağaçların ve plastiklerin ölçüye getirilmesinde genelde düzlemsel parçalar için frezeleme ve dairesel parçalar için tornalama kullanılmaktadır. Yüzey özellikleri için ise taşlama, lepleme, honlama ve parlatma yöntemleri kullanılmaktadır. Bilgisayar yardımı ile takım yolunun hassas şekilde oluşturulması ve takip edilmesiyle çalışan CNC tezgâhlarla, işlemler çok daha hassas bir şekilde yapılmaktadır.

Tezgâhlar kadar kesici takım uçların da seçimi iş süresini ve kalitesini yani maliyetini etkileyen önemli bir parametredir. Metallerin, ağaçların ve plastiklerin talaş kaldırarak işlenmesinde kullanılan kesici takımlar genelde yaygın olarak Yüksek hız çeliği (HSS) ve toz metalürjisi yoluyla üretilmiş volfram karbür(WC) ve diğer alaşım veya kompozit malzemelerdir.

Teknik seramikler toklukları düşük, çatlak ilerlemesi de kolay olan malzeme grubu olduğu için, talaş kaldırmak ancak yüksek sıcaklıklarda mümkündür. Teknik seramiklerin işlenmesinde temelde iki farklı metot uygulanmaktadır. Bunlardan birincisinde ham halde bisküvi kıvamında İngilizce green haldeyken diğer malzemeler gibi işlemek. Ancak burada mukavemeti düşüktür. Ayrıca sinterleme büzülmesi % 20'lere kadar ulaştığı için, çarpılma ve ölçü farklılaşmasına ulaşmak mümkündür.

Bir diğer metot ise sinterlendikten sonra seramik malzemeyi, elmas tozları içeren kesicilerle aşındırarak işlemektir. Bunu ultrasonik delik delme veya su jeti ile kesme şeklinde yaygın kullanımını görmekteyiz. Ancak ülkemizde CNC

tezgâhlarda işlenmesi ile ilgili deneyim çok sınırlıdır. Bu çalışmada savunma sanayine yönelik işlenerek üretilmiş seramik malzemelerin işlenmesindeki deneyim paylaşılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Teknik seramikler, teknik seramiklerin işlenmesi, savunma sanayi.

ÇEVİK ÜRETİM 3B YAZICI VE KATMANLI ÜRETİM – PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLAMA TEKNİĞİ

Ahmet Saim PAKER

*Md., Ansan Metal Plastik San. Tic. Ltd., Esenyurt – İstanbul,
saimpkr@gmail.com*

Özet

Günümüz teknolojisi üretim tekniklerini değiştirmekte, rekabet koşullarının zorlamasıyla ölçek ekonomisinden, çeşit ekonomisine geçişi zorunlu hâle getirmektedir. Rekabet koşulları sadece ürün çeşitliliği ile sınırlı kalmamakta, müşteriye doğru zamanda ürünü ulaştırmayı da gerektirmektedir. Tasarım ve üretim hızı önem kazanmaktadır.

Teknolojik gelişimler tasarım sonrası mokap ve tasarımın doğrulanmasında prototip imalatını etkilemektedir. Ürünün çevik üretim sistemleri ile hızlı yanıt verme teknikleriyle nihai kullanıcılara ulaştırılması zorunlu olmaktadır. Plastik enjeksiyon kalıplama tekniği ölçek ekonomisine hizmet etmekle birlikte çeşitlilik ve çevik üretim stratejileri gereği üç boyutlu yazıcı "3D Printing" tekniği, hatta daha ileri düzeyde katmanlı üretim "Additive Manufacturing" yöntemleri ön plana çıkmaktadır.

Çalışmamızda üretim hızı, hammadde, malzeme fiziksel özelliklerindeki değişimler ve maliyet kriterleri açısından enjeksiyon kalıplamaya karşı yeni teknolojiler incelenecektir.

Anahtar Sözcükler: Çevik üretim, katmanlı üretim, plastik enjeksiyon kalıplama, 3B yazıcı.

AGILE PRODUCTION: 3D PRINTER AND ADDITIVE PRODUCTION - PLASTIC INJECTION MOLDING TECHNIQUE

Abstract

Today's technology is forced to move from scale economics to multi-output production economics by compulsory competition conditions. Competition conditions are not only limited to product diversity, but also require the customer to deliver for the right time. Design and production speeds become prominent.

Technological developments influence prototype manufacturing in the verification of post-design. It is imperative that the product is delivered to end users through rapid response techniques with agile production systems. While the plastic injection molding technique serves the scale economics, three-dimensional printer "*3d Printing*" technique is required for diversity and agile production strategies, and even more advanced layered production "*Additive Manufacturing*" methods come to the forefront.

In our work, new technologies against injection molding will be examined in terms of production speed, raw material, changes in physical properties of materials and cost criteria.

Keywords: Agile production, additive production, plastic injection molding, 3D printer.

1. Giriş

İşletmelerin pazarlama yönetimleri üretim anlayışlarını belirlemektedir. Zaman içinde değişen yönetim yaklaşımlarının ilki üretim ve ürün anlayışıdır. Bu yaklaşım; ürüne odaklanarak üretimde etkinlik ve verimlilik artışı ile düşük maliyetlere ulaşmayı, yüksek satış hacmiyle de kârlılığın artırılmasını hedeflemiştir (Tolon, 2014). Bu yaklaşımın benimsendiği dönemde satış hacmini karşılayacak üretimlerin yapılması önem kazanmaktaydı. Ölçek olarak tanımlanan üretilen ürünün miktarı, başka bir deyişle üretim tesisinin toplam kapasitesi hedefe ulaşmakta en önemli büyüklüklerden biriydi. Ölçek büyüklüğü arttıkça iş gücünün uzmanlaşması, makinelerin özelleşmesi sonucu üretim hızı ve kalitesi artmakta, direk maliyetlerin önemli bir kısmını oluşturan birim ürün

maliyetindeki sabit maliyet payının azalmasını sağlamaktadır. Birim ürün maliyetinin düşmesini sağlayan bu durum ölçeğin maliyetle ters orantılı olan ilişkisinin bir değerlendirilmesidir. Bu yüzden ölçek ekonomisi denince maliyetin en aza indirildiği üretim kapasitesinin büyüklüğü akla gelir. Doğrudan maliyetler esas alınarak belirli bir ölçekte üretimin gerçekleştirilmesine yönelik ürün maliyetinin değerlendirilmesine ölçek ekonomisi denir (Ansal & Çetindamar, 2005).

Gelişen teknoloji iş gücü uzmanlaşmasını ve işe özel makine ihtiyacını azaltarak daha esnek üretimlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlamıştır. Esneklik daha az sayıda parçanın üretimini nispeten daha düşük sermaye yatırımı ile gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Aynı makine ile çok çeşitli üretimlerin çok kısa sürede ayarlamalarla yapılmasını sağlamıştır. Çok daha çeşitli ürünlerin daha az sayıda uygun maliyetlerle üretilmesi pazarlama yönetimini de etkilemiş, tüketicilere ulaştıklarında satışın gerçekleşmesinde ürün çeşitliliğini ön plana çıkarmıştır. Günümüzde kişiye özel otomobil üretiminin dahi gerçekleştirilebilirliği mümkün olmaktadır. Satışın gerçekleşmesi artık rakiplerden önce çok çeşitli ürünlerin talep edenlerin istek ve ihtiyaçları doğrultusunda belirli bir hızla karşılanmasına bağlıdır. Bu yaklaşımın oluşturduğu gelir ve maliyet ilişkisine bağlı değerlendirmeye çeşit ekonomisi denir.

"Holonik Manufacturing Systems" (HMS) ilk defa 1980'lerin sonunda Koestler tarafından literatüre kazandırılmış ve yeni nesil imalat sistemi olarak anılmaya başlanmıştır. Bir bütünün tamamı ya da bir parçası anlamına gelen "holon" kelimesi ile, ölçeklenebilir, yeniden düzenlemelere açık, adaptasyonu ve tepki süresi, dönüşümü kısa üretim ağı veya bu ağın bir parçası ifade edilmektedir. Söz edilen ağının belli bir düzen ve kademeyle yapılanması ile oluşacak hiyerarşik yapı ise "holarcy" dilimizdeki ifadesi ile holonarşi olarak tanımlanmaktadır. Bu tür yapılanmaya da kısaca holonik yapılanma denmektedir (Nambiar, 2010).

Rekabetin yoğun yaşandığı, fiyatın belirleyici etkisinin daha çok hissedildiği yeni piyasalarda sürdürülebilir bir yapıda varlık gösterebilmek gitgide zorlaşmaktadır. Bu sebeple bir bütünün parçası olarak holonik bir yapılanma içerisinde yer almak daha akılcı bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Ülkelerin politikaları, vergi düzenlemeleri ve piyasa koşulları doğrudan belirli bir disiplin içinde çalışan belli bir bütünün parçası olan bu tür oluşumların yanı sıra taşeron yönetimini de

özellikle vasıfsız iş gücü tedarikinde maliyet düşürme aracı olarak görmektedir (Öngen, 1995).

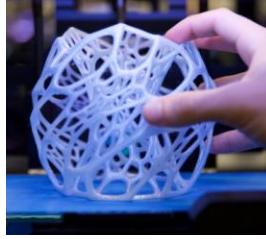
1990'lerde çevik üretim sürecinin gündeme taşınması Japon üretim sistemlerinin eleştirilmesini de gündemlere taşımıştır (Çetin, tarih yok). Japon modeli; temeli tekrarlanabilir üretim metoduna dayalı ölçek ekonomisinin ağırlıkta olduğu işçilerin yönetim sisteminin bir sonucu örgütlenerek birer kalite kontrol operatörü gibi çalışıp en az hurda ve iyi bir planlamaya da destek vererek daha az fire ile üretimin kontrolü sağlanmıştır. Oluşturulan Kanban olarak da bilinen basit fiş sistemleri ile asgari stok ile üretim içindeki işletme sermayesini, stok envanterini minimize edilmesi başarılmıştır. En büyük maliyet kalemlerinden birinin stoklarla oluşması ve bu stokların işin sürekli kesintisiz akışı ile asgaride tutulması Japon mucizesinin en önemli kazanımıdır. İkinci büyük kazanım ise üretimin kalite artışında aldığı pay ile övgü ve yergiyi alan ve kalite şartlarına uygun parça üretimine odaklanan personeldir. Bu iki kazanım verimli üretim sürecinin en temel taşlarını oluşturmuş ve daha verimli üretimi hedefleyen ve bu hedefe odaklanan bir sistematik yapıyı oluşturmuştur. Her şeyi en az kullanan bu üretim yaklaşımına Yalın üretim denmektedir. Bu terimi MIT (Massachusetts Institute of Technology) bünyesinde oluşturulan IMVP (International Motor Vehicle Program) araştırmacısı John Krafcik ilk olarak ortaya atmıştır (Çetin, 2006).

Günümüz rekabetçi koşullarında ölçek ekonomisinin yerini çeşit ekonomisi almakta ve daha karmaşık yapıyı da içine alan nispeten sektörde daha nitelikli elemanların görev aldığı daha akıllı organizasyonlar olan çevik üretim sistemlerine yönelimler olmaktadır (Silva, et al., tarih yok).

Sürdürülebilirlik kavramı içinde, tasarımın ve yeni teknolojilerin önemi artmaktadır. Birbiri yerine kullanılabilen parçaların çevreye duyarlı sosyal oluşumların dikkate alındığı tasarımlar daha çok tercih edilmektedir. Bu tür parçaların geliştirilmesi, konuya duyarlı pek çok üreticiyi de dikkate alan kaynak çeşitliliğini artıracaktır. Bu durum tedarikçi zinciri etkinliğini de artıracaktır. Ülke kanun ve sınırlamalarını da aşacak karakterdeki bu tür teknolojik gelişmeler tedarikçilere özgü üstünlük kazandıracak temel yetenekleri de geliştirecektir (Aracıoğlu, 2010).

2. Katmanlı Üretim ve Teknolojileri

Günümüzde komple döküm ile üretim yanı sıra eksiltme yöntemi kullanılmaktadır. Bir blok ya da döküm ürün veya hammadde alınır yontularak, talaşlı imalat ile istenilen biçim elde edilebilmektedir. Katmanlı üretim; **Additive Manufacturing (AM)**, malzemenin plastik, metal, beton veya bir ürün olup olmadığına (insan dokusu gibi) bakılmaksızın, tabaka üzerine katman katarak 3B nesnelere oluşturan teknolojileri kullanan bir üretim biçimidir. (Product of California, USA. AMazing®, 2017) Katmanlı üretimi mevcut üretim tekniklerinden ayıran en önemli fark ürünün eklemelerle oluşturulmasıdır.



Resim 1. Karmaşık Yapılı Ürün

İleri üretim teknikleri olarak anılan katmanlı üretim, geliştirilen üretim süreçlerinin bir yansıması olarak 1980'li yılların sonuna doğru ortaya çıkmıştır. Bu yöntem prototip üretiminde hızlı ve en az atık ile model oluşturmanın yanı sıra üretimde düşük adetli karmaşık yapıları ürünlerin üretimi için de tercih edilmektedir (Product of California, USA. AMazing®, 2017).

Örneğin sadece elektron bombardımanlı toz esaslı katmanlı üretim tekniğine bakıldığında, yedi yöntem ön plana çıkmaktadır. Bunlar sırasıyla VAT fotopolimerizasyonu, malzeme jetleme, bağlaç jetleme, malzeme ekstrüzyonlama, toz yataklı füzyon, tabaka laminasyonu, doğrudan enerji deposisyonu (Loughborough University, 2017).

Üretiminiz moleküler düzeyde olursa nano teknolojik yöntemler ya da günümüzde en kolay biçim olarak 3B yazıcılar örnek verilebilir. Katmanlı üretimin en bilinen yöntemi olan 2B katmanların üst üste yığılması anlamına gelmektedir. Gerçekten 2.5B olarak bilinen bu yöntem günümüzde kısaca 3B olarak anılmaktadır. Bilindiği gibi sistemin 3B olarak anılması 3 eksenli eş zamanlı hareketin olmasını gerektirir.

Hibrit üretim, eklemelerin ve çıkarmaların yapıldığı tekniktir. Hem katma hem de çıkarma teknolojileri kullanarak nesnelere üretilir. Hibrid sistemler, lazer (sinterleme) kaplama olarak adlandırılan ilave bir üretim yöntemini kullanırlar. Lazer kaplama aslında, yüksek enerjili bir lazer ile bir eriyik havuzuna ani sıvılaştırılan bir yüzeye granül metaller biriktiren hassas bir kaynak işlemidir. Soğutulduktan sonra, çöken metal katılır. Bu yöntemde elektriksel polarizasyonla malzeme eklenebildiği gibi çıkartılabilmektedir (ENGINEERING.com, 2017).

2.1. Üretim Hızı

İstek ve ihtiyaçların anlaşılmasından sonra doğru zamanda hedef kitleye ulaştırılması süreci neredeyse bir yarışta koşmak gibidir. Pazarda ilk olmak yenilikçi olma imajını daima pekiştirir. Hedef kitleniz için beklenen ürünler olarak bilinen ürünlere sahip olmanızı sağlar. Potansiyel müşteri ağınızın canlı ve sürekli büyüyen yapıda olmasını destekler.

Ürününüzün yaşam çevrimi proje yönetim sürecinizi şekillendirir. Kısa ömürlü küçük bir hedef kitle için yapılan üretim ile daha büyük hedef kitle için nispeten kısa ömürlü bir ürünün (zira siz daha yenisini çıkaracaksınız) üretim teknolojisi, tedarik zinciri yarışta başarı için önem kazanmaktadır.

Örneğin 4. sanayi devrimine adım attığımız şu günlerde pek çok 3B yazıcının birbirleri ile haberleşerek kapasitelerine göre en uygun ürünleri üretmeyi gerçekleştirmeleri, hatta en yüksek teklifi yapanın parçasını üretme tercihlerini bile yapabilecekleri düşünülürse, gelecekte tedarik zincirinin üretim hacmini nasıl ve neresi için destekleneceği yapay zekâ uygulamalarına kalabilecektir. Günümüz şartlarında bir ürünün hedef kitleye ulaştırılmasından ölümüne kadar geçen süreç aşağıdaki tablodaki gibi modellenilebilir.

Tasarım süreci müşteri istek ve ihtiyaçlarının belirlendiği araştırma sürecini de kapsadığını düşünürsek enjeksiyon kalıplama ve 3B yazıcı üretimlerinde proje ömrü aşağıdaki gibidir:

Tablo 1. Proje Ömrü ve Süre Kullanımı

Faaliyet	Enjeksiyon Kalıplama		3B Yazıcı	
	Üretilen	Süre	Üretilen	Süre
Tasarım	Parça ve Kalıp	A+B	Parça	C
Üretim	Kalıp	D	-	
Üretim	Parça	E	Parça	F

Enjeksiyon kalıplamaya göre parça tasarımı, kalıp ayırma yüzeyleri

$$\text{Proje Süresi}_{(\text{Enj. Kalıplama})} = A + B + D + E \quad (1)$$

$$\text{Proje Süresi}_{(3B Yazıcı)} = C + F \quad (2)$$

n üretim adedi için;

t_e ; birim parça enjeksiyon baskı süresi ise;

$$E = n \times t_e \quad (3)$$

t_3 ; birim parça 3B baskı süresi ise;

$$F = n \times t_3 \quad (4)$$

daima (günümüz teknolojik şartlarında)

$$t_e < t_3 \quad (5)$$

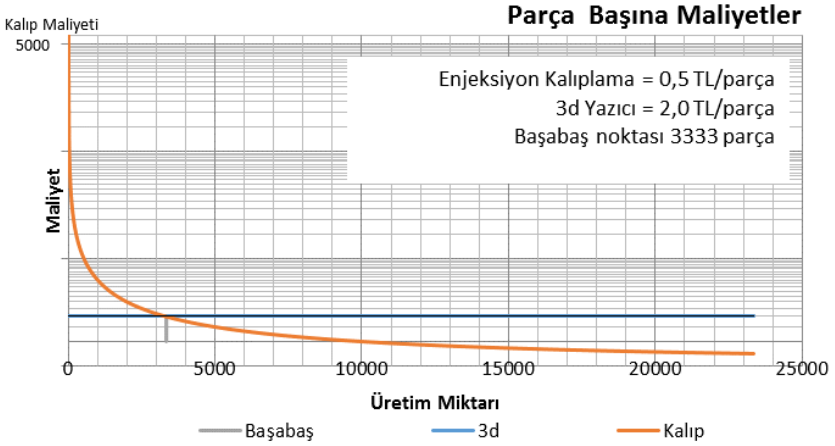
olacaktır.

Tasarım sürecinin istek ve ihtiyaçları tespit edip teknik bir şartnameye dönüştürülmesi üretim teknolojisinin şekillendirilmesinde önemli olsa da harcanan süre açısından çok farklılık göstermeyeceği kabul edilirse tasarımda modelleme ve doğrulama süreçlerindeki süre farklılığını değerlendirmek gerekecektir. Hâlihazırdaki kalıplama teknolojisi kalıptan malzemeye çıkartabilmek için en az iki parçalı olması hatta duruma göre maça uygulamalarını zorunlu kılmakta bu konuda uzmanlaşmış ekip çalışmasını gerektirmektedir. Yapılan deneme dökümler ile model oluşturulmakta, ömür ve işlevsellik, ergonomiklik testleri ile doğrulanmaktadır. 3B yazıcı teknolojisinde bu sürece ihtiyaç olmadan doğrudan ürünün üretim sırasında katman katman inşasına yönelik bir bakış gerektirmektedir. Sadece ürün tasarımı düşünüldüğünde 3B yazıcı için gerekli ürün tasarım süreci çok daha kısa olacaktır. Yani

$$A+B+D < C.$$

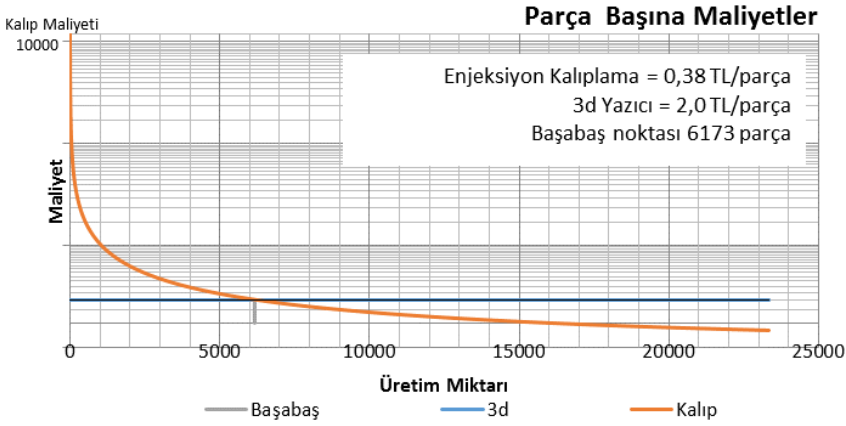
2.2. Maliyet

Maliyet değerlendirmesinde yöntem olarak; gerçek maliyetler yerine daha basit ancak gerçeğe yakın senaryolar ile değerlendirme yapılması tercih edilmiştir. Doğrudan maliyetler esas alınarak yapılan değerlendirmelerde, 2,0 TL maliyeti olan bir parçanın tek gözlü ve çok gözlü kalıplarda üretildiğinde olası maliyet modellemesi grafik 1 ve grafik 2 de verilmektedir.

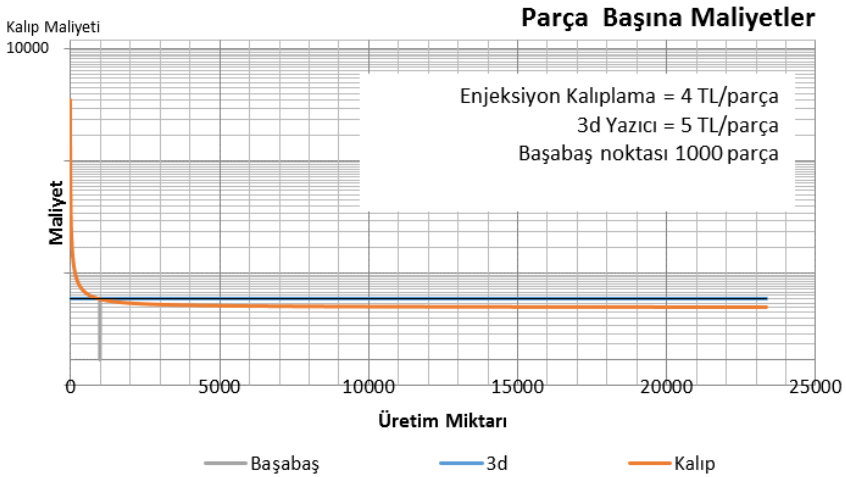


Grafik 1. 3B Yazıcı ile 2.Tl Maliyetli Parçanın Tek Gözlü Kalıplama ile Üretimde Başabaş Analizi.

Kalıp göz sayısı 10000 TL olacak biçimde arttırıldığında üretilen parça sayısı artacak çevrim zamanı kabul edilebilir miktarda artmakla birlikte ve daha büyük makine ile baskı yapılacağı düşüncesi değerlendirildiğinde birim parça maliyeti aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.



Grafik 2. 3B Yazıcı ile 2 TL Maliyetli Parçanın Çok Gözlü Kalıplama ve Daha Büyük Makine ile Nispeten Daha Uzun Üretim Çevrimi ile Üretimde Başabaş Analizi.

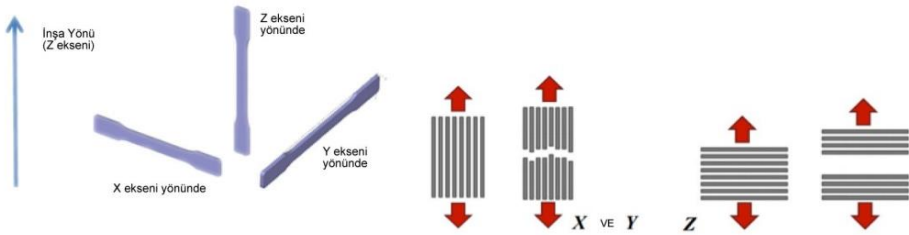


Grafik 3. 3B Yazıcı ve Enjeksiyon Kalıplama ile Üretim Maliyetleri Birbirine Yakın Durumda Başabaş Analizi

Üretim maliyetlerinin çok yakın olduğu durumlarda 3B yazıcı ile üretim rekabet koşulları sınırlamadıkça kabul edilebilir olabilir. 3B yazıcı malzemele-
rindeki teknik ve mali gelişmeler bu tekniğin uygulanabilirliğini artıracak hatta
zorunlu durumların oluşmasını destekleyecektir.

2.3. Hammadde ve Malzeme Fiziksel Özellikleri

Uygulama ihtiyaçlarına göre gerekli yapıların tasarımı ve malzeme cinsinin seçimi uygulanan üretim yöntemine bağlı olarak istenen garanti ömrünü karşılamalıdır. Bu sebeple hammadde maliyetleri ciddiye alınması gerekmektedir birlikte istenen fiziksel özellikleri karşılaması teknoloji seçiminde daha çok belirleyici olmaktadır.

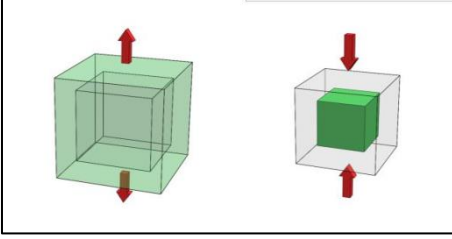


Şekil 1. 3B Yazıcı ile Üretilen Malzemelerde Anizotrop (Yön Bağımlı) Yapı.

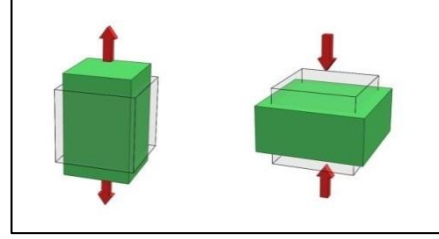
Plastik kalıplama yöntemi ile üretilen parçalarda amorf yapılu plastiklerin yanı sıra izotrop (yön bağımsız) yapıda malzeme üretmek söz konusu olmaktadır. Üretim sürecindeki tasarım öngörülerine bağlı olarak enjeksiyon akış yönüne bağlı anizotrop yapı mümkün olabilir. Diğer taraftan 3B yazıcı için yapılan tasarımlarda dayanım ihtiyaçlarına göre ürünün inşa yönü dikkate alınması önem kazanmaktadır (Forster, 2015).

Mekanik özellikler genelde yük altında malzeme davranışlarını incelerken tanımlanırlar, yorulma davranışı genellikle dikkate alınmaz. Çekme, basma, eğme, kayna ve dönme tipi yüklemelere göre bakılan gerinme başına gerilim değerleri tasarımda birincil değerlendirme araçları olarak oransal sabit göstergelerdir. Sıcaklık ve zaman parametrelerinin önemli olduğu polimerler kullanıldığında yüklerin uygulama yönlerine ve yöntemlerine bağlı olarak elastisite modülü ve poisson oranları eksenlere bağlı olarak daha da önem kazanmaktadır. Yorulma incelemelerinde plastik deformasyonun başladığı doğrusal olmayan gerilmeler ve karşılığı gerinmelerin oranı olarak elastisite modülü yönlerine göre ayrı ayrı dikkate alınır. Ancak bu yaklaşımda yorulma mekanizması başlangıcındaki mikro çatlakların oluşumunu anlamak için yeterli değildir. Malzemenin kırılma tokluğuna veya kırılma enerjisini dikkate almak gereklidir (Forster, 2015).

ν , poisson oranı olmak üzere yük altında deformasyon davranışı şöyledir (Barner, 2015):



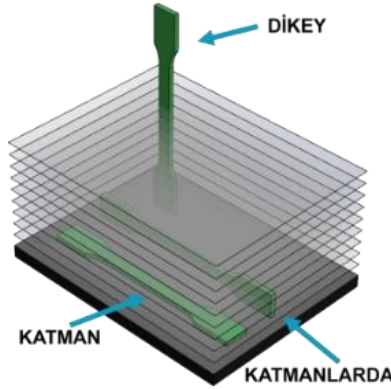
Şekil 2. Sabit Hacimde Yük Altında Eksenel $\nu > 0$.



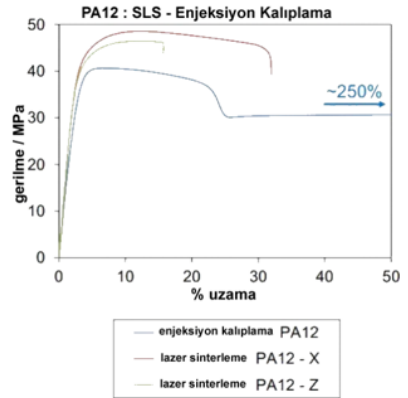
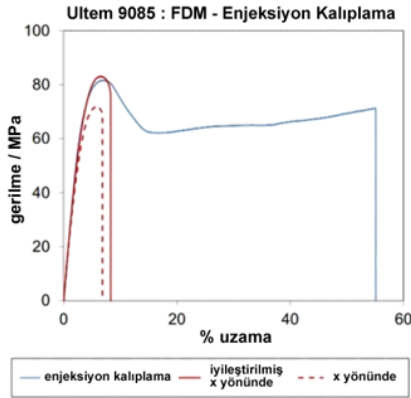
Şekil 3. Değişken hacimde yük altında eksenel $\nu < 0$.

Katmanların mukavemet değerlerini test ederken dikkat edilmesi gereken diğer bir husus eksenlerdeki test çubuğu yerleşimidir.

Katmanlarda olarak görünen duruş x ve y eksenlerinde aynı olsa da katman olarak gösterilen x yönü farklı değerlerdedir. Aşağıdaki tablo teknik şartname-lerden derlenmiştir (Barner, 2015) (Katman kalınlığı 0.101 mm'dir).



Teknik şartname değerlerinin karşılaştırması (BARNER, 2015)				
Şartname	Sembol	Katman	Katmanlar	Dikey
#1 Kaynaştırılmalı biriktirme modellemesi Fused Deposition Modeling (FDM) ASTM D638 [BS11]				
ULTEM*9085 (PEI) ÇM: $\sigma_y = 85 \text{ MPa}$ $\epsilon_B = 72 \%$ ASTM D638 Yumuşak AM: $\sigma_B = 71.6 \text{ MPa}$ $\epsilon_B = 6\%$ ASTM 638 Katmanlarda Kırılgan	$\sigma_B \epsilon_B$	65 MPa 5.2 % Kırılgan	81 MPa 7.7 % Kırılgan	42 MPa 2.5 % Kırılgan
#2 Kaynaştırılmalı biriktirme modellemesi Fused Deposition Modelling (FDM) ASTM D638 [JBR10]				
Polikarbonat ÇM: $\sigma_y = 66 \text{ MPa}$ $\epsilon_B = >80 \%$ ISO 527, Yumuşak AM: $\sigma_{max} = 68 \text{ MPa}$ $\epsilon_B = 5 \%$ ASTM D638 Katmanlarda Kırılgan	$\sigma_y \epsilon_B$	- -	50 MPa Kırılgan	50 MPa Kırılgan
#3 3D-Yazıcı (3DY) ASTM D638 [Fra07]				
Reçine ZP130 Bağlaç ZB58 Değer bulunamamıştır.	$\sigma_B \epsilon_B$	12.5 MPa	17.9 MPa	5.5 MPa
#4 Lazer sinterleme Selective Laser Sintering (SLS) ASTM D638 [GS97]				
PA 66 ÇM: $\sigma_y = 85 \text{ MPa}$ $\epsilon_B = 40 \%$ ISO 527 Yumuşak AM: Değer bulunamamıştır.	$\sigma_B \epsilon_B$	15 MPa	14.5 MPa	6 MPa
#5 Maske sinterleme Selective Mask Sintering (SMS) ISO 527 [KD11]				
PA 12 ÇM: $\sigma_y = 46 \text{ MPa}$ $\epsilon_B = 280 \%$ ISO 527 Yumuşak AM: $\sigma_B = 50 \text{ MPa}$ $\epsilon_B = 15 \%$ St.=? Or.=? Beh.=?	$\sigma_B \epsilon_B$	50.9 MPa 8.46 % Kırılgan	45° eğimli 32.1 MPa 2.21 % Kırılgan	12.2 MPa 0.81 % Kırılgan

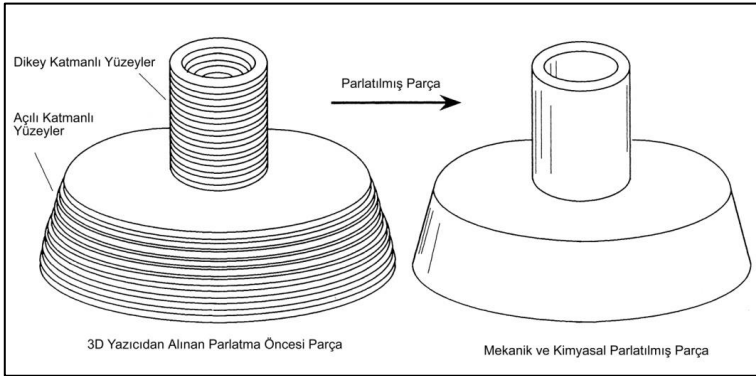


Şekil 3. Çekme Testi Diyagramları (Lambert, 2014).

3. Sonuç

Müşterilerin azami seviyede tatmini için tasarım ve endüstrileştirme süreçlerinin kısaltılması elzemdir. Katmanlı üretim sistemleri neredeyse endüstrileştirme sürecini ortadan kaldırmaktadır. Ürünün tasarımından sonra seri üretim için gerekli her türlü ekipman ve talimatların hazırlık faaliyetlerini kapsayan endüstrileştirme süreci (B+D) sürelerini kapsamaktadır. Bu sürecin uzun ve teknik bilgiye ve deneyime, ihtisasa ihtiyaç duyması maliyet yaratmakta ve katmanlı üretimi ön plana çıkarmaktadır.

Günümüz teknolojik şartlarında 3B yazıcı gibi katmanlı üretimleri nihayi ürün olarak kullanmak doğrudan mümkün olmamaktadır. Biçimsel yeterlilik için katmanlı üretim sonrası bir dizi süreç de ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4. 3B Yazıcıdan Çıkan Her Parça İlave Operasyona İhtiyaç Duyabilir (Malloy, 1994).

Şekil 5'teki gibi bir yüzey parlak ve pürüzsüz bir yüzey gerektiren ürünlerde ek operasyonları zorunlu kılacaktır. B+D süresi, proje boyunca bir kez uygulanıp hızlı bir üretim süreci ile proje ömrü boyunca üretim hızla devam etmektedir. F süreci ilave operasyon ihtiyaçları söz konusu olduğunda daha da uzun ve maliyetli olacaktır. Katmanlı teknoloji olarak 3B yazıcıların biçimsel yeterlilik açısından parlak pürüzsüz ürünlerin karşılanmasında avantajını kaybetmektedir.

Ürün yeterliliğine yönelik diğer konu ise malzeme mukavemet şartlarının karşılanmasıdır. Katmanlı üretimin kristal yapılı ve tanecikli malzeme üretimlerinde istenilen mukavemet ve yorulma performansın karşılanmasında da alınması

gereken yollar olduğu aşikârdır. Ancak moleküler düzeyde gerçekleştirilen nano teknolojik üretimlerde bu durumun sorun olmayacağı düşünülmektedir.

Katmanlı üretimin bir avantaj olarak değerlendirilebileceği diğer bir alan ise çelik malzeme üretiminde katmanlı üretimin kullanılmaya başlamasıdır (Murr & Johnson, 2017). Plastik enjeksiyon kalıplarının imalinde katmanlı üretimin kullanılması endüstrileştirme sürecini kısaltacaktır. Hatta oldukça yüksek işçilik süresine sahip olan kalıp soğutma kanalları eskisinden çok daha yüksek performansta ve kısa sürede üretilebilecektir (Jahan & El-Mounayri, 2016). Talaşlı imalatta da gereken kalıp yüzeyi parlatmalarının katmanlı üretimde de yapılarak nihai ürün kalitesine erişmek mümkün olacaktır. Dikkat edilmesi gereken husus kalıbın aşınması ve yorulmasına yönelik performans yeterliliğidir.

Plastik enjeksiyon parça üretiminde doğrudan parçanın üretiminde 3B yazıcının seri üretimde yer alması mukavemet, yüzey kalitesi ve maliyet açısından yeterli olması zaman alacaktır. Kalıp üretiminde bu tekniğin kullanımı rekabet avantajı yakalamada öncelikle uygulamaya alınabileceği düşünülmektedir.

Kaynakça

- [1] Ansal, H., & Çetindamar, D. (2005). *Teknolojik gelişmelerin ölçek ekonomisine etkileri* (Cilt 1). Ankara: Makine Mühendisleri Odası.
- [2] Aracıoğlu, B. (2010). Üretim / işlemler alanında yaşanan paradikmal değişimler kapsamında sürülebilir üretim. *Ege Akademik Bakış*, 10(1), 141-156.
- [3] Barner, S. (2015). *Mechanical properties of additive manufactured honeycomb structures* (Master's thesis). Department of Mechanical Engineering of Clemson University, South Carolina.
- [4] Çetin, O. (2006). *Çevik üretim ve karşılaştırmalı bir araştırma*. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- [5] Engineering.com. (2017). A Profile of Hybrid Additive Manufacturing Technology. 9.10.2017 tarihinde <http://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/10484/A-Profile-of-Hybrid-Additive-Manufacturing-Technology.aspx> adresinden alındı.
- [6] Forster, A. M. (2015). *Materials testing standards for additive manufacturing of polymer materials: state of the art and standards applicability*. National

- Institute of Standards and Technology, Materials and Structural Systems Division. Gaithersburg USA: U.S. Department of Commerce.
- [7] Jahan, S. A., & El-Mounayri, H. (2016). Optimal conformal cooling channels in 3d printed dies for plastic injection molding. *Procedia Manufacturing*, 5, 888-900.
- [8] Lambert, P. (2014, Mayıs 14). hBlog3D printing vs Injection: Tensile Strength Comparison. (SCULPTEO) 8.28.2017 tarihinde Sculpteo 3D printing blog: <https://www.sculpteo.com/blog/2014/05/14/right-plastic-production-method-part-3/> adresinden alındı.
- [9] Loughborough University. (2017). About Additive Manufacturing. (Additive Manufacturing Research Group) 9.10.2017 tarihinde <http://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/> adresinden alındı.
- [10] Malloy, R. A. (1994). *Plastic part design for injection molding an introduction*. Munich/Cincinnati: Hanser Publishers/Publications.
- [11] Murr, L. E., & Johnson, W. L. (2017). 3D metal droplet printing development and advanced materials additive manufacturing. *Journal of Materials Research and Technology* 6(1), 77-89.
- [12] Nambiar, A. N. (2010, March). Modern manufacturing paradigms a comparison. In *proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists: Vol. 3*.
- [13] Öngen, T. (1995). İleri teknoloji ve çalışma ilişkilerinin değişen paradigması. *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 50(1), 279-295.
- [14] Product of California, USA. AMazing®. (2017). What is Additive Manufacturing? (Amazing AM, LLC.) 9.10.2017 tarihinde <http://additivemanufacturing.com/basics/> adresinden alındı.
- [15] Silva, C. S., Alves, A. C., & Moreira, F. (tarih yok). Linking production paradigms and organizational approaches to production systems. (University of Minho).
- [16] Tolon, M. (2014). *Pazarlama yönetimi*. Ders notları, Ahmet Yesevi Üniversitesi, Ankara.

HAVA ARACI "ANTI-SLOSH BLADDER" YAKIT TANKI ÜRETİM VE TEST YÖNTEMLERİ

Tamer SARAÇYAKUPOĞLU

*Yrd. Doç. Dr., Ataşehir Adıgüzel Meslek Yüksekokulu,
tamersaracyakupoglu@adiguzel.edu.tr*

Özet

Uçuş kararlılığı, bir hava aracının planlanan rotasında ve arzu edilen uçuş irtifasında, pilotun müdahalesi olmadan uçuşunu sürdürebilmesi olarak tanımlanmaktadır. Kuvvetsel olarak statik ve dinamik kararlılık olmak üzere ikiye ayrılan uçuş kararlılığı, üç boyutlu eksenler açısından “Uzunlamasına Kararlılık”, “Yatay Kararlılık” ve “Doğrusal Kararlılık” olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Hava aracının ağırlık merkezi (cg)’nin pozisyonu, uzunlamasına statik kararlılık, aşağı yönlü kuyruk kuvveti ve askı süratının büyüklüğünü doğrudan etkiler. Yakıtın depo içerisindeki hareketi sonucu “cg” üzerindeki etkisini ifade eden slosh etkisi, hava aracında başta yatay kararlılık olmak üzere uzunlamasına ve doğrusal kararlılığı olumsuz etkileyen ve bu nedenle istenmeyen bir etkidir. Bu nedenle özellikle, ani yatışlarda depo içerisindeki yakıtın çalkalanmasını önlemek için iç-kanatçık (dalgakıran baffle) kullanılmaktadır. Bu çalışmada; iç-kanatçık kullanımına gerek duymayan, geleneksel yöntemlerle üretilen polikarbon, alüminyum ve çelik yakıt tanklarına göre daha hafif olan yeni bir üretim modeli olarak geliştirilen “Anti-Slosh Bladder Yakıt Tankı”nın üretimi ve test yöntemleri verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Hava aracı, kararlılık, çalkalanma, yakıt tankı, ağırlık merkezi.

MANUFACTURING AND TEST METHODOLOGY OF AIRCRAFT ANTI-SLOSH FUEL TANKS

Abstract

The flight of an aircraft through the planned path and demanded altitude without pilot control is called as “aircraft stability.” The ability of an aeroplane to return to its original state following an undemanded disturbance is a measure of its stability. While it is divided as static and dynamic stability, regarding with three dimensional axes movement aircraft stability is also divided into three groups as “Longitudinal Stability”, “Lateral Stability” and “Directional Stability”. The position of the Center of Gravity “cg” directly affects the magnitude of the longitudinal static stability, the tailplane downforce and the stall speed. Effect of the swashing fuel inside the tank, to “cg” of the aircraft is called as “slosh effect.” Slosh effect is not demanded since it disturbs mainly “Longitudinal Stability” as well as the other stabilities. Therefore, the inner-baffles are widely used inside of the fuel tank for preventing the slosh-effect especially during immediate bank angle flights.

In this study, basic information about “Anti-Slosh Bladder Fuel Tank” which has a manufacturing architecture which does not require baffles will be provided. At the end of study, it is targeted to provide guide-document which includes Manufacturing and Test Methodolgy of Aircraft Anti-Slosh Fuel Tank which is lighter comparing with legacy polycarbon, aluminum or steel fuel tanks.

Keywords: Aircraft, stability, slosh, fuel tank, center of gravity.

1. Giriş

Uçuş emniyeti açısından, uçuş kararlılığı bir hava aracının birinci ve en önemli işlevi olarak kabul edilmekte aynı zamanda hava aracının tasarımının en zorunlu ilkesi olarak öne çıkmaktadır. Uçuş esnasında hava aracı, dört farklı gerilme ve dört farklı kuvvetin etkisi altındadır. Hava aracını etkisi altına alan gerilmeler; çekme, basma, eğilme ve burulma gerilmeleridir. Hava taşıtını etkisi altına alan dört ana kuvvet ise;

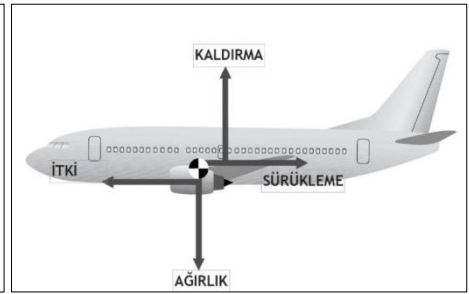
- Kütlelden dolayı aşağı yönlü meydana gelen düşey kuvvet,

- Hava aracı ileri doğru giderken, izafi hava akımıyla aynı yönlü ama gidiş yönünün tam tersi istikamette meydana gelen geri çekim (sürüklenme) kuvveti,
- Hava aracının ileri doğru gitmesini sağlayan itki kuvveti,
- Hava aracının havada tutunmasını sağlayan, izafi hava akımına dik yönlü kaldırma kuvvetidir.

Uçuş esnasında bu kuvvetlerin dengede olması gerekmektedir. Kaldırma kuvveti ağırlığı dengelemeli ve itki kuvveti de sürüklenme kuvvetini dengelemelidir (Swatton, 2011).



Şekil 1. Üstten Kanatlı Bir Hava Aracına Etki Eden Dört Kuvvet.



Şekil 2. Alttan Kanatlı Bir Hava Aracına Etki Eden Dört Kuvvet.

Uçuş kararlılığı (stabilite), örneğin doğrusal ve ufki uçuş şartlarına göre trim ayarı yapılmış bir hava aracında, pilot müdahalesi olmaksızın uçuş şartlarının değişmesinin ardından hava aracının, eski durumuna geçmesine yönelik “doğal yatkinlik” olarak ifade edilmektedir. Doğada hava aracının uçuş kararlılığı, statik ve dinamik olmak üzere iki türlü gerçekleşmektedir. Bir hava aracının kararlılık karakteristiği sadece tasarım girdileri ile kontrol edilmez aynı zamanda –uçuşu gerçekleştiren- personelin iş yapış şekillerine de bağlıdır. Bu nedenle, kararlılık ve kontrol edilebilirlik arasında sıkı bir ilişki vardır (Jeppesen, 2004). Kütle ile beraber, bir hava aracının içinde veya üzerinde taşınan;

- Yakıt,
- Hava aracının gerçekleştirdiği göreve göre üzerine monte edilen sabit donanım,
- Hava aracının faydalı yükü ve
- Mürettebat faktörleri, hava aracının stabilitesini etkileyecektir.

Yukarıda aktarılan, dört bileşene, boş ağırlığın ilave edilmesiyle hava aracının brüt ağırlığı elde edilmektedir (Swatton, 2011). Yakıtın ağırlığı ise uçağın yerdeki ve havadaki hareketlerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu değişim her zaman azalma olarak gerçekleşmemektedir. Bazı durumlarda da hava araçları uçarken yakıt ikmali yaparak menzillerini uzatırlar. Bu durumda da, yakıtın dengeli olarak alınması suretiyle stabilitenin korunması zorunludur.

Hava aracının performans gereksinimleri iki grupta ele alınabilir. Birinci Grup; menzil ve maksimum seyir uçuşu süresidir. İkinci grup ise; maksimum sürat, tırmanış oranı (hava aracının dikey sürati), kalkış sürati, askı sürati, uçuş tavanı ve dönüş performansıdır. İkinci grup performans gereksinimleri yakıt ağırlığının bir asıl işlevi değilken, birinci grup performans girdileri büyük oranda yakıtla bağlıdır. Bu nedenle, menzil ve maksimum uçuş süresi gereksinimleri, ağırlıklı olarak maksimum kalkış ve ihtiyaç duyulan yakıt ağırlığına tesir edecektir (Sadraey, 2013).

2. Hava Aracı Yakıt Sistemi ve Yakıt Tankı Türleri

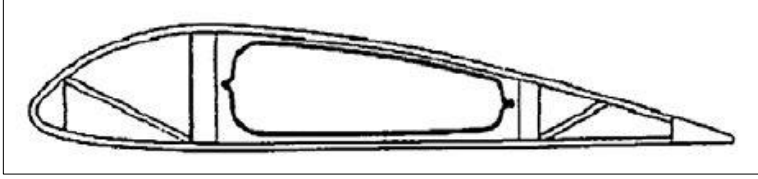
Bir hava aracının yakıt sistemi, yakıt tankları, yakıt boruları, yakıt pompaları, valfler ve yakıt kontrol sistemlerinden oluşmaktadır. Bu sistem içerisinde çoğunlukla, sadece yakıt tankları uçağın bütün yapısal sistemini etkileyen bileşenlerdir. Üç tip yakıt tankı mevcuttur. Bunlar;

- a. Sökülebilir sert yakıt tankları,
- b. Dâhili yakıt tankları (Islak Kanat) ve
- c. Bladder tipi yakıt tanklarıdır (Raymer, 2012).

a. Sökülebilir Sert Yakıt Tankları

Sökülebilir sert yakıt tankları hava aracından ayrı olarak üretilir ve hava aracının iç kısmına civata ve bağlayıcılar ile monte edilirler (Raymer, 2012). Bu tanklar, arabada kullanılanlara çok benzer şekilde ayrı yakıt haznelidir. Bu tarz yakıt tankları, genel havacılık alanındaki küçük –garaj yapımı– hava araçlarında tercih edilirler. Sökülebilir sert yakıt tankları Şekil 3'te görüldüğü üzere kanatın hücum kenarına uygun şekilde imal edilerek kanadın içerisine monte edilebilir ya da motorun arka kısmında pilotun ayaklarının üzerine yerleştirilirler (Gavel, 2007).

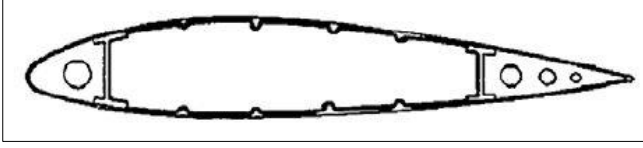
Bu yakıt tanklarının uçak üzerindeki pylon noktalarından dışarıdan gövdeye ve kanatlara bağlanan ve “drop tank” olarak isimlendirilen çeşitleri mevcuttur.



Şekil 3. Ayrık Yakıt Tankı.

b. Dâhili Yakıt Tankları (Islak Kanat)

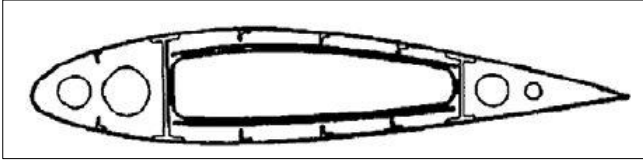
Gövde, kanat vb. yapılarıdaki boşlukların yakıt haznesi olarak kullanıldığı tanklardır. İdealde, bu tarz tankları hava aracının yapısal parçalarının arasındaki boşlukların sızdırmazlık malzemeleri ile kapatılması sonucunda oluşturulurlar. Bu tarz yakıt tanklarında, yakıt, kanat gibi taşıyıcıların içerisinde olduğu için bu sistemlerin genel adlandırması ıslak kanat olarak kullanılmaktadır. B-1B bombardıman uçağının servise konmasının ardından olduğu gibi, yıllar içerisinde devam eden birçok geliştirme çalışmaları yapılmasına rağmen, dâhili yakıt tankları hala sızdırmaya en çok eğilimi olan yakıt tankları olarak bilinmektedirler. Herhangi bir sızdırma ya da harp hasarı durumundaki yangın tehlikesinden dolayı, insan kompartımanları, hava giriş kanalları, silah bölümleri veya motora yakın yerlere bu tip yakıt tankları yerleştirilmemelidir. Dâhili yakıt tankındaki sızıntı ve dolayısıyla yangın tehlikesi, içerisine gözenekli köpük-sünger- konulması ile kısmen önlenabilmektedir ama bu durumda bir miktar yakıtın kullanılamaması durumu söz konusu olmaktadır. Yaklaşık olarak, yakıtın % 2,5 oranında bir kısmı sünger malzemenin hacmi nedeniyle kullanılamamaktadır. İlave olarak, % 2,5 oranında bir başka kısım ise süngerin yakıtı emme yatkınlığı nedeniyle kullanılamamaktadır. Bu durum kullanım dışı yakıt miktarını artırmaktadır (Raymer, 2012). Islak kanat prensibi ile üretilen dâhili yakıt tanklarının üretim tekniklerinin geliştirilmesi ile beraber sızıntı sorunu artık daha az problemlidir ve modern hava aracı tasarımlarında dâhili yakıt tankları yaygın tanklar olarak karşımıza çıkmaktadır (Gavel, 2007).



Şekil 4. Dâhili Yakıt Tankı (Islak Kanat).

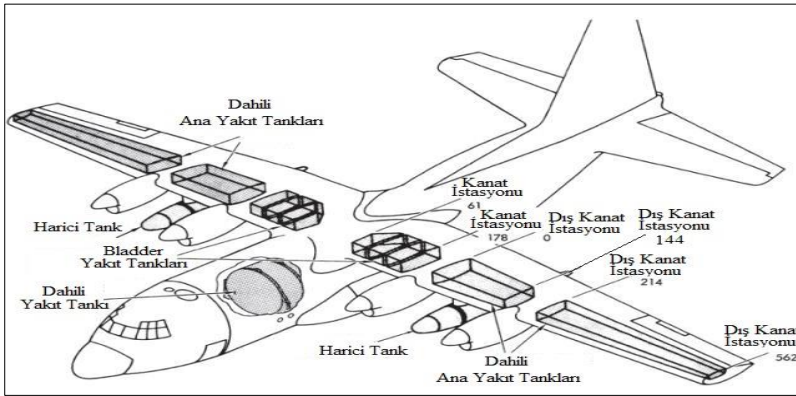
c. Bladder Tipi Yakıt Tankları

Bladder yakıt tankları, hava aracı yapısının içerisindeki boşluklara, kauçuk esaslı malzemelerle yakıt tankı üretilerek takılması sistemidir. Burada kullanılan kauçuk malzeme kalındır ve faydalı yakıt hacminin yaklaşık %10'unun kullanılmasına yol açar (Goraj & Zakrzewsk, 2005).



Şekil 5. Bladder Yakıt Tankı.

Bazı durumlarda, uçak görevlerine bağlı olarak yukarıdaki yakıt tankı türlerinin beraber kullanıldığı da gözlemlenmiştir. C-130 uçağı, değişik yakıt tanklarını bünyesinde taşımaktadır. Bunlar, dâhili yakıt tankları (Islak Kanat), bladder tipi yakıt tankı, gövdeye dışarıdan bağlanan sökülebilir sert yakıt tanklarıdır. Sadece KC-130 havadan yakıt ikmali yapan uçaklarda gövde içerisinde dâhili yakıt tankı mevcuttur (João Pedro, 2014).



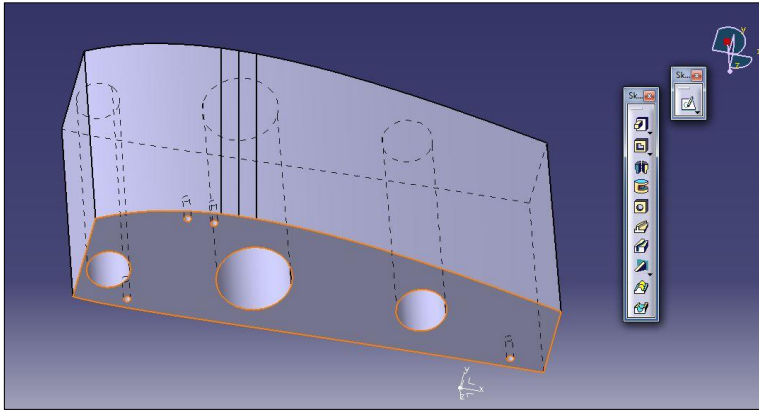
Şekil 6. KC-130 Uçağı Yakıt Tanklarının İstasyonlara Göre Yerleşimi.

3. Bladder Tipi Yakıt Tankı Üretim Süreci

Esnek bladder yakıt tankları 1950’li yıllarda yaygın şekilde kullanılmaya başlamış olup, hâlen kullanımı devam eden tank tipleridir. Bu yakıt tanklarının avantajları;

- Bakım kapakları vasıtasıyla kolayca monte edilebilmeleri,
- Arıza durumunda iç-dış yapılarak kolayca tamir edilebilmeleri,
- Düşük kalibresi mühimmata yönelik kendini onaran türden imal edilebilme özellikleri,
- Çarpmaya karşı dayanıklılık ve
- Titreşime karşı dirençli olmalarıdır (Goraj and Zakrzewsk, 2005).

Bladder yakıt tankları, küçük, orta ve büyük gövdeli uçaklarda kullanılabilirler. Mukavimdirler ve dikişlerin sadece dolun hattı, tahliye hattı ile valfler gibi donanımların bağlantısında yer alması nedeniyle uzun ömürlüdürler. Bir bladder yakıt tankında sızıntı tespit edildiğinde, teknisyen üreticinin tamir yönergesi doğrultusunda sızıntı yerine yama yapabilir. Aynı zamanda yakıt tankı hava aracı üzerindeki yerinden çıkarılarak, ilgili tamir birimine gönderilebilir (FAA, 2017).

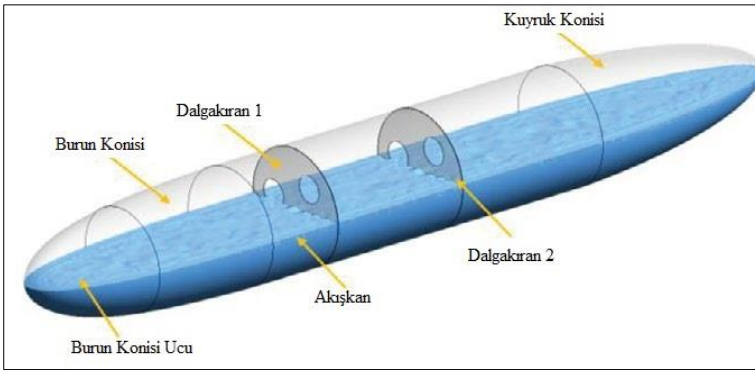


Şekil 7. Hava Aracının Kanat Geometrisine Uygun Olarak Tasarlanmış Bladder Yakıt Tankı

a. Yakıt Tankı İçi Çalkalanma (Slosh)

Bir serbest yüzeyli akışkanın, içine konulduğu haznenin küçük hareketleri dahi büyük ölçekli hareketlerine neden olur. Bu durum sıvı yük taşıyan kara

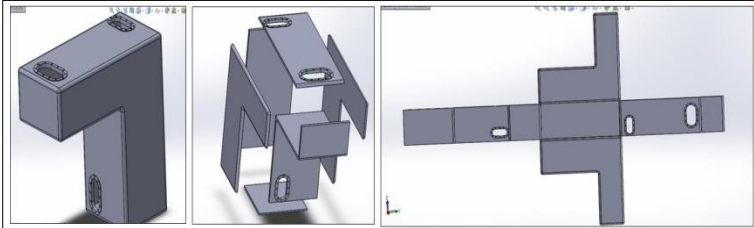
araçları için de geçerliliğini korur (Kandasamy, Rakheja, & Ahmed, 2010). Yakıtın depo içerisindeyken ağırlık merkezinin dinamik salınımı, yakıt yüzeyinde dalgalanmalara ve tankta slosh etkisi adı verilen çalkalanmaya neden olur. Çalkalanmanın en şiddetli olduğu durum, tank yarım dolu olduğu durumdur (Stengel, 2016). Çalkalanma devriminin şiddeti ağırlık olarak frekans, şekil ve tankın içerisindeki akışkanın hareketine bağlıdır (Shreeharsha, Shivakumar, & Mallikarjun, 2017). Bir hava aracı manevra yaparken, uzun yatay yakıt tanklarının içinde yakıtın çalkalanmasını önleyici baffle adı verilen dalgakıranlara ihtiyaç duyulur (FAA, 2017).



Şekil 8. Bir Yakıt Tankı İçerisinde Çalkalanmayı Önleyici Dalgakıranların Yerleşimi.

b. Bladder Yakıt Tankı Üretim Süreci

Yakıt tankının yerleştirileceği hacme göre katı model hazırlanır. Örnek çalışmada, tandem bir hava aracında arka kokpitin sırt kısmına yerleştirilecek olan bir “L” şekilli bladder yakıt tankı ele alınmıştır.

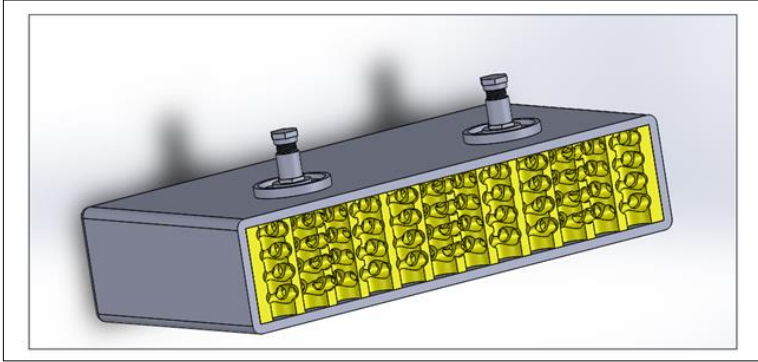


Şekil 9. L Şekilli Bir Yakıt Tankının Üretim Katı Modelden Açılım ve Üretim Şablonunun Oluşturulması.

Bladder yakıt tankının cidarının üretiminde kullanılan “Karbon Elyaf 245” kumaşın;

- Çekme dayanımı, 3950 MPa,
- Elastisite modülü, 238 GPa,
- Kopmadaki birim boy değişimi, % 1,7 ve
- Termal iletkenliği, 17 W/mK olarak verilmektedir.

Cidar üretimi için, karbon elyaf malzeme ve polimer solüsyon beraber kullanılarak kürlenmektedir. Bladder yakıt tanklarının içerisinde dalgakıranlar yerine her bir minik odacığı doğal dalgakıran olarak görev yapan gözenekli dolgu malzemesi kullanılmaktadır. Söz konusu dolgu malzemesi, geometrisi, yakıt tankının dış çeperini tam olarak dolduracaktır. Bu sebeple, yakıt tankının boyutlarından, cidar kalınlığı kadar küçültülerek –içeri doğru offsetlenerek– dolgu malzemesinin geometrisi ortaya çıkmış olur.



Şekil 10. Bladder Tipi Yakıt Tankının İçerisinde Kullanılan Dolgu Malzemesi.

Yakıt tankında kullanılacak karbon elyaf malzeme, tankın geometrisinden oluşturulan şablon ile uygun şekillerde kesilir.



Şekil 11. Polimer Solüsyon Emdirilmiş Karbon Elyaf Örneği.

Karbon elyaf el yatırma - hand lay up - yöntemi kompozit parça üretiminde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Genel olarak, kullanılan polimer malzeme basma mukavemeti ve karbon elyaf da çekme mukavemeti sağlar (Peak of Flight, 2014).

El yatırma yöntemi kompozit parça üretiminin en basit yöntemidir. Bu metodun uygulanmasında altyapı ihtiyacı da minimaldir. Uygulama adımları son derece basittir. Her şeyden önce, polimer malzemenin yüzeye yapışmasını önlemek amacıyla bir jel sürülür (NPTEL, 2017). Sanayi mumu da ayrıştırıcı olarak kullanılabilir.

Cam vb. bir yüzey üzerine sürülen ayrıştırıcı jelin üzerine karbon elyaf kenarlarından sıkıştırılarak gergin bir şekilde yerleştirilir. Ardından polimer solüsyon, kürleyici ile beraber uygun oranlarda hazırlanarak karbon elyaf kumaşın üzerine tatbik edilir. Uygulamanın standart olması için fırça da kullanılabilir. Polimer solüsyonun özelliğine göre oda şartları ya da koşullandırılmış şartlarda kütleme işlemi gerçekleştirilir.

Polimer solüsyon emdirilmiş ve uygun geometride kesilmiş olan kumaşlar daha önceden hazırlanmış dolgu malzemesinin etrafına sarılır.

Prototip bladder yakıt tankının üretim yöntemi, bladder yakıt tankı bir “üst asamble” olarak ele alındığında, dolum hattı, fazla yakıt tahliye hattı, şamandıra ve dolgu malzemesi gibi bileşenler “alt asamble ve bileşenler” olarak değerlendirilmelidir. Bütün bu parça ve bileşenlerin yakıt tankının geometrisi içerisinde uygun yerlere yerleştirilmesi ile yakıt tankının üretimi tamamlanmaktadır.

4. Bladder Tipi Yakıt Tankı Test Süreci

Yakıt tankının maksimum kalkış ağırlığı 472,5 kg ve altında olması durumunda, İngiliz Havacılık Otoritesinin uyguladığı test gereksinimleri;

- Üretilen hava aracının üzerindeki bütün bileşenlerin ve donanımların minimum + 9g, - 4,5 g ve yatay ekseninde 3 g kuvvete dayanıklı olmalıdır (BCAA, 2009).
- Tankın içerisinde yakıtın çalkalanması durumunda, hava aracı ağırlık merkezinin yer değiştirmesini önleyecek ve uçuşu bu şartlar altında limit dâhilinde devam ettirecek donanıma sahip olmalıdır.

- Herhangi bir sızıntı ya da aksamaya neden olmaksızın her bir yakıt tankı, 1,5 psi'lik basınca dayanmalıdır (BCAA, 2009).

Bu çalışmada 40 lt kapasiteli bir yakıt tankının 1, 25 emniyet katsayısı ile test edilmesi durumu örneklendirilmektedir. Bu kapsamda;

Yakıt tankı kapasitesi	: 40 lt
Maruz kalınan maksimum g kuvveti	: 9 g
Hava aracı yakıtı takribi özgül ağırlığı	: 0,8 kg / lt
Emniyet katsayısı	: 1,25

olarak ele alındığında bladder yakıt tankına uygulanacak test kuvveti :

$$F_t = 40 \times 9 \times 0,8 \times 1,25$$

$$F_t = 360 \text{ kg olarak belirlenmiştir.}$$

Bu kuvvetin uygulanmasını takiben herhangi bir plastik deformasyon olmadığının gözlemlenmesi test sonucunun olumlu olduğunu göstermektedir.

5. Sonuç

Hava araçları, manevra gerçekleştirirken yakıt tankı içerisinde meydana gelen çalkalanma, uçuş kararlılığını olumsuz yönde etkilemektedir. Çalkalanmanın önüne geçmek amacıyla, her ne kadar sert yakıt tanklarının içerisinde dalgakıranlar yerleştirilebilse de, elastik yapılu yakıt tankları için bu uygulama mümkün değildir.

Anti-Slosh Bladder Yakıt Tankı;

- İçerisindeki gözenekli dolgu malzemesi sayesinde çalkalanma etkisini minimize eden,
- Hava aracının içerisinde kullanılmayan hacmin yakıt tankı olarak kullanılmasına imkân verecek yapıda serbest şekilli,
- Kolay monte ve demonte edilebilen,
- Onarımı kolay,
- Bakım maliyeti düşük,
- Kompozit üretim teknolojisi ile üretildiği için tuzlu suya dayanıklı,
- Üretim süreçleri olgunlaşmış,
- Üretim sonrası test süreçleri için özel test ekipmanı gerektirmeyen bir yakıt tankıdır.

Söz konusu yakıt tankının sadece hava araçlarında değil, deniz ve kara araçlarında da kullanımının uygun olacağı değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, Anti-Slosh Bladder Yakıt Tankı şu ana kadar yerli imkânlarla seri olarak üretilmemiştir. Söz konusu yakıt tanklarının yerli imkânlarla üretilmesi yurt dışına bağımlılığın azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- [1] Swatton, P.J. (2011). *Principles of flight for pilots (Vol. 42)*. John Wiley & Sons.
- [2] Jeppesen (2004). JAA ATPL Training Principles of Flight.
- [3] Sadraey, M. H. (2013). *Aircraft design: A systems engineering approach*. John Wiley & Sons.
- [4] Raymer, D. P. (2012). *Aircraft design: A conceptual approach*.
- [5] Gavel, H. (2007). *On aircraft fuel systems: Conceptual design and modeling* (Doctoral dissertation). Department of Machine Design, Linköpings universitet, Sweden.
- [6] Goraj Z., & Zakrzewsk P. (2005). Aircraft fuel systems and their influence on stability margin. *Transactions of the Institute of Aviation No. 183*.
- [7] João Pedro R.P. (2014). *Sealant joints in aircraft integral fuel tanks* (Master's thesis). Aerospace Engineering, Técnico Lisboa.
- [8] Federal Aviation Administration (FAA). (2017). Aircraft fuel system, basic fuel system requirements.
- [9] Kandasamy, T., Rakheja, S., & Ahmed, A. K. W. (2010). An analysis of baffles designs for limiting fluid slosh in partly filled tank trucks, *The Open Transportation Journal*, 4(1).
- [10] Stengel R. (2016). Aeroelasticity and Fuel Slosh
<https://www.princeton.edu/~stengel/MAE331Lecture21.pdf> adresinden alınmıştır (24.09.2017).
- [11] Shreeharsha, H. V., Shivakumar, S. G., & Mallikarjun, S. G. (2017). Simulation of sloshing in rigid rectangular tank and a typical aircraft drop tank. *Journal of Aeronautics & Aerospace Engineering*.
- [12] Peak of Flight (2014, July). Newsletter issue 370.
- [13] National Programme on Technology Enhanced Learning (NPTEL), courses, module5, lecture 4, Hand Lay-up and Spray Lay-up.
<http://nptel.ac.in/courses/112107085/module5/lecture4/lecture4.pdf> adresinden alınmıştır (24.09.2017).
- [14] British Civil Airworthiness Authority (BCAA), CAP 482 Section S - Small Light Aeroplanes Requirements.

BİNA KABUKLARINDA GELİŞMİŞLİK ÖZELLİKLERİNİN TARTIŞILMASI VE YENİ KONSEPTLER: UYUM GÖSTEREN CEPHELER

Ayşegül SEZEĞEN¹, Yıldız AKSOY², Özge GÜRSOY³

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Kadıköy / İstanbul

¹Arş. Gör., aysegul.sezegen@medeniyet.edu.tr

²Yrd. Doç. Dr., yildiz.aksoy@medeniyet.edu.tr

³Arş. Gör., ozge.pekyavas@medeniyet.edu.tr

Özet

Binanın performansı, buna bağlı olarak kullanıcı konforu temelde bina kabuğu tarafından belirlenmektedir. Teknolojinin sürekli değişim ve gelişim göstermesi günümüz mimarlığını etkilemekte, geleneksel yöntemlerle tasarlanan yapı elemanlarının ihtiyaçlar karşısında yeterli çözümler üretmediği noktalarda teknoloji ürünü gelişmiş sistemler devreye girmektedir. Bu sebeple son yıllarda mimarlığın etki alanında en önemli gelişmelerin görüldüğü yapı alt sistemi “Bina Kabuğu” dur. Bina kabuğunun üstlendiği bu önemli rol yeni konseptlerin ortaya atılması ve cephe sistemlerinin gittikçe karmaşık bir yapı kazanmasıyla sonuçlanmaktadır. Mimaride güncel eğilimler (trendler) iklim, kullanıcı davranışları ve iç/dış ortamdaki değişimlere uyum gösterme yeteneği ile gelecek vaat eden bir alternatif olarak “Uyum Gösteren Cephe” konseptleri yönünde ilerlemekte ve bu kapsamda araştırma geliştirme faaliyetleri ile uygulamalar artmaktadır. Bu çalışmada, yeni konseptler üzerinde durularak “Uyum Gösteren Cephe” sistemleri örnekler üzerinden incelenecektir.

Anahtar Sözcükler: Bina kabuğu, cephe, uyum gösteren cephe sistemleri.

Abstract

The performance of the building, accordingly the user comfort, is mainly determined by the building envelope. Continuous change and development of technology affects today's architecture and advanced systems of technology products are introduced at points where building elements designed with

traditional methods cannot produce sufficient solutions in response to changing needs. For this reason, in recent years, the building subsystem, where the most important developments are seen, is the "Building Envelope." This important role of the building envelope results in the introduction of new concepts and increasingly complex structure of the facade systems. Current trends in architecture are moving towards "Adaptive Facade" concepts as a promising alternative with the ability to adapt to changes in the climate, user behavior, internal / external environment and R&D activities are increasing. In this study, "Adaptive Facade Systems" will be examined through examples by focusing on new concepts.

Keywords: Building envelope, facade, adaptive facade systems.

1. Giriş

Son yıllarda mimarlığın etki alanında en önemli değişimleri ve gelişmeleri gösteren yapı alt sistemi "Bina Kabuğu" dur. Binaların performansı dolayısıyla kullanıcı konforu temel düzeyde bina kabuğu tarafından belirlenmektedir. Projede özel belirlenmiş performans hedeflerine ulaşmak için her bir bina kabuğu, projenin ölçeğine bakılmaksızın özgün tasarım ve detaylandırma gerektirir. Günümüzde yüksek performans beklentisi, tasarım ve detay düzeyinde karmaşıklığı da beraberinde getirmektedir. Bu tasarım ve detay düzeylerini anlamak için ise öncelikli olarak temel kavramların irdelenmesi gerekir.

Günümüzde bina kabuklarının sağlıklı, dayanıklı, çevresel, enerji verimli, akıllı, uyumlu ve aynı zamanda karşılanabilir maliyette olması beklenmektedir. Bu beklentileri karşılama odaklı çalışmalar malzeme, sistem, tasarım, yapım, performans başlıkları altında gelişmeler üretmektedir. Bunun sonucunda gelişmiş bina kabukları başlığı altında, bütünleşik tasarlanmış bina kabuğu sistemleri, yüksek performanslı bina kabukları, akıllı bina kabukları, enerji verimli bina kabukları, çevresel koşullara cevap veren bina kabukları, uyum gösteren bina kabukları gibi çok sayıda konsept üretilmiş olup hâlâ yeni konseptlerin üretilmesi devamlılık göstermektedir.

2. Bina Kabuklarında Gelişmişlik Tanımı, Özellikleri

Yapılan araştırmalar gelişmiş ülkelerde yaşayan insanların zamanlarının % 90'ını iç ortamda geçirdiğini göstermektedir [1]. Bu da kullanıcıların konforunu sağlamak için iç ortam koşullarını iyileştirmenin öncelikli önemini açıklamaktadır. İç ortam konfor koşullarına en önemli etkiyi sağlaması yönünden bina kabuklarının karşılaması gereken en temel işlevleri; aydınlatma, havalandırma, nem kontrolü, ısıya/soğuğa karşı yalıtım, rüzgar kontrolü, kamaşma kontrolü, görsel ilişki/saydamlık, güvenlik, gürültü kontrolü, yangın korunumu, enerji kazanımı şeklinde sıralamak mümkündür [2]. Kullanıcı ihtiyaçları ve iklim koşulları değişken yapıda olduklarından geleneksel bina kabuklarının çözüm üretmede yetersiz kaldığı durumlarla karşılaşılabilir. Bina kabuğunun yapıya dair en önemli alt sistemlerden biri olması dolayısıyla yüklediği sorumlulukları değişen koşullar altında yerine getirebilmesi için bileşenlerinin çeşitli düzeylerde geliştirilmesi ihtiyacı doğmaktadır.

Günün koşullarına göre kullanıcıların ve ait olunan çevrenin ihtiyaçları doğrultusunda, ekonomik, siyasal, sosyal, kültürel ve en önemlisi teknolojik nedenlerle yaşanan değişimlerin etkisi altında kalarak çeşitli yollarla üzerinde gelişmeler görülen bina kabuklarını en temel anlamda gelişmiş bina kabukları olarak adlandırabiliriz. Bu kabukların, kullanıcı konforunu ve üretkenliğini arttırmayı, uzun dönem yapı kullanım maliyetlerini düşürmeyi, enerji kullanımını azaltmayı, olumsuz etkilerini azaltarak çevre korunumuna katkı sağlamayı amaçladığı noktada teknoloji tümsel performansın iyileştirilmesinde en etkin araçtır. Bina kabuklarının bugün kolaylıkla karşıladığı işlevlerin yanında amaçladığı halde gerçekleştiremediği bütün işlevler için çeşitli düzeylerde gelişim ihtiyacı vardır. Endüstriyel değişim süreciyle birlikte ekonomik, siyasal, sosyal, kültürel ve özellikle teknolojik nedenlerle yaşanan değişimler stratejik bir önem kazanarak mimarlık alanını, dolayısıyla bina kabuğu tasarımlarının gelişimini önemli ölçüde etkilemektedir. Günümüzde değişimin karmaşık yapısı göz önünde bulundurulduğunda, firmalar ihtiyaçlar karşısında çözüm üretirken farklılaşmak ve sektörde daha etkin olabilmek için mevcut ürünlerini iyileştirmek, yeni ürünler geliştirmek ve geliştirdikleri ürünlere kullanım ortamı yaratmak yoluyla ürünlerini sürekli olarak güncellemekte ve yenilikçi yaklaşımları hayata geçirerek mimarların kullanımına sunmaktadırlar. Bu durumda her

seviyede bilimsel bilgiden yararlanarak ortaya çıkarılan teknolojik gelişmeleri değerlendirmek gerekmektedir.

Bina kabuğu dış ortam ve iç ortamı ayıran, iki ortam arasında geçişin gerçekleştiği katmandır. Temel görevlerin yanında günümüzde bina kabuğu sistem, eleman ve malzemelerindeki teknolojik gelişmelerin ürünü olarak enerji verimli olma, dinamiklik, medya olarak kullanılma ve uyum gösterme gibi gelişmiş özelliklere de ek olarak sahip olması sektörün beklentilerinin başında gelmektedir. Yapılar “bilme, karar verme, cevaplama” yeteneğine sahip olduğunda bu beklentileri işaret edebilmektedir. İçeride ve dışarıda olan değişiklikleri bilmeli, kullanıcılara en rahat ortamı sağlamak için en verimli çözüme karar vermeli, yapılan seçime göre de cevap verebilmelidir [3]. Bu noktada bina kabuğu artık sadece koruyucu bir katman değil, karmaşık teknik özellikleri olan bağımsız bir sistemdir. Günümüzde bina kabuklarının gelişmişlik kavramı daha kapsamlı incelendiğinde karşılaması gereken işlevler ile birlikte taşınması gereken başka özellikler de gündeme getirilmesi gereken diğer bir konudur.

3. Bina Kabuklarında Yeni Konseptler: Uyum Gösteren Cepheler

Malzeme, sistem ve teknolojiadaki gelişmeler yardımıyla bina kabuklarına çeşitli özellikler kazandırmak mümkündür. Akıllı (smart), aktif, enerji verimli, dinamik, kinetik, yenilikçi, uyum gösteren gibi bir çok kavram bina kabuklarını nitelendirmek için kullanılmakta ve bunun sonucunda yeni konseptler oluşmakta, çevresel değişimleri ve kullanıcı ihtiyaçlarını inceleyerek mekânları şekillendirmek için yeni olasılıklar doğmaktadır. Mimaride güncel eğilimler iklim ve kullanıcı davranışlarındaki iç ve dış değişimlere göre uyum gösterme yeteneği olan bina kabukları yönünde ilerlemekte, bu konsept kapsamında sistem ve elemanların araştırma geliştirme faaliyetleri artmaktadır.

Uyum gösteren bina kabukları, statik kabukların aksine kullanıcı ihtiyaçlarını ve konfor koşullarını karşılamak için mekanik ya da kimyasal yollarla uyum gösteren, çok parametrelili, yüksek performanslı sistemlerdir [4]. Bu tanım göstermektedir ki uyum gösteren sistemler zaman içerisinde işlev, özellik ve davranış değiştirebilme yeteneğine sahiptir. Belirsiz ve sürekli değişen bir ortamda cephe performansını geliştirmede kritik bir yetenek olarak kabul

edilmektedir. Enerji akışını yüksek verimli malzemeler, bütünleşik teknik araçlar ve akıllı otomasyon sistemleriyle kontrol eden yüksek mühendislik çözümleridir.

Uyum gösteren cephe sistemlerinin temel karakteristiği elemanlarının cevap verme yeteneğinde ve hassasiyetinde saklıdır. Temel olarak, enerji performansını ve ısı, görsel iç mekân konforunu etkileyerek iyileştirmek için tasarlanırlar. Bu yeteneğe bağlı olarak cephelerin iki temel yolla uyum gösterdiği gözlemlenmektedir; (i) akıllı sistemler yoluyla (hava değişimi takip istasyonları, gölgeleme ve gün ışığı sistemleri, mikro ısıtma soğutma birimleri vb.), (ii) akıllı malzemeler yoluyla (değişkenlik, seçici geçirim ve depolama vb. özelliklere sahip olan malzemeler).

Tablo 1. Bina Kabuğunda Uyum İçin Tanımlayıcı Örnek Konsept Tablosu

amaç	tepkisel işlev	teknoloji (malzeme/sistem)	tepki süresi	mekansal ölçek
<i>ısı konfor</i>	güneş ısı kazancını kabul etme ya da reddetme (saklama/ dağıtma)	gölgeleme yalıtım	saniye dakika	yapı malzemesi cephes
<i>iç ortam hava kalitesi</i>	Havanın değişimi ve filtelenmesi için kontrollü gözeneklilik	değiştirilebilir camlar faz değiştiren malzemeler	saat gün-gece mevsim	duvar pencere düzeni çatı
<i>görsel performans kriterleri (kamaşma, görüş..)</i>	Görünür ışığın önlenmesi, kabul edilmesi veya yönlendirilmesi	güneş tüpleri bina entegre fotovoltaikler ve güneş enerjili termik sistemler	yıl	bütün bina
<i>akustik konfor</i>	Ses basıncının önlenmesi, kabul edilmesi veya yönlendirilmesi	şekil bellekli alaşımlar		
<i>enerji üretimi</i>	Rüzgar enerjisini ve güneş ışığını, elektrik ve ısı enerjisiye	cephes açıklıkları kinetik sistemler radyant cam		
<i>kullanıcı kontrolü</i>	Kullanıcı etkileşimi ve bireysel ihtiyaçlar			

Uyum yeteneğinin şekli ve ölçeği çeşitlilik göstermektedir. Uyum gösterme davranışını yönlendiren makro/mikro ölçek olmak üzere iki mekanizma düzeyi vardır ve bunların kombinasyonları da görülmektedir. Makro ölçekte uyum çıplak gözle takip edilebilen, hareket eden parçalar yoluyla cephede biçimsel değişiklik gerçekleşen uyum şeklidir. Bu uyum; cephenin dışına eklenen parçalar yoluyla, cephenin kendisinin alt sistemleri aracılığıyla ya da bütün cephenin hareketi

yoluyla olabilmektedir. Gözlemlenebilen hareket türleri çok çeşitli olup genelde katlanma, kayma, şişirme, döndürme şeklinde görülmektedir. Dinamik mekanik elemanların dışında, hava akışı, köpük kabarcıklar, polistiren boncuklar, faz değiştiren malzemeler gibi cephe elemanlarında farklı akışkan ortam türleri de araştırılmıştır. Mikro düzeydeki değişiklikler ise daha küçük ölçekte gerçekleşmektedir. Değişiklik, örneğin suyun sıvı fazdan katı faza geçtiği zaman su moleküllerinin düzenlenmesi gibi doğrudan malzemenin iç yapısını etkiler. Burada uyum gösterme ağırlıklı olarak optik özelliklerdeki değişiklikler yoluyla kendini göstermektedir. Gün ışığının ve güneş enerjisinin seviyesine göre optik özellikleri değişen, seçici akıllı pencereler gibi mikro ölçekli değişikliklerin çoğunluğu, malzemelerin ışık ileten özellikleriyle ilgilidir [5].

Uyum gösteren cephe sistemlerinde ağırlıklı olarak iklim koşulları ve kullanıcı ihtiyaçlarına uyum gösterme yeteneğinden bahsedilmektedir. Gölgeleme ve kabuk geçirgenliğinin düzenlenmesi, uyum gösteren cephe sistemlerinin en önemli özelliklerinden biridir. Güneş ısı ve ışığı kazanımlarının iç ortama kabulünü kontrol ederek, binanın aşırı ısınmasını önlerken, güneş enerjisinden uygun seviyede yarar sağlama odaklı davranarak enerji dengesi üzerinde doğrudan etki sağlamakta ve gün ışığının erişimini belirleyerek parlama kontrolü yapılmış görüş sağlamak mümkün olmaktadır. Bu çalışmada en sık karşılaşılan gölgeleme elemanları ile uyum gösteren cepheler örnekler üzerinden incelenerek kavram irdelenmiştir.

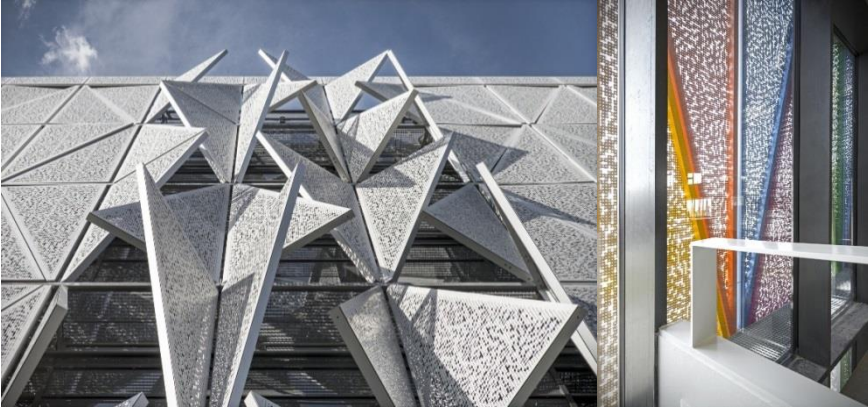
3.1. Vaka 1: Kolding Kampüs Binası, Kolding

Danimarka, Kolding’de tasarlanan ve 2014 yılında uygulanan kampüs binasının cephesi, elemanlarının entegrasyon yeteneği ve değişkenlik özelliğiyle ait olduğu çevrede kendine has bir ifade oluşturmaktadır.



Resim 1. Kolding Kampüs Binası, Cephe Görünüşü [6]

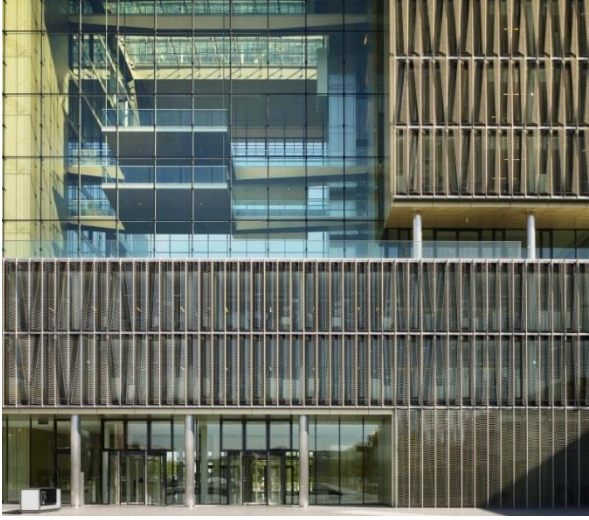
Binanın cephesi, gün ve yıl içinde değişen güneş ışınlarını kontrol etmek, optimum düzeyde gün ışığı sağlamak ve iç ortam konfor koşullarını sağlamak için dinamik gün ışığı gölgeleme elemanlarıyla donatılmıştır. Gölgeleme sistemi perfore çelikten üretilmiş yaklaşık 1600 üçgen parçadan oluşmaktadır. Sistem, cepheye gelen güneş ışığı ve ısı seviyesini sürekli ölçen sensörlerle donatılmış olup, üçgen panjurlar küçük bir motorla mekanik olarak kontrol edilmektedir [6]. Değişken gün ışığına ve ışığın iç ortama istenen şekilde geçişine imkân verecek şekilde cepheye bütünleşmiş olan panjurlar kapatıldığında cephede düz dururken, yarı ya da tam olarak açıldığında cepheye etkileyici bir görünüm kazandırmaktadır. Bu da performansı iyileştirmek adına taşıdığı uyum yeteneği ile birlikte cephenin estetik kaygısı da taşıdığını göstermektedir.



Resim 2. Dinamik Gölgeleme Elemanları ve İç Ortamdan Görünüş [6]

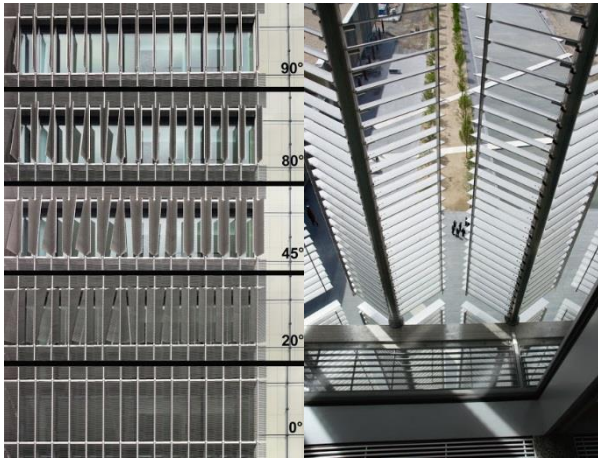
3.2. Vaka 2: ThyssenKrupp Q1 Ofis Binası, Essen

Diğer bir yapı ise Essen'nin tarihi bölgesindeki ThyssenKrupp Q1 ofis binasıdır. Binanın mimari tasarımı markanın şeffaflık, yenilikçilik, çok yönlülük özelliklerini taşıyacak şekilde yapılmıştır.



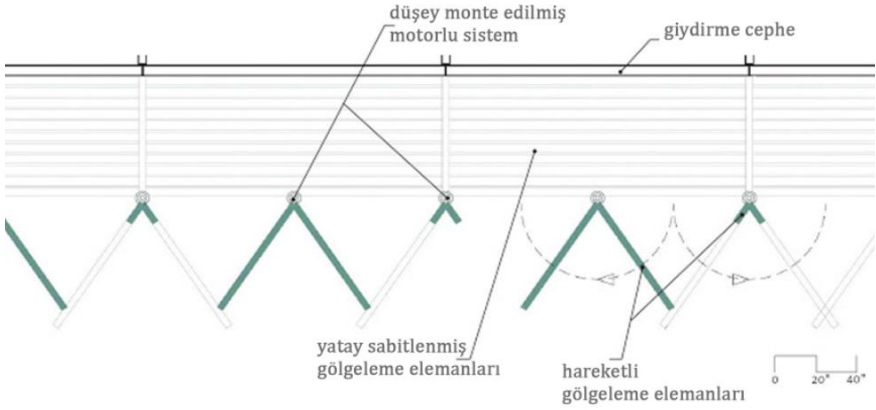
Resim 3. ThyssenKrupp Headquarter Q1 Ofis Binası [7]

Binanın cephe sistemi 400.000 paslanmaz çelik lamelden oluşan esnek özelliktedir ve klima kullanımını gereksiz kılma amacını taşır. Çatıda bulunan hava istasyonu ile alınan sinyaller cephedeki paslanmaz çelik elemanları yönetir. Bu elemanlar cephe yüzeyine paralel-kapalı, dik-açık ve güneşin yönüne göre açılı olabilmektedir [7].



Resim 4. Paslanmaz Çelik Elemanların Cephe Yüzeyinde 0-90 Derece Arası Yönlenmeleri [7].

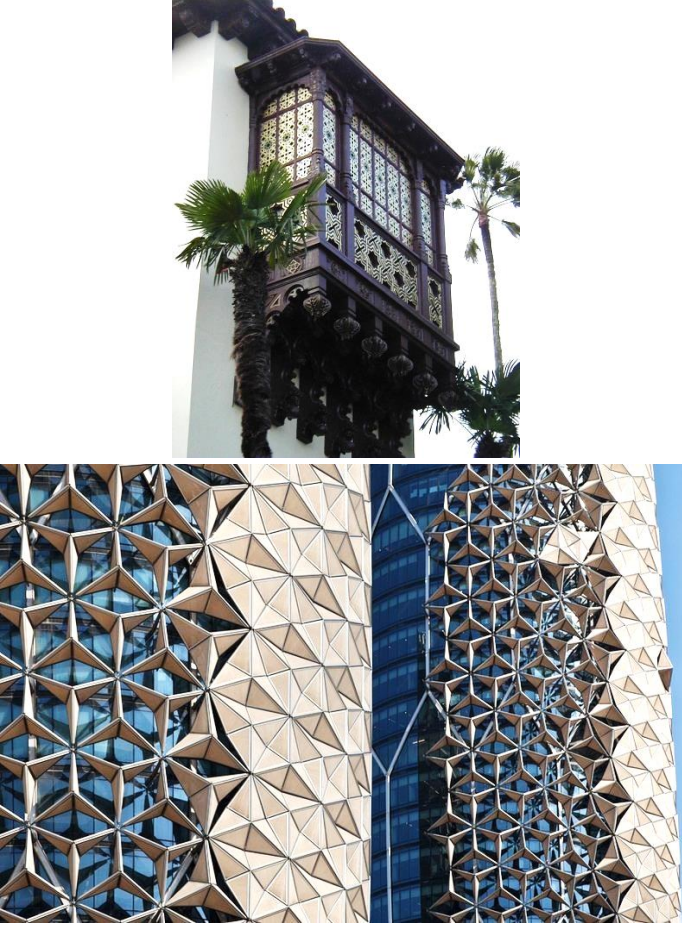
Kullanılan hassas programlama yalnızca güneşin mevsimsel konumunu belirlemekle kalmaz, çatıdaki istasyon sayesinde anlık hava durumunu belirler. Örneğin yağmurlu günlerde çelik lameller dışarı döner ve bu sayede gölgeleme elemanları açık kalır. Giydirme cephe önünde çelik elemanlar tam kapalı olsa da pencereler açılabilir [7].



Şekil 1. Gölgeleme Sistem Kesiti [7].

3.3. Vaka 3: Al Bahar Kuleleri, Abu Dhabi

Güneşin ışıma (radyasyon) etkisini azaltmak için uyarlanabilir bir dış kabuğa sahip olarak tasarlanan Al Bahar kuleleri 2012 yılında Abu Dhabi'de inşa edilmiştir. Geleneksel Arap mimarisinde bulunan oyma ahşap kafes ile çevrili bir tür cumba pencere olan Mashrabiya'ya benzer şekilde üçgen şeklinde bir model üretilerek gölgeleme sistemi tasarlanmıştır.



Resim 5. Mashrabiya ve Al Bahar Kulelerinin Cephesinde Tasarlanmış Sistem Dokusu [8], [9].

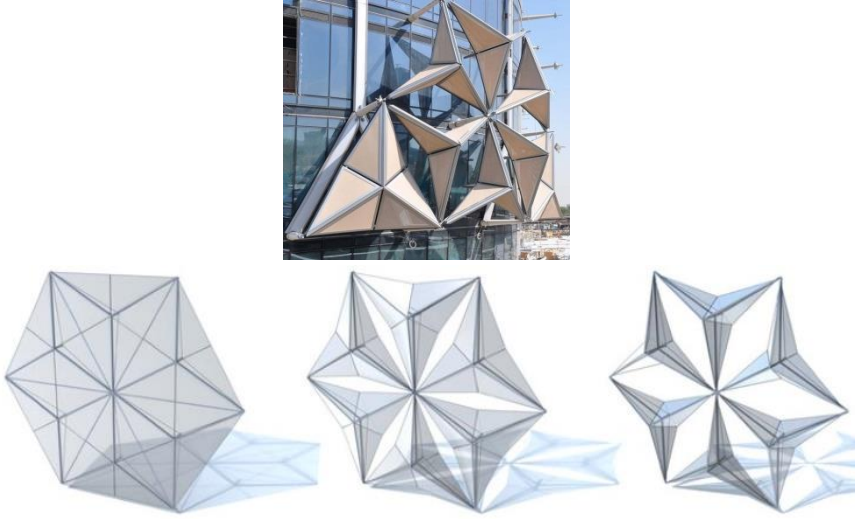
Dairesel kuleler hava geçirmez cam giydirme ile kaplanmış durumdadır. Giydirme cephenin katlarda döşemeden döşemeye yüksekliği 4,2 m ve 90 cm ile 12 cm arasında değişen genişliğe sahip, birleştirilmiş panellerden oluşur. Zeminden tavana giydirme cephenin görme alanı 3,1 m'dir. Giydirme cephe bir altyapı ile kinetik gölgeleme sisteminden ayrılmıştır. Her bir eleman, ana yapıdan 2,8 metre uzakta birleştirilen bir sistem olarak tasarlanmıştır. Katlanır sistem, gölgeleme ekranını kesintisiz bir örtüden gölge veya ışık sağlamak için kafes benzeri bir kalıba dönüştürmektedir [10].

Paslanmaz çelik, alüminyum çerçevelerden ve cam elyaf hasır dolgudan yapılmış olan paneller, güneşin hareketine göre açılıp kapanacak şekilde programlanmıştır. Bu makro sistemin, güneş kazancını % 50 azaltacağı ve bunun da klima ihtiyacını azalttığı tahmin edilmektedir. Paris'teki Arap Enstitüsü'ndeki sorunlardan öğrenerek, güneşlikteki bütün unsurlar ve bileşenler, binayla aynı yaşam ömrüne sahip olmasını sağlamaya çalışılarak test edilmiştir. Sistem aynı zamanda bir parçanın hasar görmesi durumunda kolaylıkla değiştirilebilecek şekilde yapılandırılmıştır [11].



Resim 6. Al Bahar Kulelerinde Makro Düzeyde Uyum Gösteren Cephe Sistem Örneği, Paneller Katlanır veya Açılırlar [11].

Gölgeleme sistemi kapalı olduğunda, kullanıcılar içeriden dışarıya bakabilmektedir. Toplamda her kule, 1049 adet Mashrabiya gölgelendirme cihazı içermektedir. Gölgeleme ekranı, optimum güneş koşullarına cevap verecek şekilde bilgisayar kontrollüdür. Mashrabiya gölgeleme cihazları gruplandırılmış ve güneş açısına göre açma ve kapama sırasını kontrol eden güneş takip yazılımı ile çalışmaktadır. Bulutlu koşullar veya yüksek rüzgâr durumunda, bina kabuğuna bütünleşmiş bir dizi sensör, bütün üniteleri açmak için kaydedilen sinyalleri kontrol ünitesine göndermektedir [11].



Resim 7. Eleman Detayları [11].

4. Sonuç

Uyarlamalı cepheler, 21. yüzyılın birçok sürdürülebilirlik hedefini karşılamak için umut verici teknolojik bir çözüm olarak tanımlanmaktadır. Yeni gelişmeleri teşvik etmek için başarılı örneklerin sistematik bir analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak, günümüzde, uyarlanabilir cephelere sahip binaların operasyonel performansı ile ilgili bilgi içeren sınırlı sayıda belgeli vaka incelemesi bulunmaktadır. Her uyum gösteren cephe benzersiz olduğundan karşılaştırma yapmak zorlaşmaktadır. Aynı zamanda dinamik sistemlerde statik (U-değeri gibi) değerlerin anlamları da azalmaktadır. Uyum gösteren sistemlerin karmaşık altyapısı da uygulanmasının önündeki zorluklardan biridir.

Güncel taleplerin değişmesi, teknolojik gelişmeler, kullanıcılarda değişimler, yönetmelik ve standartlardaki değişimler, çevresel değişimler bina kabuğu tasarımının ve işlevlerinin güncellenmesi ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Bu ihtiyaca çözüm üretebilmek adına bina kabuğu sistemleri çok işlevli ve uyum gösterme yeteneğine sahip yeni nesil yapı alt sistemlerine dönüşmekte, etki ettiği performans düzeyinin iyileştirilmesi için işlev, özellik ve davranış değiştirmektedir. Değişen durumlara uyum gösterme yeteneğine sahip olan bu sistemler çok çeşitli olup bu çalışmada gölgeleme elemanları ile sağlanan uyum, örnekler

üzerinden incelenmiştir. Gölgeleme elemanlarının sağladığı uyum ile ısıtma ve soğutma enerjisi talepleri düşürülmekte, aşırı ısınma, kamaşma gibi konfor koşullarını etkileyen sorunlara etkin çözümler üretilmektedir. Önceleri bu elemanların üretimi standart form ve ebatlarda olup, modüler uygulamalarda çoğunlukla görülmekteyken, dijital teknolojilerin tasarıma katılımı ile birlikte sınırlarını zorlama eğilimindedir. Gölgeleme elemanlarının entegrasyonu sonrası uyum gösterme yeteneğine sahip bina kabuklarının performansındaki iyileşme göz önünde bulundurulduğunda, karmaşık geometriler ve kıvrımlı yüzeyler üzerinde de uygulanabilen sistemlerin üretimi üzerine gidilmesi gereken bir alandır. Bina kabuklarının gelişmişlik özelliklerini anlamak ve bu doğrultuda yeni yaklaşımların değerlendirilmesi konusunda açık olmak mimar, mühendis ve araştırmacıların sürdürülebilir yapı çözümleri üretebilmesi yolunda oldukça önemlidir.

Kaynakça

- [1] European Commission. (2003). Indoor air pollution: new EU research reveals higher risks than previously thought. Retrieved from http://europa.eu/rapid/press-release_IP-03-1278_en.htm
- [2] Lang, W. (2012). Is it all “just” a facade? The functional energetic and structural aspects of the building skin. In C. Schittich (Ed.), *In detail: building skins* (pp. 28-30). Basel: Birkhäuser.
- [3] Wigginton, M., & Harris, J. (2002). *Intelligent skins*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- [4] Luible, A. (2014). Memorandum of understanding for the implementation of a European Concerted Research Action designated as COST Action TU1403: Adaptive Facades Network.
- [5] Loonen, R. C. G. M., Trčka, M., Cóstola, D., & Hensen, J. L. M. (2013). Climate adaptive building shells: state-of-the-art and future challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (25), 483-493. doi:10.1016/j.rser.2013.04.016
- [6] ArchDaily. (30 Jan 2015) SDU Campus Kolding / Henning Larsen Architects. Retrieved from <http://www.archdaily.com/590576/sdu-campus-kolding-henning-larsen-architects/>
- [7] Solla, I. F. (4 Dec 2010) ThyssenKrupp Quarter facades: a giant’s gentle skin. Retrieved from <http://facadesconfidential.blogspot.com.tr/2010/12/thyssenkrupp-quarter-facades-giants.html>

- [8] Wikipedia. Mashrabiya. Retrieved from
https://www.google.com.tr/search?q=Mashrabiya&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjf4OKw3sLWAhUQb1AKHb8OC08Q_AUICigB&biw=1536&bih=759#imgrc=GGI0oz-OuO3qqM
- [9] Arkitekture.al.(2015) Retrieved from
<http://www.amusingplanet.com/2015/11/al-bahar-towers-responsive-sun-shades.html>
- [10] Essay UK. Evaluation of Adaptive Facades: The case study of Al Bahr Towers in UAE. Retrieved from <http://www.essay.uk.com/essays/architecture/evaluation-adaptive-facades/>
- [11] Cilento, K. (5 Sep 2012) Al Bahar Towers Responsive Facade / Aedas. Retrieved from <http://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas/>

2. Paralel Oturum

Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Teknolojileri

Başkanlar:

Prof. Dr. M. Tahir ÖZDEN (Pîrî Reis Üniv.)
Prof. Dr. Erdal BALABAN (İstanbul Üniv.)
Prof. Dr. Oktay ÖZCAN (İstanbul Aydın Üniv.)

*"İşleriniz her zaman rast gitmeyebilir! Sabırlı olun...
Hak yerini mutlaka bulur."*

M. Oktay ALNIAK*
Çalıştay Başkanı

*Bildiri Kitabının sonundaki "Bilim İnsanları Hakkında" adlı yazıdan başlıklar.

ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ ELEKTRİK İLETKENLİK VE DİRENCİNİN ELEKTRİK SAYAÇLARINDA İNCELENMESİ

M. Oktay ALNIAK¹, İpek YAZICIOĞLU²

¹ Prof. Dr., Pîrî Reis Üniversitesi, 34490 Tuzla / İstanbul,
moalniak@pirireis.edu.tr

² Proje ve Ürün Yöneticisi, Biotekno A. Ş., Ataşehir / İstanbul,
ipekyazicioglu@gmail.com

Özet

Elektrik sayaçlarında enerji kayıplarının azaltılması önemlidir. Kullanılan malzemenin direnci nedeniyle sayaçlarda deformasyon meydana gelir ve enerji kaybı oluşur. Bunların meydana gelmesinin sebeplerinden birisi bağlantı terminallerinin iyi sıkılmaması ve zamanla terminallerin gevşemesidir. Bu çalışmada elektrik sayaçlarında enerji kayıplarının azaltılması için bazı metotlar denenmiştir.

Öncelikle alüminyum alaşımlarının deformasyon özellikleri incelenmiştir. 1000 serisi alüminyum alaşımına değişik zaman aralıklarında ve değişik kalınlıkta bakır kaplanmıştır. Bakır ile kaplanmış alüminyum tellerden sabit akım geçirilmiş ve bakır kalınlıklarına göre gerçekleşen enerji kayıpları ölçülmüştür.

İkinci method olarak, değişik torklarda sıkıştırılan terminallerden sabit akım geçirilmiş ve ölçülen dirençler mukayese edilmiştir. Akım sabit tutularak, tork artırılmış, tork arttıkça direncin azaldığı, tork azaldıkça direncin arttığı gözlemlenmiştir.

Böylece elektrik sayaçlarında kullanılan kablo ve terminal bağlantılarında tork sayısının önemli olduğu tespit edilmiştir. Daha çok sıkılan tellerde, tel ve terminalin birleşme yeri temas alanı genişlediği için bağlantı yerinde elektrik güç iletiminde direncin azaldığı müşahade edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Alüminyum alaşımlar, elektrik iletkenliği, elektrik direnci, elektrik sayaçları, sıkıştırma, tork.

Abstract

The energy lost in electric meter is an important issue to minimize. Due to the resistance of materials used in, material deformation and energy loss occurs in the electric meter. One of the reasons is not fully tightened screw terminals and is also relaxation of terminals over time. In this study, some methods for less energy loss on electric counters are tried.

Firstly, properties and deformation of the aluminium alloys was examined. Copper plating of the selected 1000 series aluminum alloys have been made. Aluminum alloys are coated with copper at different time intervals and different thicknesses. Constant current was passed through the copper-coated aluminum wires and the energy losses varying with copper thicknesses were measured.

As a second method, constant current is passed through the terminals clamped at different torques and the measured resistances are compared. By keeping the current constant, it was observed that the resistance decreased when the torque increased, and the resistance increased when the torque decreased.

Thus, it has been determined that the number of torques is important in cable and terminal connections used in electricity meters. It has been observed that in the case of more squeezed wires, the contact area of the junction of the wire and the terminal is widened so that the resistance in the transmission of electric power at the junction decreases.

Keywords: Aluminum alloys, electrical conductivity, electrical resistivity, electric counters, tightening, torque.

1. Introduction

Today, aluminium metal has the most widespread usage because of the advantages of mechanical properties after the steel alloy. Aluminum is ideal and the beginning of the most important features that make economical material; besides having the appropriate mechanical properties, low weight, is recyclable, and can be formatted easy workability, high electrical and thermal conductivity, such as lack of use due to its magnetic properties were widespread.

Although the electrical conductivity of copper is less than twice the weight of copper in the same enable more electric current. Sectional area of the wire in co weight aluminum wire, aluminum wire was higher than for more electrically conducting copper wire.

1.1. Aluminum Alloys in Different Areas in Türkiye

In manufacturing, various constructions, electrical industry, in the manufacture of conductors and vehicles has led to significant reduction of weight. Therefore, aluminium and alloys has found application in various branches of the construction industry to the automotive and electrical industries. Aluminium demand usually sectors that drive the automotive, aerospace industries are the aircraft. Especially aluminium and flat steel products are high-level needs of this sector. For this reason, balance supply and demand has changed in recent years [4].

As previously briefly mentioned, aluminium and aluminium alloys which are used with many advantages in almost all branches of the manufacturing industry. In particular, steel and copper, instead of using aluminium and its alloys (in the machine manufacturing industry, in the manufacture of various constructions and vehicles), there is provided a substantial reduction of the weight. Therefore, aluminium and alloys to the automotive industry, the construction sector has complied area is found in the various branches of the industry and has become an indispensable basic input status (Yıldırım, 2002).

1.2. Applications in The Electrical and Electronics Industry

An aluminium conductor is lighter than copper conductor because of its low density. Therefore, it is used in power transmission lines since 1930. In our country, "Türkiye's Electricity Agency" in the domestic power transmission and aluminium cables are used [5].

Both in the electricity transmission engine, generator, aluminium is used in various parts of the equipment, such as transformers. Aluminium is a highly conductive metal. Therefore, 10 percent of all aluminium use in Europe, the USA 9 percent and 7 percent in Japan is used in electrical and electronic industry. Aluminium is the most widely used in this area, electricity transmission lines. Steel reinforced aluminium conductors, has been the preferred material for high-voltage electric transmission lines only. Aluminium, in underground cable, are

widely used in the electrical conduit and the motor winding. Electronics, aluminum usage between, sachets, chip, transistors coolers, there are crates of data recording discs and electronic equipment [4].

Aluminium is the most widely used in this area, electricity transmission lines. Aluminium underground cable is also widely preferred in the electric motor winding pipe and with the technological advances made between the years 1950-1986, the amount of energy used for aluminium production decreased by 30 percent. Aluminium, where used, that saves more than time and again when the energy consumption is obtained and can be reused indefinitely "energy bank" in their roofs [3].

1.3. Engineering Applications

Oil, rubber, textiles, paper, belonging to the industrial sector such as aluminium is widely used in coal mine machinery and equipment. Machine elements applications, high strength / weight ratio, corrosion resistance and ease of processing is superior properties of aluminium. Because of its lightness, and it is possible manipulation of large single pieces. Thanks to precise tolerances ease of processing, it is possible to make large parts of the standard unit. Production of complex parts in cross-section, aluminium extrusion provides great advantages. Gear boxes, engine blocks and cylinder heads made of aluminium casting with ease. The use of aluminium in the final application in the crankshaft bearings has enabled the longevity of these parts [4].

1.4. Applications in High-Voltage Lines

Aluminium is the third most abundant element on earth after oxygen and silicium. Today, in many countries power transmission lines from aluminium, copper instead of aluminium for all elements of the transmission and distribution system, there are many reasons to be regarded as the main conductive material. Aluminium is lighter than copper, the density of aluminium is approximately 30 percent copper. In particular, the lightness of the air line is a very important pillar structure; because heavy conductors, shows the need for heavy post structure. In addition, the transportation of aluminium conductors, processing and assembly is easier than heavy copper conductors. Aluminium is lightweight, offers many advantages compared to the heavy copper conductors [2].

Such conductors; specific diameter aluminium wire if the wire tow or all-in-one twisting or bending is manufactured composite structures of two different materials together. They can be classified as being produced and shaped by those not formed [1].

2. 1000 Series Coating of Aluminum Alloy Copper

1000 series aluminium alloys in 8 separate step for the copper plating bath is made of the process.

Bathroom process was performed to prepare test cleaned aluminium alloy. Cleaning is important for the coating of aluminium alloy. Because the electrical resistance measurements in experiments which will be coated should be positively influenced happen to be made from any material. Thus aluminium alloy is subjected to the bathroom preparing to test eight different step process. During this process, the process of bathrooms process is very important. To get the best results should be thoroughly cleaned of aluminium alloy. Applied to its different operations are as follows:

Ultrasonic Hot Degreaser, 2. Rinse Bath, 3. Electric Cleaning, 4. Rinse Bath, 5. Zincates Bath, 6. Rinse Bath, 7. Cyanide Copper Bath.

Step 1: Ultrasonic Hot Degreaser

Aluminium alloy of the surface cleaning is done with hot chemicals. This applies for the removal of the oil layer formed on aluminum. 10 minutes in the pool where the hot wire chemical is suspended.

Degreasing surface treatment is the first and most important stage of the process. Oil, which is used to cut the metal reacts with air. The oil of the tasks is to prevent corrosion of metal cut out of contact with atmospheric oxygen. The same oil, makes it impossible to make the phosphatizing and chromating process. That's why oil supplies should be made free of dirt and rust.

Ultrasonic degreasing works with sound vibration. By moving parts of the oil and chemical cleaning it enables more comfortable with the sound vibration. Important parameters to be considered in the degreasing bath temperature, duration, total alkalinity, total acid, concentration and pressure.

Step 2: Rinse Bath

After ultrasonic hot degreasing aluminum alloy wires cleaned by removing immersed in the bath where the pure water. This process is made of aluminum alloy in order to keep any chemical substance on the wire.

Rinsing for cleaning the surface of the alloy hot chemicals used in the ultrasonic receiving hot oil is carried. Thus, the remains of the cleaning is not done in the first step with this rinse.

The rinsing will be carried out after each step. Thus, the ruins will be destroyed after each transaction.

Fat layers on aluminum alloy was cleaned thereby cleaning the used chemicals. Which is inserted into a vacuum cleaning alloys rested ready for the next step.

Step 3: Electric Cleaning

Alkali metals such as alkaline degreasing cleaning solutions are the basic solution used in the cleaning power. Of course, the solution composition is not exactly the same. Electric current through the solution using a piece to be cleaned is passed through the anode or cathode.

Cathodic or even cleaning the cleaning part will be used as the cathode in an alkaline solution. Consequently, a significant amount of hydrogen gas into small bubbles in its surface is formed. This helps to clean by scrubbing and bubbles on the surface of the mixing effect.

The cleaning is carried out with anodic anode part or the reverse flow to be cleaned. Here the surface of a certain percentage of mixing a gas composition (oxygen) are but formed the amount of gas is lower (the water content is in the form of H₂ O₂ contains hydrogen for 1 oxygen, so hydrogen releasing oxygen half). This gas will be direct chemical effect on the metal surfaces are cleaned with the formation behaving like that because part of the anode and cathode from the anode previously coated metal dissolves as you learn. In this film electro-chemical metal surface useful in some cases such effects are present. This kind of cleaning aids in removal of the film layer. On the other hand sensitive metals such as brass cleaner it is cleaned in the most adverse and tingling occur because of poor staining. Similarly, the nickel as a metal that can easily be passivated anodic cleaning should not be applied.

Second cleaning process is applied to the surfaces of aluminum alloy by an electric current. Aluminum alloy wires are held in this bath for 10 minutes.

Step 4: Rinse Bath

Electric cleaning bath is then passed through the aluminum alloy wires baths. Electric residue formed during cleaning are cleaned by the rinsing process. Thus it is reached the vacuum cleaning purposes. Alloy cleanliness is important, as initially called. Thus each step is reinforced by rinsing bath.

Step 5: Zincates Bath

Copper plating process before the surface of the aluminum alloy wire, zincate bath is used to prepare the coating. This process results in bright aluminum alloy becomes uneven surface of the wire is broken. Rough surface coating clings becoming better.

Step 6: Rinse Bath

This rinsing step is repeated 2 times. Zincates bath of the aluminium alloy wires in through the rinse bath of 2 times prepared to copper plating.

Step 7: Cyanide Copper Bath

Extremely smooth copper coatings which have a uniform fine grain texture may be performed in a cyanide-based bath. High current density. Depth distribution is high. After the coating suffers from discoloration made to react with oxygen in the air are oxidized to copper metal coated with a protective layer of lacquer to prevent it.

Electrical current is contained in the copper bath in the anode cathode plate method is carried out by coating. This bath should be 35 degrees.

Wires for copper plating bath is maintained at different times in different thicknesses. Copper wire prepared for the experiment 5, 10, 15 and is maintained in bath 20 minutes.

In this way it is made ready for the second part of the test coated alloy. Measuring terminals for making coated copper alloy to be compressed ile the cleaning process has ended.

3. 1000 Series Aluminum Alloy Coated Copper Wire and Aluminum Alloy Different Thicknesses of Electric Current and Voltage Wire Torque Measurement and Tests

1000 series aluminum alloy wires coated with copper wires and contact surfaces enhanced resistance testing with current and voltage of Tallinn measurement is made.

Test Setup: The prototype consists of terminals and wire holder, electrical supply, data acquisition machine, 1000 series Al alloy wire, copper clad 1000 series Al alloy wire, brass terminals



Figure 1. Data Retrieval Machines

Data acquisition machine, DasyLab data acquisition program installed is connected to the computer. This computer is also connected to the power source.

Prototype placed wires attached to the holder terminals and 3.8 Amp current passing through the resistance is measured. Then the same process is performed for copper wires.



Figure 2. Fitted with Terminals 1000 series Aluminum Alloy Wire

Test method: The aluminum alloy wire resistance measurement by measuring current and voltage.

Table 1. Data of Experiment for Aluminium Alloys Coated Copper

	1000 Series Al Alloy	Al alloy coated copper bath for 5 minutes on hold	Al alloy coated copper held for 10 minutes in the bathroom	Al alloy coated copper bath for 15 minutes on hold	Al alloy coated copper bath for 20 minutes on hold
Current (A)	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Voltage (mV)	3,5891	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009
Resistance (μohm)	90,017	-	-	-	-

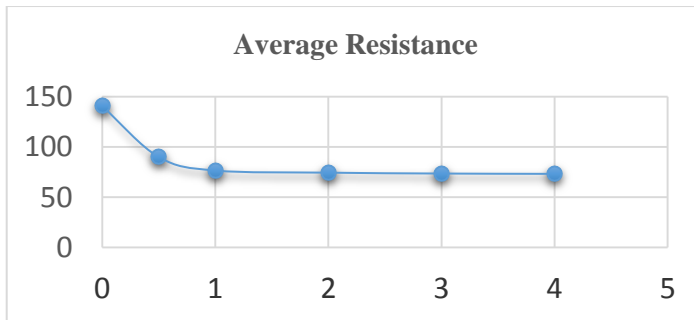


Figure 3. Graphical Representation of Data of Experiment for Aluminium Alloys Coated Copper

In the second part of the experiment it was carried out by description torque measurement.

1000 series of 2,5 mm thick attached to the terminal screws tightened wire resistance measurements were made at different torque.

First, compressed with both terminals 1 torque rotating screws, and then one end fixed while the other end of the compression measurements have been made by varying amounts.

VR2 terminal screws are tightened with the Bosch brand electric screwdriver.

Table 2. Data of Torque Experiment for the One Screw

	Manually (loose)	Manually (tight)	Electric Screwdriver (Torque 1 Nm – Both screws)	Electric Screwdriver (Torque 2 Nm – 1 screw)	Electric Screwdriver (Torque 3 Nm – 1 screw)	Electric Screwdriver (Torque 4 Nm – 1 screw)
Current (A)	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Voltage (mV)	3,5891	3,5891	3,5891	3,5891	-3,5891	3,5891
Resistance (μohm)	140,6	90,01	76,5	74,4	73,5	73,2

And also tightening the terminal screws held constant measurements were taken at different torque.

Table 3. Data of Torque Experiment for the Other Screw

	Electric Screwdriver (Torque 2 Nm)	Electric Screwdriver (Torque 3 Nm)	Electric Screwdriver (Torque 4 Nm)
Current (A)	3,98	3,98	3,98
Voltage (mV)	3,5891	3,5891	3,5891
Resistance (μohm)	71,9	71,8	71,8

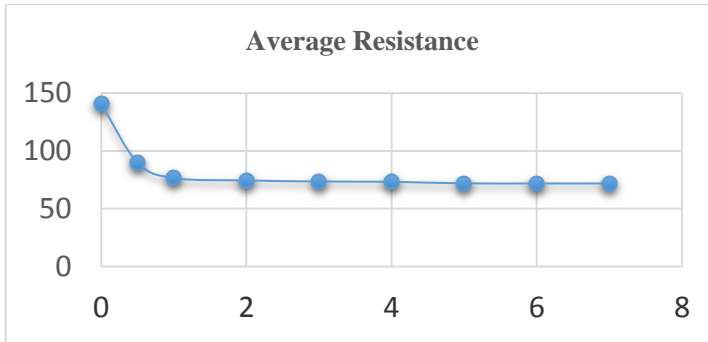


Figure 4. Graphical Representation of Data of Experiment for Torque Experiment

Graphic shows that resistance decreased by 51 percent.

4. Experimental Materials and Methods

After the 1000 series aluminum alloy have been subjected to some cleaning process in the assay test are coated with copper. In addition, aluminum wire was passed through tubes made of copper. This copper alloy wire coated with compressed power source and an electric current which is passed through the aluminum wire terminals copper tube is fitted. The result of this test result was followed by thermal cameras. These results were observed through fetch machine. Experimental Materials: The prototype consists of terminals and wire holder, electrical supply, data acquisition machine, 1000 series Al alloy wire, copper clad 1000 Al alloy wire, brass terminals. Arcing due to conductivity and copper clad aluminum alloy wire using these materials in the assay are intended to prohibit not give rise to sparking and fire disaster due to low. In the second part of the experiment it was carried out by description torque measurement. 1000 series of 2,5 mm thick attached to the terminal screws tightened wire resistance measurements were made at different torque. First, compressed with both terminals 1 torque rotating screws, and then one end fixed while the other end of the compression measurements have been made by varying amounts. Test method: The aluminum alloy wire resistance measurement by measuring current and voltage.

5. Results

In this study, depending on the amount of material or counter bored electrical terminal with spark and cause a fire in the electrical wire and installation time alternative methods have been tried. This is why aluminum alloys electricity transmission by examining the well-studied aluminum alloys and other alloys according to the 1000 series of electrical transmission was observed to be better. Alternatively 1000 series aluminum alloy material is preselected, and via copper wires coated with the aim of increasing the electric current surface. Different thickness aimed transmitting good copper surface coated with aluminum alloy wire width is increased and the reduction of copper wire resistance is a good conductor of electric current.

The experiments are observed to show extreme resistance of the copper clad aluminum alloy. The minimum time held on the copper plating bath (5 min) is stripped in a simple manner the coating on the aluminum alloy, it is determined not to hold onto the wire. Aluminum alloy snag on the wire up (etching) to conduct copper plating after the procedure is not appropriate, prevented the passage of this process aluminum wire with copper in the air space and aluminum air contact causes the electric current to be on the surface of the oxide layer. As a result of these experiments, it was determined that the aluminum alloy was not suitable for copper plating by etching. Torque test was performed on the same aluminum wire in the second experiment. Terminal screws for securing the two ends of the wire are made of wires of different resistance measurement of tightening torque. As a result of tightening of the screws with more torque and compression resistance of the wire it was observed to fall. To reduce the resistance of the wire with terminals of spraying over the results of this experiment and it was found that a good conductor of electric current. The wire used for electricity meters in the experiment, found in the attached terminals at the ends of the screws will be tightened to reduce the wire resistance and thereby reaching more power to be transmitted along with a good result would be an increase of energy. Tightening of the wire holding more terminals, in time to prevent arcing of the wire can be prevented and the consequences that can occur with the arc spark and cause a fire due to wire screws loosened over time has been reached.

6. Conclusions

General properties of the aluminium during the first part of this study were investigated. Often encountered in electrical transmission function due to a conductive material is an aluminium material. Other section consists of aluminium alloy and classified. The second section was created in order to learn more about aluminium alloys used in the experiment. It was also in the copper and conductivity study. Copper and copper plating is studied by detailed information on aluminium alloys. The material used in the experiment has found itself a place in literature. In areas where Türkiye has been giving importance for these materials in the last term. There is a wide range of applications of aluminium and copper. Both low cost and enables them to be selected to be both conductors. Thus it was terminated in this way in the literature. In the experimental part 1000 series alloy coated with copper and copper it has also performed some measurements forming a tube. This is done by measuring the electrical resistance is not the desired result in raising disaster. Compressed and heat resistance copper alloy tube clamps with copper plating was measured. The results are compatible with the intended measure. Better conduction of electricity is provided by the better mounting of the wire and the terminals. Periodic control of counters is useful. These controls can be made during electricity usage measurements. Technical precautions of mounting the connected parts of electric counters can be controlled periodically as safety rules.

Acknowledgement

Authors thank Yıldız Technical University Engineering Faculty Electric Laboratories' authorizations for the help of experimental works.

References

- [1] Karabay, S., Taşçı, Y., & Yılmaz, M. (2005). Isıya dayanıklı Al-Zr alaşımlı iletkenlerin teknik karakteristikleri ve geleneksel iletkenlerle karşılaştırılması. *Mühendis ve Makina - Cilt: 46 Sayı: 540*.
- [2] <http://www.butunsinavlar.com/havai-enerji-hat-iletkenleri.html> adresinden alınmıştır.

- [3] Kılıç, N. (2003). Bol ve kullanışlı bir madde: Alüminyum. *A&G Bülten Araştırma ve Meslekleri Geliştirme Müdürlüğü*.
- [4] Şafak, A. (2011). *Uçak endüstrisinde kullanılan alüminyum alaşımlarının elektrik direnç nokta kaynak yöntemi ile birleştirilmesi ve mekanik özelliklerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [5] Zeren, M. (2012). *Demir dışı düşük sıcaklık metal ve alaşımları*. Ders notları. <https://docplayer.biz.tr/11000756-Demir-disi-dusuk-sicaklik-metal-ve-alasimlari.html> adresinden erişilebilir.

SÜPER BİLGİSAYARLARLA YÜKSEK PERFORMANSLI VE VERİMLİ HESAPLAMA

Cenk ATLIĞ*

Yrd. Doç. Dr., Trakya Üniversitesi, cenkatlig@gmail.com

Özet

Bilgisayar sistemleri belirli bir veri seti üzerinde yapılması istenen işlemleri yerine getirir. Bilgisayarlar veri işleme konusunda her ne kadar gelişme kaydetmeler de, belirli bir zaman sınırı olan ya da çok fazla veriye sahip işlemler için standart bilgisayarlar yetersiz kalmaktadır. İşlenmesi gereken verinin miktarı her geçen gün hızla arttığı dikkate alındığında, gelişmiş bilgisayarlara ihtiyaç artmaktadır. Örneğin, büyük veri ismi ile anılan ve gerek internet üzerindeki kaynaklardan, gerekse de nesnelere veri takip eden sistemlerin büyük ölçekli veri işleme yeteneğine sahip olması gereklidir. Hem sosyal olayların hızlı analizi, finansal gelişmeler, hem de hava durumu tahmini, ilaç sanayi, uzay sanayi gibi çok yüksek verinin, en kısa zamanda işlenmesi gereken durumlarda yüksek performanslı hesaplama kullanımı önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye ve Dünya'daki yüksek performanslı hesaplama merkezleri hakkında bilgi verilip, kullanılan çeşitli yüksek performanslı hesaplama yöntemleri üzerinde durulacaktır. Yüksek performanslı hesaplamada önemli yeri olan bulut sistemleri hakkında örnek bir sistem incelenecektir.

Anahtar Sözcükler: Yüksek performanslı hesaplama, süper bilgisayarlar, büyük veri.

**Son anda yaşanan bir sağlık sorunu nedeniyle bildiri sunulamamıştır.*

AKILLI ŞEHİRLER VE AB AKILLI ŞEHİR ÖRNEKLERİ

M. Ünal AZAKLIOĞULLARI

*Nükleer Mühendis, Danışman (Enerji – Akıllı Şehirler),
uazakliogullari@gmail.com*

Özet

Günümüzde; şehir yaşamında toplumun her kesiminden yaşayanları ilgilendiren , “Akıllı Şehir”lerin oluşumuna temel olan ihtiyaçlar;

- Şehrin (yörenin) zekâsını-algılama gücünü (kablolama-sinyal algılayıcılar) ve çeşitli uygulamalarını oluşturma,
- Şehre (yöreye) yönelik yönetim bilgi-hizmet ve karar destek sistemlerinin uygulamaları ile ortaya konulması,
- Şehrin (yörenin) yakın-uzak geleceği ile ilgili hedeflerini ve çeşitli özelliklerini belirleyerek ortak akıl potansiyelini yaratacak ve bunu şehrin her kesiminin ekonomik, sosyal-kültürel yaşamına yansıtacak ortamı ve organizasyonu ve iş paylaşımını oluşturmayı kapsadığı görülmektedir.

Bu bildiride; yakın gelecekte teknolojik ve uygulama öngörülerinden hareketle, dünyadaki akıllı şehirler, AB Ülkeleri Akıllı Şehirler Birliği ve stratejik hedefleri konu edilerek, içinde yaşanılan çevrenin akıllı olma ihtiyacının ortaya çıkışı, fiziksel altyapının oluşturulması, şehir (yöre) yönetim ve hizmet bilgi ile karar destek sistemleri ile ortak akıl potansiyelinin harekete geçirilmesi, şehri (yöreyi) modelleme – projelendirme ile sonuçta ortaya çıkan yararlar ifade edilmektedir.

Anahtar Sözcükler: akıllı şehir(yöre), akıllı şehir AB örnekleri.

1. Giriş

Toplum içinde yaşam esnasında fertlerin yaşama yaklaşımları çeşitli farklılıklar göstermektedir. Bunların ilkinde; geçmiş ile bağlarını bir türlü değiştiremeyen veya geliştiremeyen, hâlâ geçmişte yaşayanlar, ikincisinde;

geçmişini unutan ve yalnızca bugünü yaşayanlar, sonuncusunda ise; geçmişini hatırlayan, günü yaşayan ve geleceği planlayanlar bulunmaktadır. Buna bağlı olarak da; günümüz yaşamına teknoloji ve uygulamalarının çeşitli alanlarına getirdiği değişim ve kolaylıklar baş döndürücü bir hızla yayılmaktadır. Örneğin; yalnız sağlık alanında insan gen yapısı ile beyin çalışma şeklinin çok gelişmiş bir bilişim ağına benzediği ortaya konmaktadır [1]. Yaşamın akla gelebilecek her alanında – sağlık, ekonomi, sanat, kültür ve çeşitli alanlarda kullanılan tasarımlar, malzemeler, vb. uygulamalarda – her şeyin akıllı olması söz konusu olmaktadır [2]. Yaşamımıza girmeye başlayan akıllı sürücüsüz araçlar ve bisikletlerden başlayarak, tıkalı damar yollarını açmaya yarayan nano boyuttaki robotlar, insansız hava araçları (drone), ambulans ağları, akıllı yüzükler ile kişisel sağlık yönetimi, akıllı ev yönetim sistemleri vasıtasıyla uzaktan tuşlama ile evimizin bütün her tarafını yönetme, akıllı hayvancılık ve tarımsal uygulamalar vasıtasıyla özellikle süt verimi ve sağlığı – açık havada otlama hâlindeki ineklerde ayağa takılan algılayıcı ile adım sayısı, boyuna takılan algılayıcı ile sindirim ve süte dönüşüm süreci, kulağa takılan algılayıcı ile kızışma zamanının belirlenmesi mümkün olmaktadır. Bu uygulama örneklerini yaşamın her alanı için oldukça fazla artırmak söz konusudur.

2. Gelecek Öngörülleri

Hâlen dünyamızda OECD öngörülerine göre 7,1 milyar civarında bir nüfus yaşamaktadır. Buna bağlı olarak önümüzdeki 10 yıl içinde 700 milyon insanın şehirlerde yaşayacağı ve 2025 yılında da nüfusu bir milyonu aşacak 100 tane yeni şehir oluşacağı öngörülmektedir.

Günümüzde internet kullanıcısı sayısı 3 milyarı geçmektedir. Bunun uzantısında internet bir veri - bilgi otoyolundan, sanayii değiştiren bir platforma (kısaca bir süredir kullanılan adı ile endüstri-4.0) dönüşmektedir.

Doğal olarak bunun sonucu da, günümüzde akıllı şehirleri; bilişim ve diğer teknolojik uygulamaların toplum üzerinde yarattığı ekonomik, sosyal ve kültürel değerleri ile en büyük yarış alanları hâline getirmektedir.

2.1. Günümüzde Gözükmeye Başlayan Bazı Sonuçlar

Bu gelişmelerin ışığında hâlen çeşitli topluluklarda gözükmeye başlayan sonuçlar için bazı örnekleri sıralayalım:

- 1998 'de KODAK firması dünyada 170.000 çalışanı ile dünyadaki fotoğraf kâğıtları ticaretinde % 85 pay sahibi iken, bugün şirket çok küçülmüş ve neredeyse batma noktasına gelmiştir.
- Uluslararası çalışan UBER şirketinin tek bir otomobilinin olmamasına rağmen, dünyanın en büyük taksi şirketi olmasının izahı, klasik yaklaşımlarla yapılamamaktadır.
- Yine AirBnB; firmasının; herhangi binası, oteli, motelinin olmamasına rağmen, dünyanın en büyük otel işletmecisi olması kolay izah edilememektedir.
- IBM firmasının geliştirdiği Watson Programı; çok karmaşık olmayan hukuki konularda gerekli öneri veya çözüm yollarını saniyeler içinde ve % 90 doğrulukla verdiği belirtilmektedir.
- Aynı işlemin avukatlar vasıtasıyla yapılması hâlinde, doğruluk oranının en fazla % 70 olduğu belirtilmektedir.
- İnsan yüzünü tanıma sistemleri vasıtasıyla, 2030'da bilgisayarların insandan daha akıllı hâle geleceği ifade edilmektedir.
- 2020'li yıllarda kişilerin özel bir araca gereksinimlerinin kalmayacağı, bir telefonla aracın kapınıza gelerek sizin kullanımınıza hazır olacağı, araç park alanlarının yeşil alanlara dönüşeceği belirtilmektedir.
- Dünyada meydana gelen trafik kazalarında yılda 1,2 milyon kişinin hayatını kaybettiği, akıllı sürücüsüz araçlar ile trafik kazalarının zamanla azalacağı, bunun uzantısında araç sigorta şirketlerinin işlev ve sayılarının çok azalacağı, 2020'li yıllarda araçların elektrik ile çalışması ile çevre ve yaşam yerleri ile su kaynaklarının daha temiz kalacağı öngörülmektedir.
- Güneş enerjisi panellerinin daha verimli ve rekabet edebilir düzeyde ucuzlaması ile ısıtma – soğutma sistemlerinin güneş enerjisinin kullanılması ve kömür kullanımının da 2025 yılına kadar en düşük düzeye ineceği ifade edilmektedir.
- Tricorder X vasıtasıyla retina taraması sonucu, analiz için kan ve nefes örneği alıp 54 değişik test yapılması ve sonuçta hastalığın çok kısa sürede kesin teşhisinin yapılabileceği belirtilmektedir.

- Hâlen günümüzde üç boyutlu, çizim ve baskı yapılabilir ve bu sayede her türlü parça, ayakkabı, mobilya, tekstil tasarımı; kişiye veya kuruluşa özel-butik çözüm için kullanılmaktadır.
- Bütün bu gelişmelerin en çarpıcı sonucu ise; bugünkü çalışma alanlarındaki mesleklerin (işlerin), gelecek yirmi yıl içinde % 70 - 80 oranında ortadan kalkacağı ifade edilmektedir.

Bu gelişmelere paralel olarak; dünyada ve özellikle AB ülkelerinde bilişim teknolojisinin ve uygulamalarının gelişimine bağlı çalışmalar vasıtasıyla; hem içinde yaşanılan toplumun veya şehrin (yörenin) ekonomik, sosyal-kültürel seviyelerini artırma ve hem de şehirde (yörede) ortaya çıkan genç işsizlik sorununu; yapılan bir organizasyonla, şehirlerini güncel teknolojilerin kullanıldığı, “Akıllı Yaşam Alanları (Şehirler-Yörelere)” hâline getirmekte ve bunun getirdiği yeni iş imkânlarını kullanarak çözmektedir. Günümüzde “Akıllı Şehir”leri oluşturmak, gerek AB ülkeleri içinde ve gerekse Çin, Hindistan, vb. ülkelerde, gençlerin önünü açmak için en büyük fırsat olarak nitelenmektedir. Konu ile ilgili olarak; AB ülkeleri içinden bazı şehir örnekleri verilmekte ve Çin ile Hindistan’daki gayretler dile getirilmektedir.

3. Dünyada Akıllı Şehirler



Şekil 1. Ülkelerdeki Akıllı Şehirler

Dünyada yaklaşık 1500 akıllı şehir bulunmaktadır. Bunun 193 tanesi Çin’dir [3]. Geri kalanı ABD, AB ve Asya ülkelerinde bulunmaktadır.

Hindistan Aralık-2015 itibarıyla 100 akıllı şehir oluşturmak için 480 milyon \$ ayırmıştır [4].

Dünya iş konseyi küresel bilgi ağına ülkemiz de dâhil 67 ülke bağlı olup, tekli veya çoklu iş bağlantıları ile ticari ilişkiler sürdürülmektedir [5].

1986 Yılında kurulan AB şehirleri bilgi ağında 35 ülkeden, nüfusu 250.000 den fazla olan 130 üye şehir bulunmaktadır [6].

3.1. AB 2014 -2020 Stratejik Hedefleri

Avrupa Birliği 2014 – 2020 yılları arasında, akıllı şehirler aracılığıyla uygulanmak üzere;

- Tek elektronik pazar (e – pazar),
- Enerji birliği,
- Yenilik yaratma (inovasyon)
50’ den fazla şehirde yenilik yaratma ve geliştirme ortamı yaratmak,
Bölgesel yenilik yaratma kümeleri arasında iş birliği sağlamak,

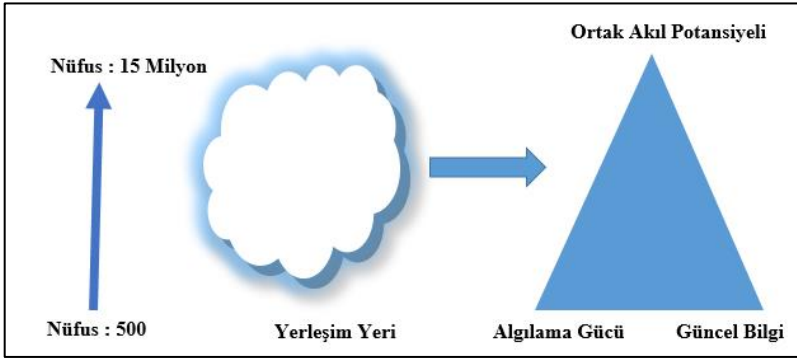
Ana ve alt hedeflerini, bu başlıklar altında belirleyerek akıllı şehirlerin ekonomiye katkılarını toplumun bütününe yaymaktadır [7, 8]. Gelişmeyi hızlandırmak üzere 19 ülkeden 75 ortaklı ve 19 şehir ile yöre birlikte tam anlamıyla iş birliğine odaklanmış özel bir topluluk kurulmuştur.

4. Yaşam Çevresinin Akıllı Olma İhtiyacı

Yukarıda çeşitli ülke ve toplumların, özellikle bilişim teknolojilerinin yaşama getirdiği kolaylıklar ve katkılarının kullanılması ile oluşturdukları akıllı şehirler vasıtasıyla toplumda yaşamı daha kolaylaştırma, sosyal-kültürel değerleri artırma ve istihdamı artırarak teknolojiyi kullanan genç iş gücünün toplumun yararına nasıl kullanılacağını gösteren örnekler verilmektedir.

Ancak; hâlen ülkemiz şehirleri yönetimlerinin “Akıllı Şehir” kavramı üzerinde, yönetici kişilerin vizyonlarına bağlı olarak, uygulamalardan anladıkları konu ve esaslar çok farklılıklar göstermekte ve çeşitli eksiklikleri içermektedir.

Buna bağlı olarak da; “Akıllı Şehir” alanındaki bu eksiklikleri giderme ve şehirlerimizi günümüz batı standartlarına yakınlaştırma yönünde, her alanda günümüz teknolojilerini kullanmaya yatkın, yetişen/yetişmekte olan gençler için çok büyük oranda iş yapmak ve çalışma imkânları bulunmaktadır. Sonuçta da; hem içinde yaşanılan toplumun veya şehrin (yörenin) ekonomik, sosyal-kültürel seviyesinin artışı ortaya çıkmakta ve hem de genç iş gücü için istihdam yaratılarak bu gücün toplumun yararına yansıtılması sağlanmaktadır. Bu iş birliğini sağlamak için de;



modeli kullanılarak yerleşim yerinin nüfus yoğunluğu ve yerleşim özellikleri de dikkate alınarak şehrin algılama gücü - fiziksel altyapısı (kablolama – sinyalizasyon), güncel bilgi yapısı (yönetim, hizmet, karar destek programları ve hizmet altyapısı) incelenerek ortak akıl potansiyelinin oluşturulması gerekmektedir.

En basit tanımı ile akıllı şehir; şehrin (yörenin) ve insanların gelecekte de sürdürülebilir refaha ulaşmasını sağlayacak şekilde; bilişim sistemlerinin kullanılması ile güncel teknolojik uygulamaların, insan potansiyeli ile birlikte şehir (yöre) ortamında etkin olarak bir araya getirilmesi ve bu amaçla gerekli organizasyonun kurulmasıdır (Ortak Akıl Platformu). Akıllı şehrin temel unsurları ise; insan potansiyeli haricinde şehir (yöre) büyüklüğüne bağlı olarak; her türlü doğal ve enerji kaynakları (su, rüzgar, güneş, vb.), iletişim ve ulaşım kaynakları, çevre ve sosyal-kültürel ve ekonomik altyapı sistemleridir.

4.1. Akıllı Şehir Projelendirme

Akıllı şehire başlangıç için şehrin algılama gücü - fiziksel altyapısı (kablolu - sinyalizasyon) için ihtiyaçlar ve önceliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Ardından kablolu ve internet erişimleri ile şehir fiziki yapısına uygun algılayıcılar ve tetikleyicilerin bağlantılarının kurulması ve ortak IP altyapısına bağlantıların kurulması gerekmektedir. Sonraki adımda ise şehirde kullanılan bilgi (yönetim, hizmet, karar destek programları ve hizmet altyapısı) sistemleri incelenerek ihtiyaç ve öncelikler belirlenecektir. Bu amaçla; fiziksel altyapı yönetim sistemleri (elektrik, su, enerji, kanalizasyon, yol vb.), hizmet yönetim sistemleri (yöre insanına yönelik hizmetler, çağrı merkezleri, coğrafi bilgiler, trafik, park ve bahçeler vb.), idari ve mali yapı yönetim sistemleri (çalışan insan, mali kaynaklar, iş organizasyonu, vb.), karar destek sistemleri ve organizasyon yapıları (yapılacak işler, öncelikler, hedefler, stratejiler vb.) incelenmelidir.

Sonraki adımda ise; göz önüne alınan şehir (yöre) için ortak akıl potansiyelinin oluşturulması gerekmektedir. Bu amaçla ortak akıl platformunun kullanacağı ortak niteliklerin; hedef odaklı - yaratıcı, şeffaf, esnek, koruyucu ve katkı yapanları dışlamayan temel özellikleri ile açık bağlantı, açık veri, açık iş birliği ve açık yenilik yaratmaya uygun kişilerin beraber çalışma ortamını (fiziki mekân olması gerekmez) yaratmak gerekmektedir [9].

Bir şehirde (yörede) karşılaşılan en temel sorunlar; şehrin büyümesi (nüfus artışı), buna karşın ekonominin büyümesi veya küçülmesi, rekabet ortamının artması (yatırım ve nitelikli iş gücü alanlarında rekabet), dış pazarlara açılmak, yurttaşların yüksek standartlı yaşam beklentileri, sürdürülebilirlik (yerel kirlilik ve hava-su kalitesi ile doğal kaynakların azalması) ve nihayet altyapının yaşlanması (yaşam süresinin artışı) gibi sebeplerdir.

Bunlara uygun çözüm için yol haritasının da; SWOT (Güçlü-Zayıf Yanlar, Fırsatlar-Tehditler) analizi, hedef analizi, finansman kaynaklarının yaratılması (yerel ve özel kaynaklar), akıllı şehire giden yolda strateji ve planlama, strateji ve planlamaya uygun dijital ağ platformlarının oluşturulması (platformların yönetimi, iş - zaman - kaynak yönetimi) çalışmaları ile tamamlanması gerekmektedir.

5. Akıllı Şehir Modeli: Çorlu [10, 11]

Bu çalışmada model olarak sunulan Çorlu; Tekirdağ iline bağlı, 320.000 nüfusu ile Trakya'nın ortasında, Balkanlar'a açılan yol üzerinde, hem büyük ve çok sayıda sanayi tesisleri ile geniş tarım alanlarını barındıran, hem de eğitim ve kültür düzeyi oldukça yüksek konumdadır. Buna bağlı olarak çeşitli yönleri incelendiğinde aşağıdaki özellikler ortaya çıkmaktadır.

5.1. Gereksinimler ve Gereçekler

Yerleşim çevresi nüfus artışı (sanayi çevresi ile nüfusun hızlı artışı), ekonomik ve sosyal yaşam sorunları (ulaşım, su-enerji kaynakları kullanımı, çevre kirliliği, ekonomik şartların kötüleşmesi, sağlık sorunları, suç oranlarının artışı), yaşam çevresi altyapısının zamanla yetersiz kalmasıdır (yöre altyapısının zamanla yetersizliği, yeni yatırımların büyüklüğü, atıkların bertaraf edilmesi).

5.2. Avantajlar ve Hedefler

Yerleşim ve iş çevresi - potansiyeli (Trakya'nın ortasında İstanbul'a ve Balkanlara açılan yol, zengin - geniş tarım alanları, çevresi ile büyük sanayi kuruluşları, yetişmiş/yetişmekte olan zengin insan potansiyeli, gençlerin teknoloji kullanımına yatkınlığı - becerisi, Çorlu'da havaalanı ve mühendislik fakültesi (NKÜ'nin bulunması) avantajlar olarak gözükmektedir.

Hedefler ise yeni üniversite (özellikle teknoloji) kurulması (Çorlu TSO), fuar ve sergi alanları kurulması, teknoparkın geliştirilmesi – genişletilmesi, yeni teknolojik alanlara (uçak, nükleer vb.) olan ilgi şeklinde özetlenmektedir.

5.3. Ortak Akıl Platformu

Çeşitli örneklerdeki gibi organizasyonlara benzer bir yapılanma ile; alanlarında yetişmiş, belli bilgi-çevre birikimini barındıran, topluma, özellikle gençlerin önünü açmak için bilgi-tecrübe birikimlerini aktarmak isteyen, yörede yaşayan bireyler ve belediye, ticaret ve sanayi odası, üniversite ve çeşitli sivil toplum kuruluşlarından oluşan ortak akıl ortamıdır.

6. Sonuç

Akıllı şehrin oluşturulması ile ortaya çıkan yarar ve kazançları toplumun çeşitli kesimleri açısından ortaya koymak gerekirse, bu yarar ve kazançlar aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

- Şehrin (yörenin) sosyal-ekonomik kalkınması açısından (Genç beyinlerin platforma entegrasyonu ile bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkin kullanımı ve yeni iş çeşitleri ile imkânlarının artışı, yurt içi – yurt dışı iş bağlantı imkânlarının artışı, ekonomik ve sosyal-kültürel yaşam kalitesinin artışı, genç iş gücüne güven, iş fırsatları ve istihdam yaratma, iş alanlarında enerji ve su kaynaklarının yönetimi – etkin verimi),
- Gençlere iş fırsatları açısından (Teknolojiyi kullanarak platforma katılım, güven artışı, eğitim ve kendini geliştirme kalitesinin artışı, yurt içi – yurt dışı yeni iş imkânları ve çevrelerini tanıma, topluma ve çevreye duyarlılık, yöreyi benimseme, yenilikçi ve gelişmeye açık yörede çalışma algısı – güveni, şehir [yöre] yönetimine katılım),
- Yöre belediyesi açısından (Bütünüyle yönetim ve hizmet bilgi sistemi altyapısı, hizmete yönelik bilgiye dayalı stratejik planlama, mali – idari kaynakların ve ihtiyaçların organizasyonu, hizmet önceliklerinin belirlenmesi, belediye hizmetlerinde standardizasyon, gereksiz iş zamanı kaybı azalması, çalışanların verim artışı – memnuniyet, belediye yönetiminin kolaylaşması, vatandaş memnuniyeti),
- Şehirde (yörede) yaşayan vatandaş açısından (Hizmetlere mekân - zamandan bağımsız ulaşabilme, standart ve eşit hizmet, bürokratik işlemlerin kalkması, bilgi esasına dayanan hizmet, şehir yaşamını kolaylaştırma, şehir yönetimine katılım).

Sonuç olarak; Akıllı şehir, en başta ihtiyaçlarının ne olduğunu bilen, değişimleri uygulama sırasında «Sistemler Sistemi» yaklaşımının kullanılması ile bunların en iyi şekilde ifade edilmesi yolu ve yaşama hemen gözüken temel etkilerinin de; ekonomik, sosyal, kültürel gelişme, refah artışı ve yaşamı kolaylaştırma olduğu, günümüz toplumlarının, şehirlerinin (yörelerinin) en büyük ihtiyaç hareketidir.

Kaynakça

- [1] Kılıç T. (Aralık 2016). *Beyin – bilişim ağı ilişkisi*. İstanbul Bilişim Kongresi- Teknolojide Yeni Trendler, İstanbul.
- [2] Gelecekhane-Perspektif. (Ağustos 2015). Dijital gelecek çok hızlı gelecek, İstanbul. <https://www.slideshare.net/gelecekhane/g-perspektif-raporuagustos2015> adresinden erişilebilir.
- [3] Wang, W. (June 2015). *Smart city: From concept to reality*. Smart City Event – Amsterdam.
- [4] <http://bwsmartcities.com/turning-vision-into-reality.html> adresinden alınmıştır (22 Aralık 2015).
- [5] White, P. (June 2015). *World business council for sustainable development – Scaling up business action*. Smart City Event –Amsterdam.
- [6] Boni, A. L. (June 2015). *Cities in actions*. Smart City Event –Amsterdam.
- [7] The EIP SCC Market Place. (24 May 2016). *Our support to the EU smart cities programs*. #EUSmartCitiesGA2016, Eindhoven.
- [8] AC SUM. (25 August 2016). After summer webinar: What is planned in the months to come?
- [9] Sadowski, G. (June 2015). *Introducing smart city Eindhoven*. Smart City Event – Amsterdam.
- [10] *Çorlu ticaret ve sanayi odası stratejik planı 2014-2017*.
- [11] Yılmaz, R., Kubaş, A., Yılmaz, F., & Aksoy C. (2015). *Çorlu fuar alanı ve kongre merkezi fizibilite raporu (20/05/2015)*. Tekirdağ.

KANATLI KÜMES HAYVANLARI İÇİN DOĞALA ÖZDEŞ LED AYDINLATMA ARMATÜRÜ

Burak BIKMAZ¹, Ecem ÇERKEZOĞLU², Mert AKEL³

Akım Metal A.Ş. AR-GE Merkezi, 34953 İstanbul

¹ bbikmaz@akimmetal.com.tr, ² eyalaza@akimmetal.com.tr,

³ makel@akimmetal.com.tr

Özet

Kümes hayvanları yetiştirmek için optimum aydınlatma gereksinimine ihtiyaç duyulmaktadır. Kümeslerin aydınlatılmasında kullanılan ışık ölçüm cihazları, insanlar tarafından algılanabilen ışık spektrumunu ölçer. Bu temelde yeşil ve sarı ışık tayfidir. Kümes hayvanları ise kırmızı ve mavi ışık tayflarına karşı çok daha duyarlıdır. İnsanlar sadece 3 ışık tayfında görürken, kanatlılar 4 ışık tayfına da duyarlıdırlar. Yapılan araştırmalar tavukların ışığa hassasiyetlerinin insanlara oranla 17 kat daha fazla olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada kanatlı hayvan yetiştiriciliği için kullanılmak üzere doğala özdeş, hayvanları rahatsız etmeyen, yüksek verimlilik sağlayan, ağır tarımsal çalışma koşullarına dayanıklı LED armatürlerinin tasarimsal ve teknolojik olarak geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar anlatılmıştır. IP65 gibi koruma önlemleri yanında doğal hava sirkülasyonuna katkı sağlayacak aerodinamik yapı, boyutlarda altın oran kullanılması gibi tasarimsal konular ön plana çıkmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Kümes aydınlatma, LED armatür, LED aydınlatma, kanatlı hayvan yetiştiriciliği.

Abstract

Optimum lighting requirements are needed to grow poultry. The light measuring devices used to illuminate the poultry measure the light spectrum that can be perceived by humans. This is basically the green and yellow light spectrum. Poultry is much more sensitive to red and blue light spectra. While humans see only 3 light spectra, the wings are sensitive to 4 light spectra. Research shows that chickens are 17 times more sensitive to light than humans.

In this study, studies on the design and technological development of LED luminaires which are natural identical to be used for poultry breeding and which do not disturb animals, and which are highly efficient and resistant to heavy agricultural working conditions are explained. In addition to protection measures such as IP65, aerodynamic structure contributing to natural air circulation and design issues such as the use of a golden ratio in the dimensions are at the forefront.

Keywords: Poultry lighting, LED luminaires, LED lighting, poultry breeding.

1. Giriş

Işık, kuşların birçok fizyolojik sürecini kontrol eden fiziki çevrenin vazgeçilmez bir parçasıdır. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde ışık dalga boyu ve yoğunluğu, davranış değişikliklerinde önemli olmakla beraber, karanlığa maruz kalma kanatlı sağlığı için esastır [1,2]. Bu nedenle yapay aydınlatma, tavukçuluk endüstrisinde üretkenlik ve verimliği artırmak için yaygın şekilde kullanılmaktadır [3]. Kanatlıların refahında ve üretimleri üzerinde aydınlatmanın etkileri hakkında pek çok çalışma mevcuttur. Özellikle ışık ve ışıklandırma süresinin etki yönlerini ölçmek için fiziksel bir ışık ortamında, kanatlıların çevrelerini nasıl algıladıkları, göz ve görmenin işlevsel gelişimini anlamak önemlidir.

Yapay aydınlatmada yer alan değişkenler arasında fotoperiyod, ışık yoğunluğu ve ışık rengi bulunur [4]. Kümeslerin aydınlatılması konusunda hatırlanması gereken çok önemli iki husus şunlardır: Birinci husus, hayvanların görme işlemleri için ışığın gerekliliğidir. Özellikle tavukların en gelişmiş duyu organları gözleridir. Görme, Tavukların çevreden yaptıkları algılamının yüzde yetmiş kadarını oluşturmaktadır. İkinci husus ise, ışığın kanatlı vücudunda cinsiyet hormonlarının salgılanmasını tembih edici ya da engelleyici bir etkisinin olması ile ilgilidir. Bu durum, aydınlatma süresinin uzaması ve kısalması anında ortaya çıkar. Kanatlı hayvanların üretkenlik ve üreme performansı, hormon derişimleri ve davranışları üzerine fotoperiyot ve ışık yoğunluğunun etkileri pek çok çalışmada incelenmiştir [5-7]. Bu etkiler olgunlaşma süreci, yumurta verimi, et verimi, hastalıklara karşı bağışıklık gibi farklı değişkenler üzerinde yapılmıştır [8,9]. Bu çalışmalarda incelenen konular özellikle, ışık şiddeti, aydınlatma süresi, ışık rengi, ışığın çeşidi gibi konulardır. Kümeslerde ışık şiddetinin doğru olarak ayarlanması çok önemlidir. Işık şiddetinin azalması ile hayvanlar sakinleşir,

karanlıkta ise hareketsiz olurlar. Işık şiddetinin gereğinden fazla olması hâlinde ise hayvanların fazla hareketli ve sınırlı oldukları görülür. Kümes içinde başka stres koşullarının da bulunması hâlinde, şiddetli ışık, hayvanlar arasında gagalamalara yol açar. Kümes içerisinde ışık şiddetinin eşit şekillerde dağılımı da önemlidir. Bazı bölgelerin fazla aydınlık ve diğer yerlerin karanlık olması, özellikle kümes pencerelerinden içeriye huzmeler şeklinde güneş ışığı girmesi, hayvanlarda huzursuzluğa ve onların parlak ışıklı yerlerde birikmelerine sebep olur. Kümeslerde ışık şiddeti, hayvanların yaşına ve özelliklerine göre ayarlanmalıdır.

Işık rengi, görünür spektrumdaki farklı her dalga boyu için verilen fizyolojik algılamayı temsil eder [10]. Araştırmalar, farklı ışık renklerinin kanatlı hayvanların gelişiminin [11], ergenlik çağının ve cinsel olgunluğun [12] yanı sıra vücut fizyolojisi [13] ve davranışlarını [14] etkileyebileceğini göstermiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada sarı LED ampuller kullanılarak kanatlı hayvanlardan daha yüksek yumurta üretimi ve yüksek yumurta kalitesinin yanı sıra enerji tasarrufu da elde edilebileceği gözlemlenmiştir [7]. Ancak farklı dalga boylarında ışık yayan ledler ile yapılan çalışmalar ise hem yumurta hem de et verimini artırdığını göstermiştir [15].

Aydınlatma süresinin kontrol edilmesi damızlık ve yumurtacı sürüler için çok önemlidir. Günlerin uzaması, bazı hormonların ve özellikle FSH ve LH'nin salgılanmasını tetikler. Bu durumda erkek ve dişiler daha çok çiftleşmeleri, dişiler ise yumurtlamaları için uyarılırlar. Günlerin kısılması ise bunun tam aksi olarak söz konusu hormonların salgılanmasını azaltıcı bir etki yapar.

Aydınlatma süresi ile ilgili programları uygularken, zaman saatlerinden yararlanarak lambaların kumanda edilmesi önemlidir. İşçilerin lambaları açıp kapamada bazı günler geç ve erken davranabilecekleri unutulmamalıdır. Et pilici (broiler) için kümeslerde günde 23-24 saat süre ile devamlı aydınlatma yapılmalıdır.

Tavukların en fazla kırmızı ötesi ışıktan hoşlandıkları bilinmektedir [6]. Doğal güneş ve tungsten telli elektrik lambası en uygun kırmızı ışık kaynaklarıdır. Floresan lambalar tungsten telli lambalara göre daha fazla aydınlatma gücüne sahiptir ve daha ekonomiktir ancak yapılan araştırmalar tavukların, floresan lambaların verdikleri ışığı ancak belirli çevre sıcaklığı koşullarında (21,1 ile 26,7 °C arasında) tam olarak algıladıklarını göstermiştir [15]. Özellikle çok

düşük ya da yüksek çevre sıcaklığı koşullarında floresan ile aydınlatmanın tavuk tarafından tam olarak algılanamadığı bildirilmektedir.

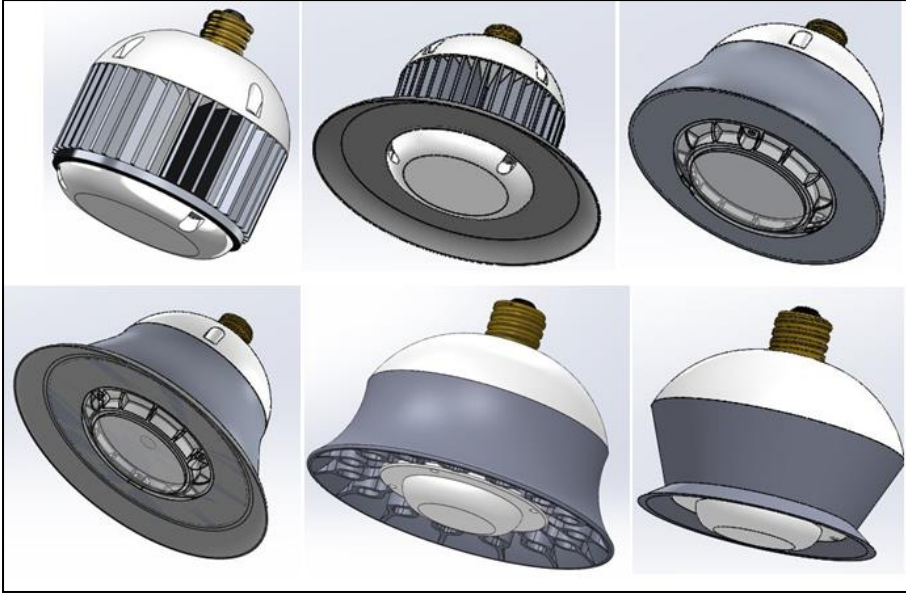
2. Malzemeler ve Yöntemler

Kanatlıların refah düzeyini belirlemede yönetmelikler, uygulama kuralları, kalite güvence şemaları, yönetim ve çiftlikte değerlendirmede etkin bir şekilde kullanılabilir. Kanatlı hayvan yetiştiriciliği için bütün dünyada uygulanabilecek bir standardın var olması oldukça zordur ancak Avrupa Birliği için geçerli olabilecek Welfare Quality® protokolü, EFSA Bilimsel Görüşlerinde tanımlanan temel faktörler için kanatlı hayvanların refah hakkında temel standartlar olarak kabul edilebilir [16]. Doğru kümes armatürünün kullanılması ile ilgili olarak da endüstriyel tarım firmalarının yayınladıkları teknik şartnameler mevcuttur [17]. Bu şartnamelerin incelenmesi neticesinde doğru kümes armatürünün özellikleri şu şekilde tespit edilmiştir;

Minimum IP65 koruma seviyesine sahip olmalıdır, bütün ürünler %1 ile % 100 arasında DİM edilebilir olmalıdır, uzun süre yanma ömrü olmalı ve bakım maliyeti gerektirmemelidir, lamba ömrü minimum 10 000 saat olmalıdır, enerjiyi verimli kullanılmalı, minimum 90 lm/W hesabına uygun ışık verebilmelidir, çevreden gelebilecek darbelere dayanıklı olmalıdır, geniş açılı ve homojen bir ışık dağılımı vermelidir, ışığı tavan ve duvarlara değil yere yönlendirmelidir.

2.1. Endüstriyel Tasarım

İlk olarak eskiz çalışmaları ve beyin fırtınaları yapılarak tasarımın konseptinin belirlenmesi için çalışılmıştır (Şekil 1). Bu çalışmalar esnasında müşteri ile toplantılar yapılmış ve mevcut kullandıkları ürünün olumsuz yönleri hakkında bilgi edinilmiştir.



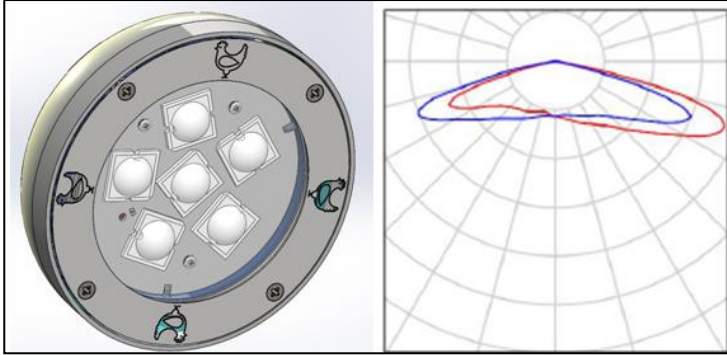
Şekil 1. Konsept Aşamasındaki Çalışmalar

2.2. Optik Tasarım

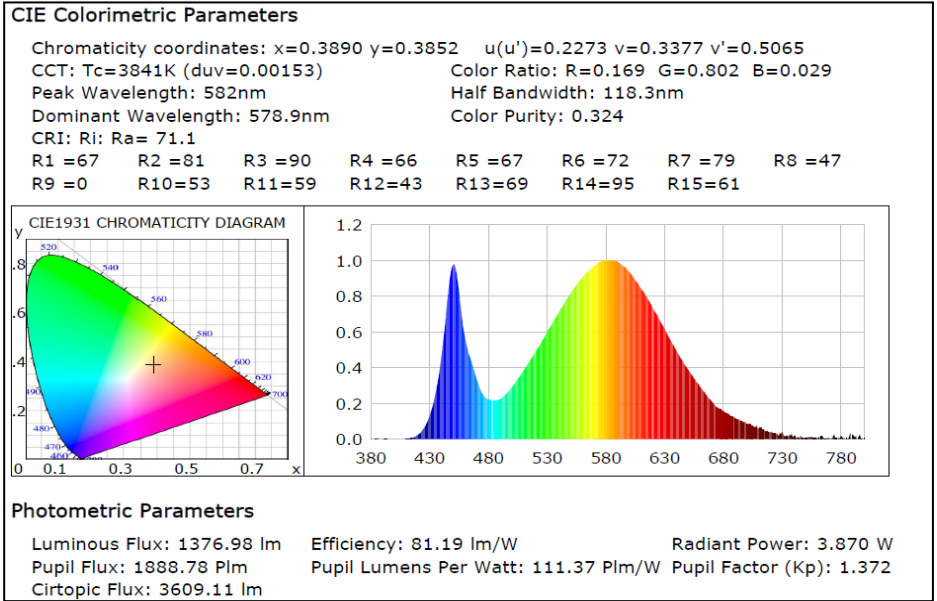
Projede tasarım girdileri müşterinin taleplerine göre şekillendirilmiştir. Bu taleplerin en başında gelen ve en önemlisi optik gereksinimlerdir. Tavuğun civciv aşamasından kesim anına kadar göz hizasında standart olarak 41 lüks bir ışık şiddeti gerekmektedir. Bunun için dialüks programı kullanılarak modellenmeler yapılmış ve ön tasarım sonucu prototip ürünler hazırlanmıştır.

Prototipler müşteriye gönderilerek gerçek uygulama alanlarında optikleri test edilmiş ve müşteri görüşleri alınmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda mevcut bir kümeste kullanılan 114 armatür yerine bizim armatürlerimizden 60 adet kullanılarak daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

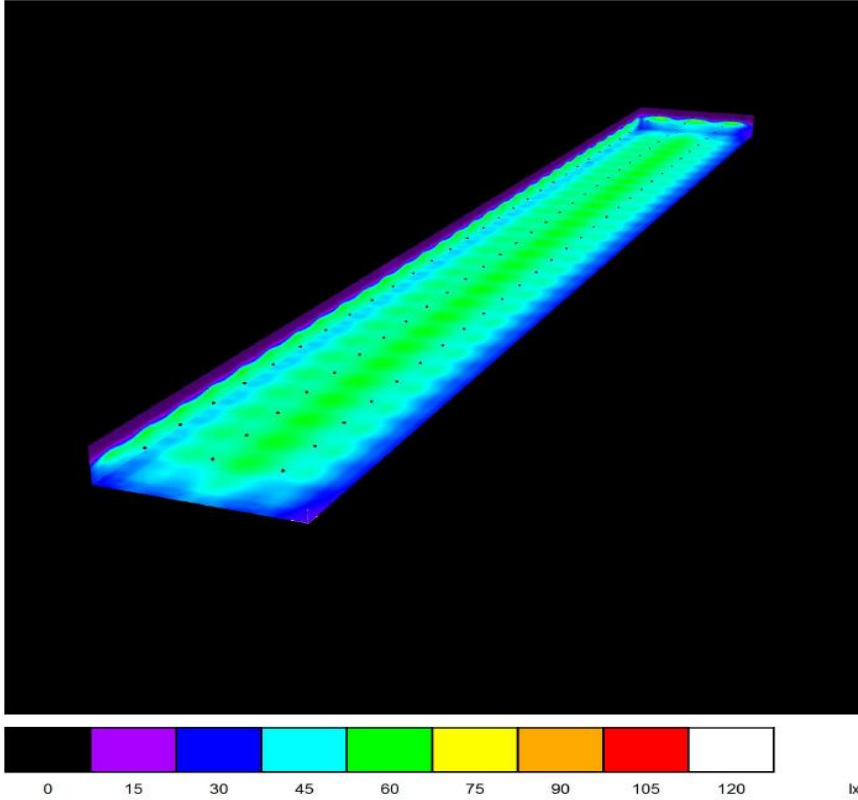
İstenen uygun ışık dağılımı için yapılan araştırmalar ve denemeler sonucunda prototipler hazırlanmıştır. Şekil 2, 3 ve 4'te hazırlanan prototiplerin ışık açısı analizleri gösterilmektedir.



Şekil 2. Armatür Işık Dağılım Açısı



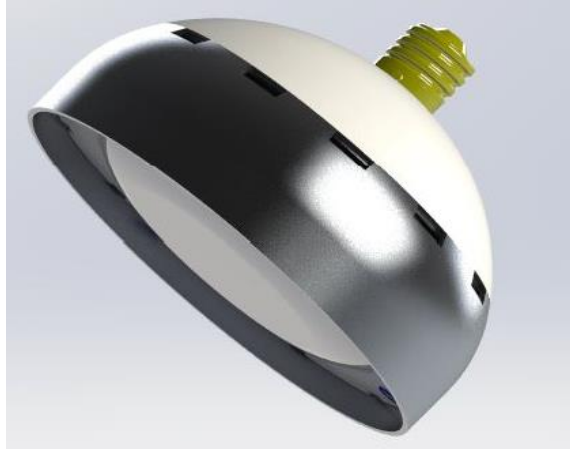
Şekil 3. Armatür Küre Ölçüm Raporu



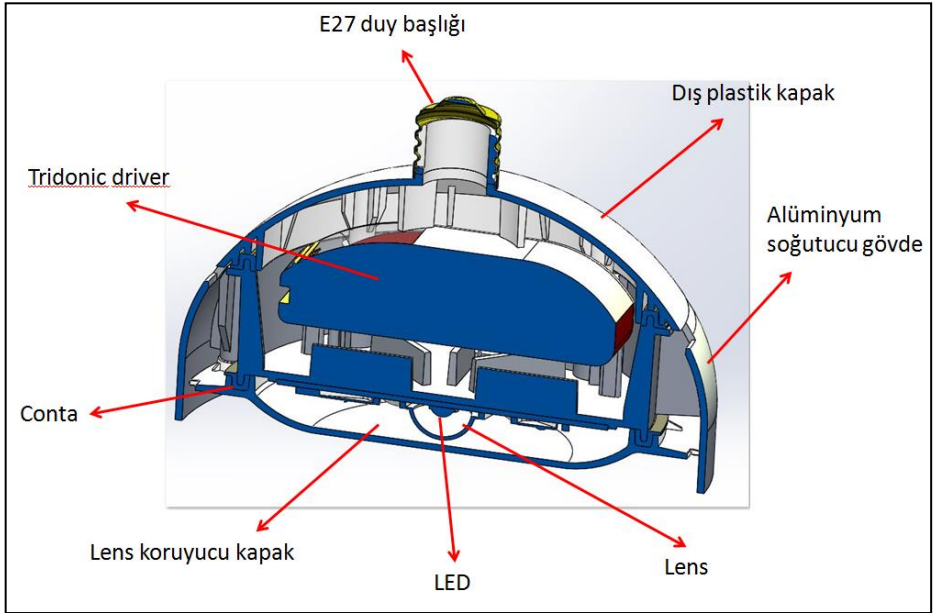
Şekil.4. Armatürün Kümes İçerisindeki Ters Renk Diyagramı (Dialux)

2.3. Mekanik Tasarım

Mevcutta müşterinin tedarik ettiği armatür incelenmiş ve mekanik olarak olumsuzlukları belirlenmiştir. Ayrıca mevcut üründe tek elle montaj yapılmasında sıkıntılar yaşanmaktadır. Müşterinin en önemli talebi optik gereksinimler dışında, tek elle montaj kolaylığı ve zamanla dış yüzeyde kir biriktirmemesi istenmiştir. Bu sebeple dış görsel yüzeyinin mevcut ürünlerin aksine düz bir formda olması kararlaştırılmıştır. Ancak dış yüzeyin düz olması, armatürün mevcut ebatlarından daha büyük olmasını gerektirmektedir. Şekil 5 ve Şekil 6'da ürünün sırası ile dış görüntüsü ve yapısal tasarımı gösterilmiştir.



Şekil 5. Armatür Dış Görünüm

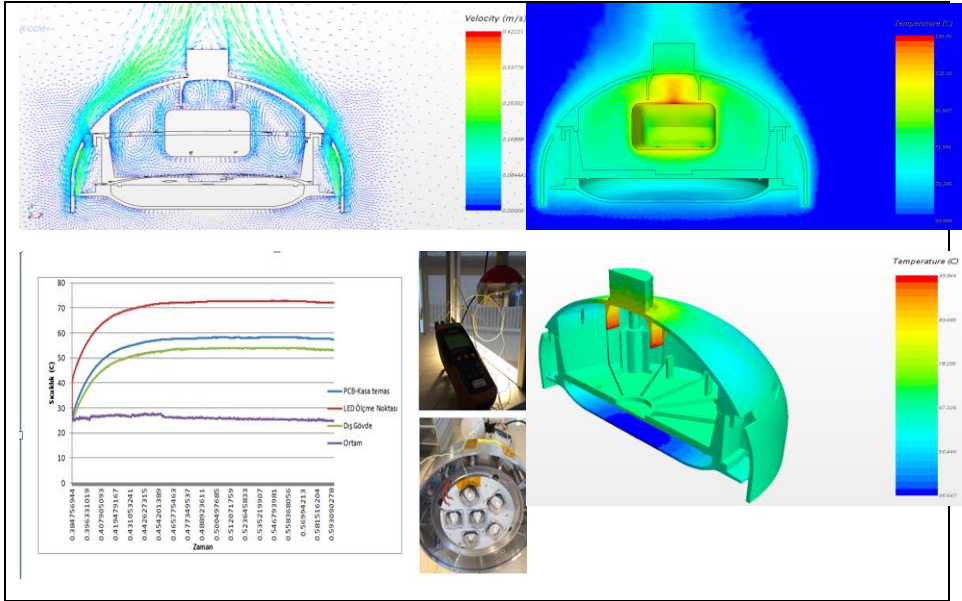


Şekil 6. Armatür Kesit Görünümü ve Bileşen Yerleşimleri

Armatür IP65 sızdırmazlık standardında olacağından dolayı contalı bir tasarım tercih edilmiştir.

2.4. Termal Tasarım

Armatür dış yüzeyinin düz bir formda yapılması, dış ortama açık olan soğutucu yüzey alanını olumsuz olarak etkilemektedir. Bu sebeple soğutucu yüzeyi artırmak için armatür dışına yapılması gereken kanatlar, iç tarafa yapılmıştır. Ancak sadece kanatların içe yapılması yeterli değildir. Bu kanatlardaki ısının da dış ortama aktarılması için hava sirkülasyonu sağlanmalıdır. Bu şartları sağlamak amacıyla da havalandırma boşlukları açılmıştır. Bu boşluklar hem hava sirkülasyonu sağlayarak armatürün soğumasını hem de tazzikli su ile yapılan yıkama sonrası suyun direk olarak aşağı akmasını sağlamaktadırlar. Bütün hesaplamalar ve analizler sonucunda istenen soğutma sağlanmış ve görsel olarak Şekil 7’de belirtilmiştir.



Şekil 7. Thermal Analizlerin Modellemesi ve Termal Test Sonuçları

3. Sonuç

Sonuç olarak firmadan alınan Et pilici (Broiler) cinsi tavukların büyümesine yönelik tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Farklı Işıklar Altında Yetişen Tavukların Ortalama Kilonları (g)

	Sarı Ampül	Floresan	LED
35 Günlük	2178	2034	2052
47 Günlük	2322	2196	2316

Türkiye içerisinde yapılan kümes uygulamaları için sadece bizim çalıştığımız firmanın yıllık 320.000 adet armatür ithal ettiği bilgisi paylaşılmıştır. Çalışmaların sonucunda daha uygun maliyetlerde ve daha yüksek performans gösteren bir armatür tasarlanmış, ithal ürün yerine yerli bir ürün ülkeye kazandırılmıştır. Ticari bir ürün hâline gelen çalışmanın katalog görüntüsü Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Ticarilemiş Ürünün Katalog Görüntüsü

Kaynakça

- [1] Deep, A., Schwan-Lardner, K., Crowe, T. G., Fancher, B. I., & Classen H. L. (2012). Effect of light intensity on broiler behaviour and diurnal rhythms. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 136, 50-56.
- [2] Olanrewaju, H., Thaxton, J., Dozier, W., Purswell, J., Roush, W., & Branton, S. A. (2006). Review of lighting programs for broiler production. *Int. J. Poult. Sci.* 5, 301-308.
- [3] Min, J. K., Hossan, M., Nazma, A., Jae, C. N., Han, T. B., Dong, W. K., et al. (2012). Effect of monochromatic light on sexual maturity, production performance and egg quality of laying hens. *Avian Biol Res* 5, 69-74.
- [4] Kim, M. J., Parvin, R., Mushtaq, M. M., Hwangbo, J., Kim, J. H., Na, J. C., et al. (2013). Growth performance and hematological traits of broiler chickens reared under assorted monochromatic light sources. *Poult. Sci.* 92, 1461-1466.
- [5] Ahmad, F., Haq, A., Ashraf, M., Abbas, G., & Siddiqui, M. Z. (2011). Effect of different light intensities on the production performance of broiler chickens. *Pak. Vet. J.* 31, 203-206.
- [6] Busso, J. M., Dominchin, M. F., Marin, R. H., Palme, R. (2013). Cloacal gland, endocrine testicular, and adrenocortical photoresponsiveness in male Japanese quail exposed to short days. *Domest. Anim. Endocrinol* 44, 151-156.
- [7] Molino, A. B., Garcia, E. A., Santos, G. C., Vieira Filho, J. A., Baldo, G. A., & Almeida Paz, I. C. (2015). Photostimulation of Japanese quail. *Poult. Sci.* 94, 156-161.
- [8] Oishi, T., & Lauber, J. K. (1973). Photoreception in the photosexual response of quail. II. Effects of intensity and wavelength. *Am. J. Physiol.* 225, 880-886.
- [9] Yadav, S., & Chaturvedi, C. M. (2015). Light colour and intensity alters reproductive/seasonal responses in Japanese quail. *Physiol Behav* 147, 163-168.
- [10] Fairchild, M. D. (2013). *Color appearance models*. John Wiley & Sons.
- [11] Hassan, M. R., Sultana, S., Choe, H. S., & Ryu, K. S. (2013). Effect of monochromatic and combined light colour on performance, blood parameters, ovarian morphology and reproductive hormones in laying hens. *Ital. J. Anim. Sci.* 12, 48-56.
- [12] Baxter, M., Joseph, N., Osborne, V., & Bedecarrats, G. (2014). Red light is necessary to activate the reproductive axis in chickens independently of the retina of the eye. *Poult. Sci.* 93, 1289-1297.
- [13] Rozenboim, I., Biran, I., Chaiseha, Y., Yahav, S., Rosenstrauch, A., Sklan, D., et al. (2004). The effect of a green and blue monochromatic light combination on broiler growth and development. *Poult. Sci.* 83, 842-845.

- [14] Parvin, R., Mushtaq, M., Kim, M., & Choi, H. (2014). Light emitting diode (LED) as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for behaviour, physiology and welfare of poultry. *Worlds. Poult. Sci. J.* 70, 543-56.
- [15] Retes, P., Esposito, M., Neves, D., Viana, A., Coelho, L., Bobadilla-Mendez, M., Alvarenga, R., Fassani, E., Peixoto, J., & Zangeronimo, M. (2017). Influence of different types of lamps on the reproductive development of male Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Theriogenology* 94, 59-63.
- [16] EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). (July 7, 2012). Scientific Opinion on the use of animal-based measures to assess welfare of broilers. Volume 10, Issue 2774.
- [17] COBB-VANTRESS, INC. COBB Broiler Management Guide. (November 15, 2013).

PSEUDO TOTEM-POLE KÖPRÜSÜZ YÜKSELTEN AC-DC DÖNÜŞTÜRÜCÜ DEVRESİNİN ÇALIŞMA KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ VE PERFORMANS ANALİZİ

Metin ÇAVDAR¹, Hacı BODUR²

¹ Arş. Gör., Pîrî Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul,
mcavdar@pirireis.edu.tr

² Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Esenler / İstanbul,
bodur@yildiz.edu.tr

Özet

Bu çalışmada köprüsüz yapıda bulunan AC-DC dönüştürücü devrelerinden, Pseudo Totem - Pole Köprüsüz Yükselten Dönüştürücü (PTPKYD) devresinin, tam-köprülü AC-DC dönüştürücü devrelerine göre daha düşük iletim kayıplarına sahip olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca incelenen dönüştürücü devresinden en iyi performansı alabilmek için uygun anahtarlama karakteristikleri belirlenmiş ve bu anahtarlama karakteristiklerinin gerçekleştirilebilmesi için de kapalı çevrim kontrol sistemi tasarlanmıştır. Elde edilen simülasyon sonuçları neticesinde, PTPKYD devresinin, yüksek güç faktörü değerine sahip, ortak-mod gürültüsünün az olduğu, düşük harmonikli ve yüksek performansta çalışabilen dönüştürücü topolojisi olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Köprüsüz dönüştürücü, pseudo totem - pole, güç faktörü düzeltme, toplam harmonik bozulumu, ortak-mod gürültüsü, iletim kaybı.

Abstract

In this study, it has been revealed that the Pseudo Totem - Pole Bridgeless Boost Converter (PTPBBC) circuit has lower conduction losses than the full - bridge AC-DC converter circuits. In addition, appropriate switching characteristics have been determined in order to obtain the best performance from the converter circuit studied, and a closed loop control system is also designed to realize these switching characteristics. As a result of getting the simulation outcomes, it has been shown that the PTPBBC circuit has a low harmonics and

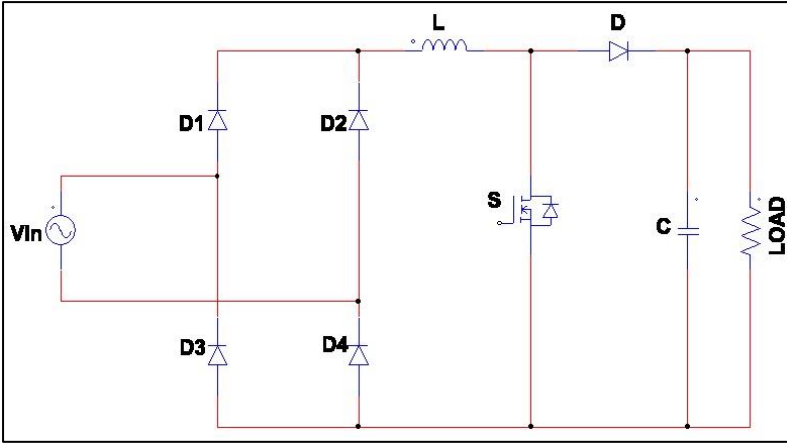
high performance converter topology with high power factor value, low common mode noise.

Keywords: Bridgeless converter, pseudo totem-pole, power factor correction, total harmonic distortion, common-mode noise, conduction noise.

1. Giriş

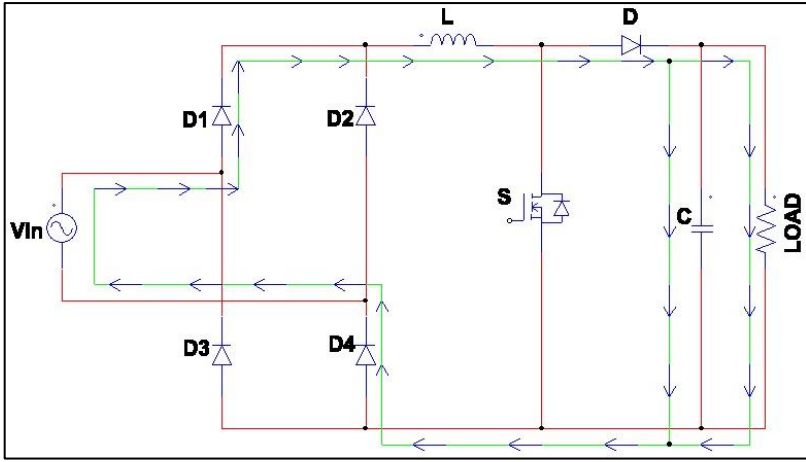
Güç elektroniğinin önemli çalışma alanlarından biri de AC-DC güç dönüştürücü devreleridir. Bu devrelerin önemi, yarı iletken teknolojisinin elektronikte kullanılmasıyla beraber daha da artmıştır. En eski ve en bilindik AC-DC güç dönüştürücü devreleri, AC gerilim kaynağının önüne konulan diyot köprüsü aracılığıyla, giriş geriliminin doğrultulduğu topolojilerdir. Bir fazlı dönüştürücülerde bu yapı tam-köprü adını almaktadır. Tam-köprü diyot grubu aracılığıyla doğrultulan giriş gerilimi, doğrudan yüke aktarılmaz. Doğrultulmuş DC gerilim, yükün uçlarına paralel bağlı bir kondansatör aracılığıyla, filtrelenerek çıkışa aktarılır. Tam-köprü diyot grubu ve kondansatörden oluşan AC-DC dönüştürücü devreleri, en basit ve maliyeti en düşük güç dönüştürücülerine olmasına rağmen güç kalitesi bakımından en kötü durumda olan devrelerdir. Buna sebep olan şey ise tam-köprü yapının doğrultma işlemi esnasında lineer olmayan bir yük gibi davranması ve kaynak tarafında harmonikler oluşturmasıdır. Bu durum, güç faktörü değerini de oldukça düşürmektedir [1, 2].

Tam-köprü yapı, diyotlardan oluştuğu için güç dönüşümü esnasında dışarıdan herhangi bir şekilde kontrol edilemezler. Bu durum bir fazlı tam-köprülü AC-DC dönüştürücü devrelerinde aktif güç faktörü düzeltme (AGFD) işlemini imkânsız bir hâle getirmektedir. Bu tür AC-DC güç dönüştürücülerinde AGFD işlemi yapabilmek için tam-köprü yapının devamına bir adet yükseltilen DC-DC dönüştürücü devresi eklenir. Eklenen DC-DC dönüştürücüde bulunan yarı iletken anahtar, yüksek frekanslarda anahtarlanarak, AC karakterde olan giriş akımı ve geriliminin aynı fazda kalmalarını sağlar. Sonuç olarak, elde edilen AGFD topolojisi sayesinde hem dönüştürme işlemi gerçekleşmekte, hem de güç faktörü değeri olması istenen seviyelerde kalmaktadır. Temel bir fazlı yükseltilen AGFD devresi Şekil 1'de gösterilmiştir [3, 4].



Şekil 1. Bir Fazlı Yükselten Güç Faktörü Düzeltme Devresi

AGFD özelliği, bir fazlı yükselten AC-DC dönüştürücü devrelerinde, sırasıyla tam-köprü yapı, DC-DC dönüştürücü ve büyük değerlikli çıkış kondansatörü bulunmaktadır. Devre bu hâliyle çalışırken AC giriş akımı, çıkış yüküne ulaşana kadar, her bir yarım periyot aralığında üç tane yarı iletken elemanın üzerinden geçmektedir. Bunlardan ilk iki tanesi tam-köprü yapıda bulunan diyotlardır. Girişteki AC gerilimin doğrultma işlemi, bu iki diyot sayesinde yapılır. Üçüncü eleman ise DC-DC dönüştürücü bölgesinde bulunan ve kaynak ile çıkış yükü arasındaki bağlantıyı sağlayan D diyotudur. Sonuç olarak giriş akımı, AGFD özellikli devrelerde, AGFD özellikli olmayan devrelere göre daha fazla yarı iletken eleman üzerinden geçerek çıkışa ulaşmaktadır. Bu durum ise tam-köprülü ve AGFD özelliği gösteren AC-DC güç dönüştürücülerinde, önemli miktarda iletim kaybına neden olmaktadır. Kaynak geriliminin pozitif yarım periyot aralığında, bir fazlı yükselten AGFD devresi için akım yolu Şekil 2’de gösterilmiştir [5, 6].



Şekil 2. Pozitif Yarım Periyot Aralığında Bir Fazlı Yükselten AGFD Devresindeki Akım Yolu

Son yıllarda, hem AGFD işlemi yapabilen, hem de iletim kayıplarının minimum seviyede tutulduğu bir fazlı köprüsüz yükselten AC-DC dönüştürücü devrelerinin kullanımı bir hayli önem kazanmıştır. Bu devreler sayesinde tam-köprü yapının devreye getirmiş olduğu bütün olumsuz özellikler ortadan kaldırılarak, dönüştürücünün daha verimli çalışması sağlanmaktadır. Köprüsüz yapı, tam-köprü yapı üzerinde bulunan diyotlardan herhangi iki tanesinin, kontrol edilebilen yarı iletken anahtarlar ile değiştirilmesi sonucunda oluşturulmaktadır. Bu yarı iletken anahtarlar genelde MOSFET ya da IGBT gibi üzerinde gömülü hâlde body diyotu bulunan ve hızlı anahtarlanabilme özelliğine sahip elemanlardan seçilmektedir [7].

Literatürde çok farklı özellikte bir fazlı köprüsüz yükselten dönüştürücü devresi bulunmaktadır. En başlıcaları sırasıyla şunlardır: Temel Köprüsüz Yükselten Dönüştürücü, İki Yönlü Anahtara Sahip Köprüsüz Yükselten Dönüştürücü, Yarı Köprüsüz Yükselten Dönüştürücü, İki Kondansatörlü Köprüsüz Yükselten Dönüştürücü, Aralıklı Köprüsüz Yükselten Dönüştürücü ve Totem-Pole Köprüsüz Yükselten dönüştürücü devreleridir [8-12].

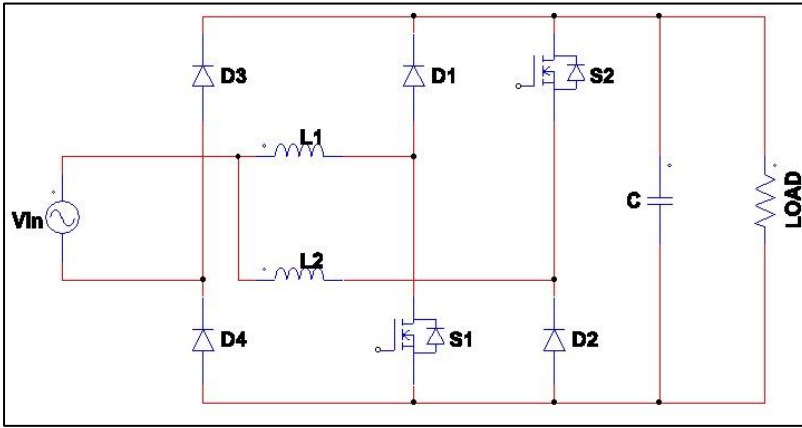
Aşağıdaki kısımlarda yükselten özellikteki bir diğer köprüsüz AC-DC dönüştürücü türü olan PTPKYD devresi ayrıntılı bir şekilde incelenerek, özgün bir anahtarlama karakteristiği ortaya konulmuş olup, bu anahtarlama karakteristiğine uygun bir şekilde devre, simülasyon ortamında ve kapalı çevrim kontrol

sistemi altında çalıştırılarak, performans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde, PTPKYD devresinin iletim kayıpları, güç faktörü değeri ve ortak-mod gürültü seviyeleri bakımında çok iyi bir performans sergilediği gösterilmiştir.

2. PTPKYD Devresinin Çalışma Karakteristiği

Yüksek güç uygulamalarında, iletim kayıpları önemli bir problem hâline gelmektedir. İletim kayıplarının artmasıyla birlikte yarı iletken elemanlar üzerindeki kayıplar artar ve bu durum, devrede termal problemler olarak karşımıza çıkar. Bu problemin AC-DC dönüştürücülerde en çok rastlanıldığı kısım ise tam-köprü diyot bölgesidir.

PTPKYD devresi köprüsüz bir yapıda olmasından dolayı AC-DC dönüşümü esnasında iletim kayıpları önemli ölçüde azalmaktadır [13]. İletim kayıplarının azalmasıyla beraber, devre daha verimli çalışır ve termal problemler önemli ölçüde giderilmiş olur. Bir fazlı PTPKYD devresinin genel yapısı Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Bir Fazlı PTPKYD Devresi

Şekil 3’te gösterilen PTPKYD devresinde, D1, D2 diyotları ve S1, S2 anahtarları köprüsüz yapıyı oluşturmaktadır. D1, S1 ve D2, S2 elemanlarının oluşturduğu bölgede kaynak gerilimi hem doğrultulur hem de L1 ve L2 endüktörleri aracılığıyla yükseltilir. Yani yükseltme ve doğrultma işlemleri aynı anda, aynı noktadan yapılmaktadır. Bir fazlı tam-köprülü AGFD devrelerinde bu

işlemler iki farklı bölgeden ve sırayla yapıldığı için verim, köprüsüz yapıya göre biraz daha düşük olmaktadır.

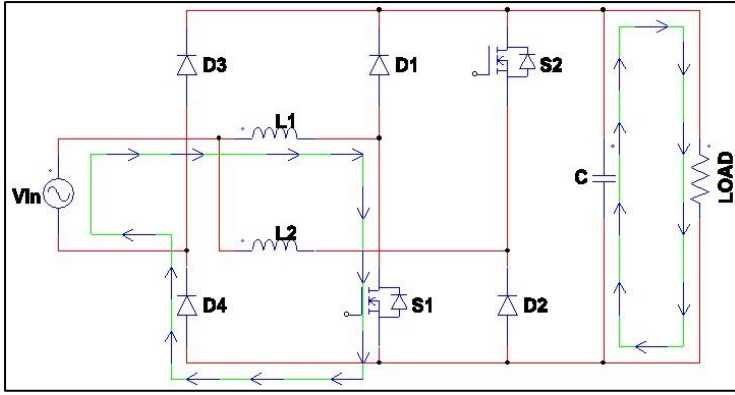
Devrede bulunan D3 ve D4 diyotları ise kaynak geriliminin toprağı ile çıkış yükü toprağı arasındaki elektriksel bağlantıyı, kaynak geriliminin pozitif ve negatif aralıkları boyunca sağlamaktadır. Bu sayede yüksek anahtarlama frekansları altında çıkış gerilimi, giriş gerilimine göre salınmayacak ve sistemde ortak-mod gürültüsü minimum seviyede kalacaktır.

PTPKYD devresinin çalışma karakteristiğı, giriş geriliminin pozitif ve negatif yarım periyot aralığında farklılık göstermektedir. Bundan dolayı PTPKYD devresindeki çalışma durumları her iki yarım periyot için ayrı ayrı incelenmelidir.

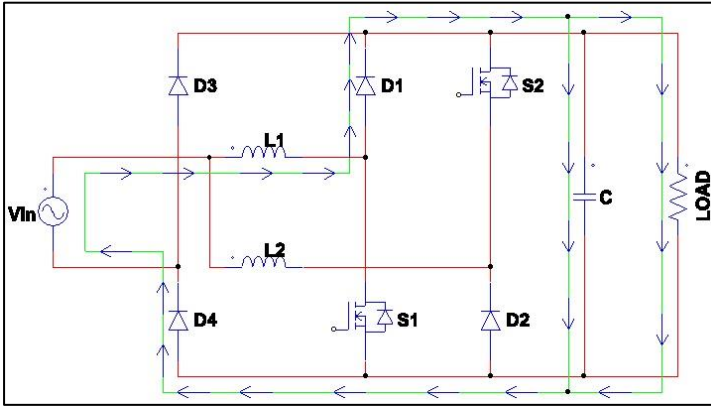
2.1. PTPKYD Devresinin Pozitif Yarım Periyot Aralığındaki Çalışma Karakteristiğı

Giriş gerilimin pozitif periyot aralığında, S1 anahtarının iletim ve kesimde olma durumuna göre iki farklı çalışma karakteristiğı mevcuttur. Bu aralığın başında S1 anahtarı iletim durumundadır ve L1 endüktörü enerji depolamaktadır. Giriş akımı sırasıyla L1 endüktörü, S1 anahtarı ve D4 diyotu üzerinden devresini tamamlar (Şekil 4). S1 anahtarının iletimde kaldığı süre boyunca çıkıştaki yükü, C kondansatörü beslemektedir.

S1 anahtarının iletim durumundan kesim durumuna geçmesiyle beraber, L1 endüktörü üzerinde depolanan enerji, D1 diyotu aracılığıyla çıkışa aktarılır. Bu esnada giriş akımı, L1 endüktörü, D1 diyotu, çıkış yükü ve D4 diyotu üzerinden geçerek devresini tamamlamaktadır (Şekil 5). S1 anahtarının kesim durumu, bir sonraki pozitif yarım periyodun başlangıcına kadar devam etmektedir.



Şekil 4. PTPKYD Devresi, Pozitif Yarım Periyot, S1 Anahtarı İletimde, D1 Diyotu Kesimde.

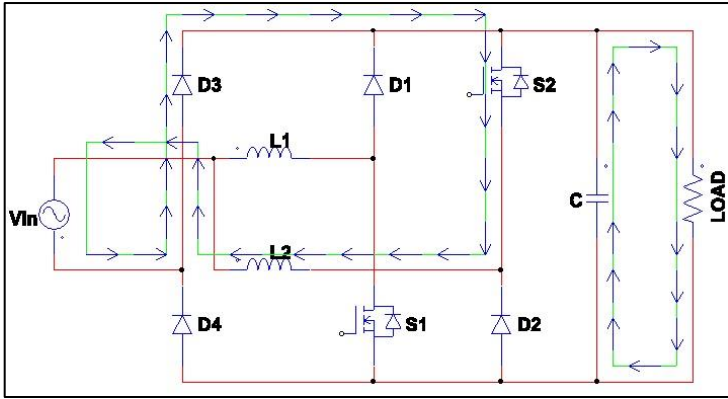


Şekil 5. PTPKYD Devresi, Pozitif Yarım Periyot, S1 Anahtarı Kesimde, D1 Diyotu iletimde.

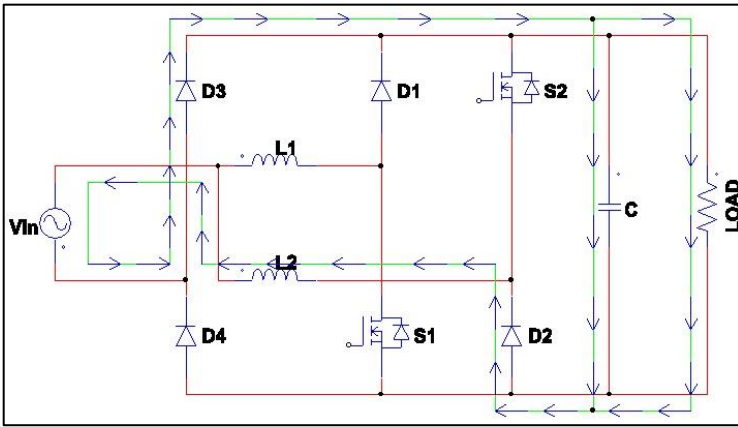
2.2. PTPKYD Devresinin Negatif Yarım Periyot Aralığındaki Çalışma Karakteristiği

Negatif yarım periyot aralığında, tıpkı pozitif yarım periyot da olduğu gibi iki adet çalışma karakteristiği bulunmaktadır. İlk kısımda S2 anahtarı iletimde kalırken, ikinci kısımda kesim durumuna geçmektedir. Negatif yarım periyodun başlamasıyla beraber S2 anahtarı iletime gider ve L2 endüktörü, üzerinde enerji depolamaya başlar. Giriş akımı D3 diyotu, S2 anahtarı ve L2 endüktörü üzerinden geçerek devresini tamamlar (Şekil 6). Bu esnada çıkıştaki yükü yine C kondansatörü beslemektedir.

S2 anahtarının iletim durumundan kesim durumuna geçmesiyle beraber, L2 endüktörü üzerinde depolanan enerjiyi, D2 diyotu aracılığıyla çıkışa aktarır. Bu esnada giriş akımı, D3 diyotu, çıkış yükü, D2 diyotu ve L2 endüktörü üzerinden geçerek devresini tamamlamaktadır (Şekil 7). S1 anahtarının kesim durumu, bir sonraki negatif yarım periyodun başlangıcına kadar devam etmektedir.



Şekil 6. PTPKYD Devresi, Negatif Yarım Periyot, S2 Anahtarı İletimde, D2 Diyotu Kesimde.



Şekil 7. PTPKYD Devresi, Negatif Yarım Periyot, S2 Anahtarı Kesimde, D2 Diyotu İletimde.

3. PTPKYD Devresinin Matematiksel Analizi

PTPKYD devresinin matematiksel analizindeki en önemli özellik, L1 ve L2 endüktörlerinin sırasıyla şarj ve deşarj durumlarına gitmesidir. Giriş geriliminin pozitif ve negatif yarım periyot aralıklarının her ikisinde de endüktörlerin üzerinde enerji depolanır ve uygun anahtarlama durumu altında depolanan bu enerji, çıkış yüküne aktarılır [14].

L1 ve L2 endüktörleri üzerinde enerji depolanması (şarj) durumunda, endüktörler üzerinden geçen akımın değeri, I_{min} 'den, I_{max} 'a yükselmektedir. Bu koşul altındaki eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$\Delta i_L = I_{max} - I_{min} \quad (1)$$

$$T = \frac{1}{f_{sw}} \quad (2)$$

$$L = L1 = L1 \quad (3)$$

Endüktör gerilimi denkleminde,

$$v_{in} = L \frac{di_L}{dt} \Rightarrow v_{in} = L \frac{I_{max} - I_{min}}{\Delta t} \quad (4)$$

$$v_{in} = L \frac{\Delta i_L}{DT} \Rightarrow D = L \frac{\Delta i_L}{v_{in}} f_{sw} \quad (5)$$

$$\Delta i_L = \frac{D \cdot v_{in}}{f_{sw} \cdot L} \quad (6)$$

$$C \frac{dv_{out}}{dt} = - \frac{v_{out}}{R_L} \quad (7)$$

ifadeleri elde edilir.

L1 ve L2 endüktörleri üzerinde biriken enerjinin çıkış yüküne aktarılması (deşarj) durumunda ise endüktörler üzerinden geçen akımın değeri I_{max} 'dan, I_{min} 'e düşmektedir. Bu koşul için eşitlikler aşağıda belirtilmiştir.

$$v_{in} - v_{out} = L \frac{di_L}{dt} \Rightarrow v_{in} - v_{out} = L \frac{I_{min} - I_{max}}{\Delta t} \quad (8)$$

$$v_{out} - v_{in} = L \frac{\Delta i_L}{(1-D)T} \Rightarrow D = 1 - L \frac{\Delta i_L}{v_{out} - v_{in}} f_{sw} \quad (9)$$

$$\Delta i_L = \frac{(1-D)(v_{out} - v_{in})}{f_{sw} L} \quad (10)$$

$$C \frac{dv_{out}}{dt} = i_L - \frac{v_{out}}{R_L} \quad (11)$$

Yukarıdaki eşitliklerde, Δi_L endüktör üzerindeki akım dalgalanma miktarını, f_{sw} anahtarlama frekansını, T anahtarlama periyodunu, v_{in} giriş gerilimini, v_{out} çıkış gerilimini, D doluluk oranını ve R_L çıkış yükünü göstermektedir.

Endüktör değeri hesabı için Eşitlik (6) ve Eşitlik (10) kullanılırsa, L değeri,

$$L = \frac{v_{in(peak)min} \cdot D_{peak}}{f_{sw} \cdot \Delta i_L} \quad (12)$$

şeklinde ifade edilir. Kondansatör hesabı için de eşitlik (7) ve (11) ifadeleri kullanılır.

$$C = \frac{P_{out}/v_{out}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \Delta v_{av}} \quad (13)$$

Eşitlik (12) ve (13)'teki, $v_{in(peak)min}$ ifadesi giriş gerilim değerinin tepe noktasının alabileceği minimum değeri, D_{peak} doluluk oranının tepe değerini, P_{out} çıkış gücünü, f giriş gerilimin frekans değerini, Δv_{av} çıkış geriliminin dalgalanma miktarını göstermektedir.

4. PTPKYD Devresinin Temel Parametrelerinin Belirlenmesi

Devrenin, simülasyon uygulamasının gerçekleştirilebilmesi için temel parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. PTPKYD devresinin sürekli-hâl çalışma durumuna ait simülasyon parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. PTPKYD Devresinin Simülasyon Parametreleri

PARAMETRE	DEĞER
Giriş Gerilimi (v_{in})	~ 220 V (efektif)
Giriş Gerilimi Frekansı (f)	50 Hz
Giriş Akımı (i_{in})	~ 18 A (efektif)
Çıkış Gerilimi (v_{out})	~ 400 V
Çıkış Akımı (i_{out})	~ 10 A
Çıkış Gücü (P_{out})	~ 4 kW
Çıkış Yüğü (R_L)	40 Ω
Çıkış Gerilimindeki Dalgalanma Miktarı	~ 10 V
Çıkış Akımındaki Dalgalanma Miktarı	~ 0,5 A

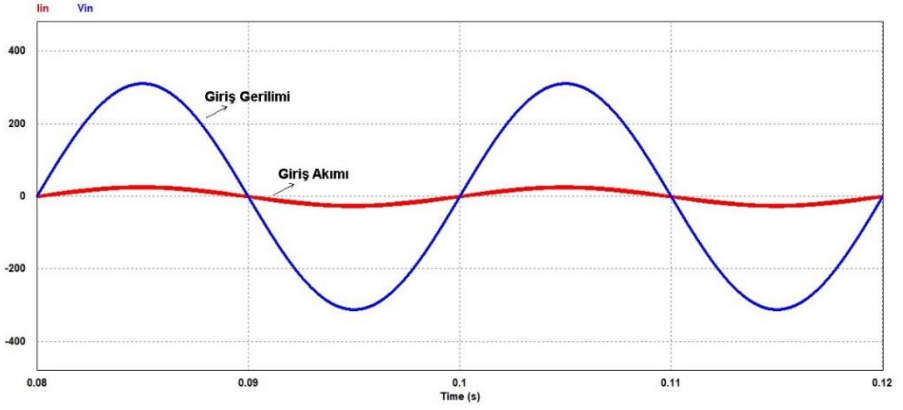
Endüktans Değeri ($L = L1 = L2$)	500 μ H
Çıkış Kondansatörü Değeri (C)	2 mF
Anahtarlama Frekansı (f_{sw})	50 kHz
Doluluk Oranı (D)	%50

5. PTPKYD Devresinin Simülasyon Sonuçları

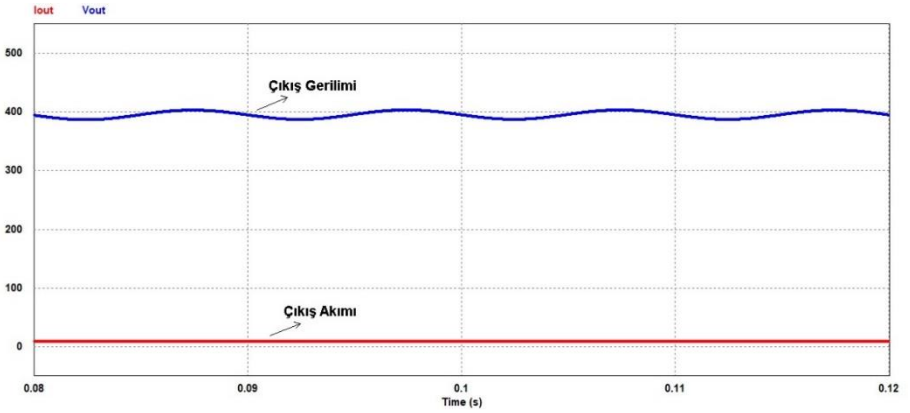
PTPKYD devresini, simülasyon ortamında çalıştırabilmek için kapalı çevrim kontrol sistemi kullanılmıştır. Tasarlanan kapalı çevrim kontrol sistemi, kendi içerisinde iki adet döngüden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla gerilim ve akım döngüleridir. Kontrol sisteminin çalışma mantığı aşağıda özetlenmiştir.

Öncelikle, doğrultulmuş hâldeki giriş gerilimi anlık olarak ölçülür ve örneklenir. Örneklenen bu gerilim sinyali değeri, dönüştürücünün çıkış gerilimi ile referans gerilim değerlerinin karşılaştırılması (gerilim döngüsü) neticesinde elde edilen hata sinyali ile çarpılır. Bu işlemin sonucunda ortaya çıkan sinyal ise dönüştürücünün giriş akımı için referans olmaktadır. Daha sonrasında bu referans sinyal ile doğrultulmuş giriş akımı değerleri karşılaştırılır (akım döngüsü) ve üretilen hata sinyaline göre kontrol devresinde uygun anahtarlama mekanizmaları oluşturulur. Burada yapılan tüm işlemler boyunca akım döngüsü aracılığıyla dönüştürücünün reaktif güç sarfıyatı minimum seviyede tutulmaktadır. Yani giriş gerilimi ile giriş akımı aynı faza çekilmektedir ve bu durum sayesinde devrenin güç faktörü değeri yüksek seviyelerde olmaktadır. Gerilim döngüsü ise DC karakterdeki çıkış geriliminin istenen değer aralıklarında kalmasını sağlar ve çıkış gerilimindeki dalgalanma miktarının önemli ölçüde azalmasına neden olur.

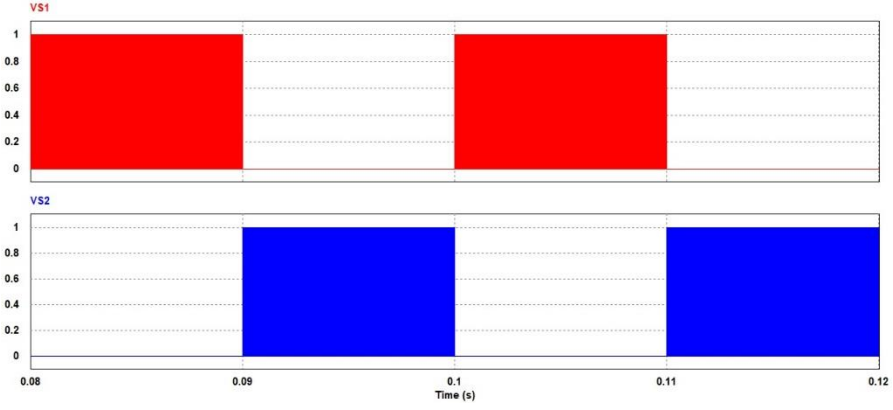
PSIM ortamında gerçekleştirilen simülasyon çalışmasının sonuçları aşağıda gösterilmiştir.



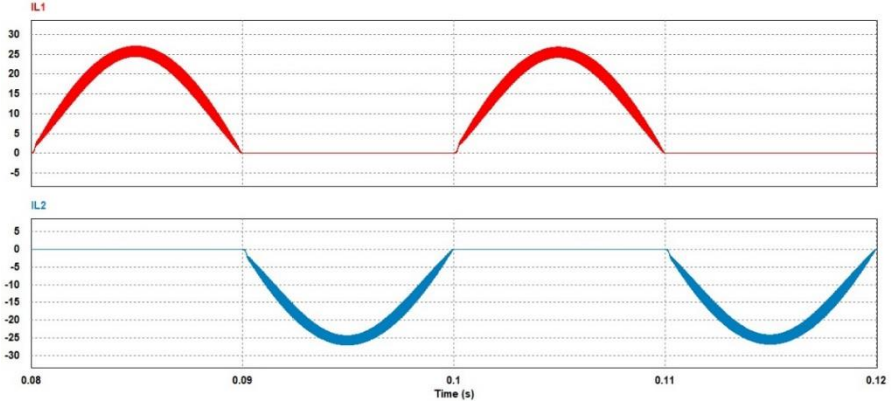
Şekil 8. PTPKYD Devresinin Giriş Akım ve Gerilimine Ait Dalga Şekilleri



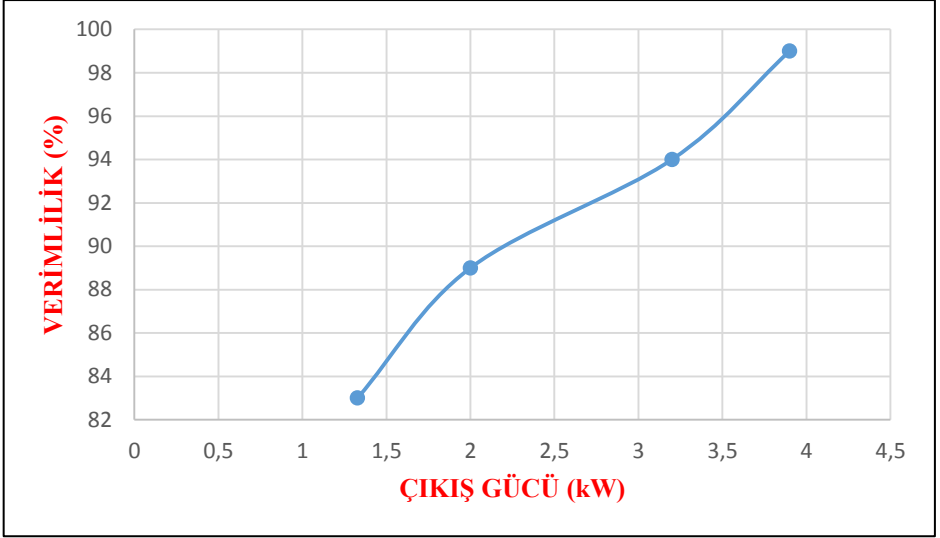
Şekil 9. PTPKYD Devresinin Çıkış Akım ve Gerilimine Ait Dalga Şekilleri



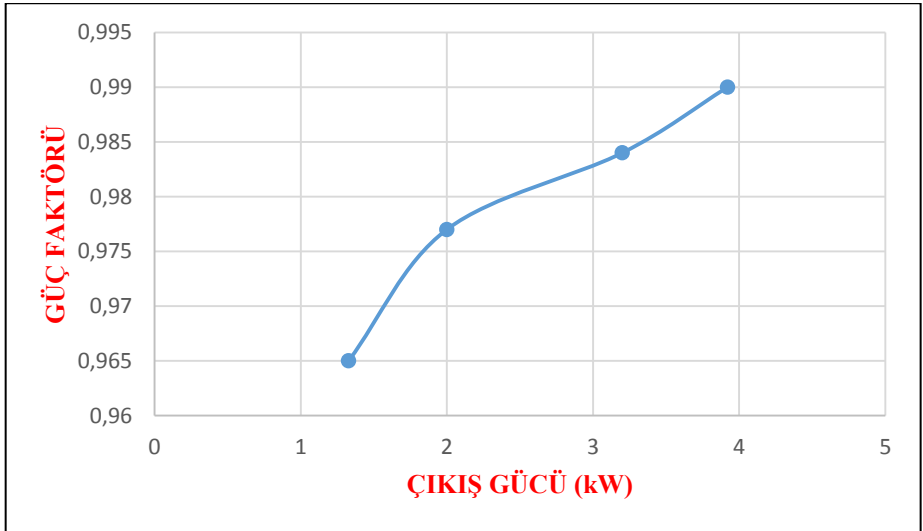
Şekil 10. S1 ve S2 Elemanlarının Anahtarlama Karakteristiği



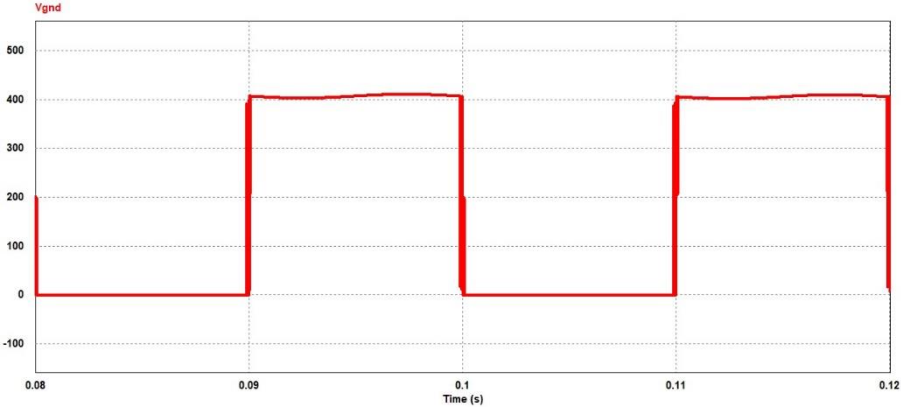
Şekil 11. L1 ve L2 Endüktörleri Üzerinden Geçen Akımın Dalga Şekilleri



Şekil 12. Verimliliğin Çıkış Gücüne Bağlı Değişim Grafiği



Şekil 13. Güç Faktörü Değerinin Çıkış Gücüne Bağlı Değişim Grafiği



Şekil 14. Giriş Kaynağı Toprağı ile Çıkış Yüğü Toprağı Arasındaki Gerilim Değişimi (Ortak-Mod Gürültü Kaynağı)

6. Sonuç

Şekil 8'deki giriş gerilim ve akımına ait dalga formlarından, PTPKYD devresinin, ideal anahtarlama durumunda, güç faktörünün, 0,99 gibi çok yüksek bir değerde olduğu sonucu ortaya konulmuştur. Bunun yanında giriş akımı için elde edilen toplam harmonik bozulumu %1,046 değeri ile EN61000-3-2 standardını sağlamaktadır. Ayrıca çıkış gerilimi ve akımındaki dalgalanma miktarlarının hedeflenen seviye aralıklarında kaldığı, Şekil 9'da görülmektedir. Belirlenen akım yollarına göre S1 ve S2 anahtarlarının iletim ve kesim durumlarına ait anahtarlama karakteristikleri, kapalı çevrim kontrol sistemi tarafından istenen şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 10).

Çıkış gücüne bağlı olarak elde edilen verimlilik ve güç faktörü değişim grafiklerinde ise PTPKYD devresinin, belirlenen parametreler doğrultusunda ortalama 4 kW çıkış gücü değerinde en iyi performansı gösterdiği ve iletim kayıplarının bu güç seviyesinde en az olduğu öngörülmüştür. Son olarak giriş kaynağı ile çıkış yükü topraklama bölgeleri arasında meydana gelen yüksek frekanslı gerilim salınımları, minimum seviyede kaldığı için devrede parazitik kapasitans oluşumu önemli ölçüde azalmış ve bu durum sayesinde de devrenin ortak-mod gürültüsü önemli miktarda yok edilmiştir (Şekil 14).

Kaynakça

- [1] Singh, B., Singh, B. N., Chandra, A., Al-Haddad, K., Pandey, A., & Kothari, D. P. (2003). A review of single-phase improved power quality AC-DC converters. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 50(5), 962-981.
- [2] Figueiredo, J. P. M., Tofoli, F. L., & Silva, B. L. A. (2010, November). A review of single-phase PFC topologies based on the boost converter. In *9th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications (INDUSCON)*, (pp. 1-6). IEEE.
- [3] Mohanty, P. R., Panda, A. K., & Das, D. (2015, December). An active PFC boost converter topology for power factor correction. In *India Conference (INDICON), 2015 Annual IEEE* (pp. 1-5). IEEE.
- [4] Sahoo, S. K., & Jariwala, H. R. (2012, May). A new power factor correction technique using PFC boost converter. In *Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012 11th International Conference on* (pp. 819-823). IEEE.
- [5] Gopinath, M., Prabakaran, & Ramareddy, S. (2011). A brief analysis on bridgeless boost PFC converter. In *Second International Conference on Sustainable Energy and Intelligent System (SEISCON 2011)* (pp. 242-246).
- [6] Choi, W. Y., Kwon, J. M., Kim, E. H., Lee, J. J., & Kwon, B. H. (2007). Bridgeless boost rectifier with low conduction losses and reduced diode reverse-recovery problems. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 54(2), 769-780.
- [7] Huber, L., Jang, Y., & Jovanovic, M. M. (2008). Performance evaluation of bridgeless PFC boost rectifiers. *IEEE Transaction Power Electronics*, 23(3), 1381-1390.
- [8] Lu, B., Brown, R., & Soldano, M. (2005, March). Bridgeless PFC implementation using one cycle control technique. In *Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2005. APEC 2005. Twentieth Annual IEEE* (Vol. 2, pp. 812-817). IEEE.
- [9] Kim, Y. S., Lee, B. K., & Lee, J. W. (2011, October). Topology characteristics analysis and performance comparison for optimal design of high efficiency PFC circuit for telecom. In *Telecommunications Energy Conference (INTELEC), 2011 IEEE 33rd International* (pp. 1-7). IEEE.
- [10] Lu, X., Xie, Y., Cheng, L., Wang, Z., & Gui, C. (2012, June). Semi-bridgeless boost PFC rectifier for wide voltage input range based on voltage feed-forward control. In *Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC), 2012 7th International* (Vol. 3, pp. 1894-1899). IEEE.

- [11] Musavi, F., Edington, M., Eberle, W., & Dunford, W. G. (2012). Evaluation and efficiency comparison of front end AC-DC plug-in hybrid charger topologies. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 3(1), 413-421.
- [12] Salmon, J. C. (1995, March). Circuit topologies for PWM boost rectifiers operated from 1-phase and 3-phase ac supplies and using either single or split dc rail voltage outputs. In *Applied Power Electronics Conference and Exposition, 1995. APEC'95. Conference Proceedings 1995., Tenth Annual (Vol.1, pp.473-479)*. IEEE.
- [13] Liu, J., Chen, W., Zhang, J., Xu, D., & Lee, F. C. (2001, September). Evaluation of power losses in different CCM mode single-phase boost PFC converters via a simulation tool. In *Industry Applications Conference, 2001. Thirty-Sixth IAS Annual Meeting. Conference Record of the 2001 IEEE (Vol.4, pp.2455-2459)*. IEEE.
- [14] Karaarslan, A., & İskender, İ. (2011). Güç katsayısı düzeltim devrelerinde ortalama akım kontrol tekniği ve sayısal sinyal işlemcisi kullanarak yeni bir yöntemin uygulanması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26(1).

TARIM SEKTÖRÜNDE SOĞUK ATMOSFERİK PLAZMA TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI

Turgay ÇORUHLU

*Doktora Öğrencisi., Fizik Bölümü, Yeditepe Üniversitesi,
tcoruhlu@gmail.com*

Özet

Fiziksel plazmaların enerji ve tıp başta olmak üzere pek çok endüstriyel uygulama alanı vardır. Füzyon reaktörleri, itki sistemleri, yüzey işlemleri, bakteri inaktivasyonu ve kanserle mücadele plazma teknolojilerinin çığır açıcı ileri teknikler getirdiği araştırma sahalarının başında gelmektedir. Bunlara ek olarak son dönemde hızla gelişmekte olan “Plazma Tarım” ekilebilir tarım alanlarının üretim verimliliğinin artırılması, gıdaların korunması ve raf ömrünün uzatılması gibi konularda yenilikçi çözümler sunmaktadır. Tohum çimlenmesi ve sulamada plazma teknolojisi kullanılarak ürün rekoltesi artırılabilirdiği gibi bitki zararlıları ile etkin şekilde mücadele edilebilmektedir. Bu bildiri de, plazma kaynaklarından olan soğuk atmosferik plazma jetlerinden ve tarım sektöründeki uygulamalarından bahsedilmektedir. Bunun yanında, Doğu Karadeniz bölgesinde üretilen çay ve son yıllarda aynı bölgede yeşil yapraklı bitkilere çok büyük zarar veren *Ricania Simulans* kelebeği ile mücadele için iki proje önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Soğuk atmosferik plazmalar, plazma ile aktifleştirilmiş su, plazma tarım.

Abstract

Physical plasmas have many industrial applications, mainly energy and medicine. Fusion reactors, propulsion systems, surface modification, bacterial inactivation and fight against cancer are the main research areas that plasma technologies pose emerging advanced techniques. In addition, emerging field of plasma agriculture presents innovative solutions in increasing productivity of cultivable agricultural areas, food preservation and improving shelf life of crops. Utilization of plasma in seed germination and irrigation can increase agricultural

yield, and help to combat against plant pests effectively. In this paper, the cold atmospheric pressure plasma jets, one of the plasma sources, and their applications in agricultural sector are discussed. In addition, two potential projects for tea grown in Eastern Black Sea region, and reducing hazardous effects (especially on green plants) of *Ricania Simulans* are proposed.

Keywords: Cold atmospheric plasmas, plasma activated water, plasma agriculture.

1. Giriş

Maddenin dördüncü hâli olan plazma en basit tanımla iyonlaşmış gaz demektir. Çok geniş bir uygulama yelpazesi vardır. Yarıiletken aygıt üretimi, iletişim teknolojileri, enerji ve sağlık ilk akla gelen alanlardır. Plazmalar basınçlarına göre düşük, atmosferik ve yüksek basınçlı olarak üçe ayrılır. Atmosferik basınç plazmalar (APP) ise kendi içinde ısısız dengede olan ve olmayan şeklinde iki gruba ayrılır. Bu bildiri de ısısız dengede olmayan (non-equilibrium) APP sistemlerinden bahsedileceğinden N-APP yerine sadece APP kısaltması kullanılacaktır. Pek çok APP kaynağı vardır. Dielektrik Bariyer Deşarj (DBD), korona deşarj, plazma jet, plazma torç örnek olarak verilebilir.

Son yirmi yılda fiziksel plazmaların (biyolojik plazmalardan farklı olduğunu göstermek için fiziksel denmiştir) tıp uygulamaları çok çalışılan bir alan olmuştur. Sterilizasyon [1], kanın pıhtılaştırılması [2], yara tedavisi [3], kanserle mücadele [4,5] konularında fiziksel plazmaların kullanılabilmesi ortaya konmuştur. Başlangıçta çoğunlukla bakteriyel hücrelerin yok edilmesini amaçlıyordu. Araştırmalar ilerledikçe plazmanın oluşturduğu elektrotlar veya deşarj tüplerinin hacminin ötesinde reaktif türler üreten cihazlara olan talep arttı. Bu da plazma akıntısını (plume) çevresel ortama ulaştırabilen ve (dengede olmayan) atmosferik basınç plazma jet (APPJ) olarak bilinen plazma kaynaklarının geliştirilmesini sağladı. Çok yakın zamanda da plazmanın tarım sektöründeki potansiyeli üzerine araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.

APPJ ile oluşturulan reaktif türler hücre, doku, enzim veya protein gibi biyolojik yapıları içeren sıvı ortam ile temas etmeden önce ısıtılı-sonrası (afterglow) deşarjdan geçer. Reaktif türlerin oluşumu ve iletimindeki zaman aralıkları ve gerçekleşen elementler süreçler bir aşamadan ötekine önemli ölçüde

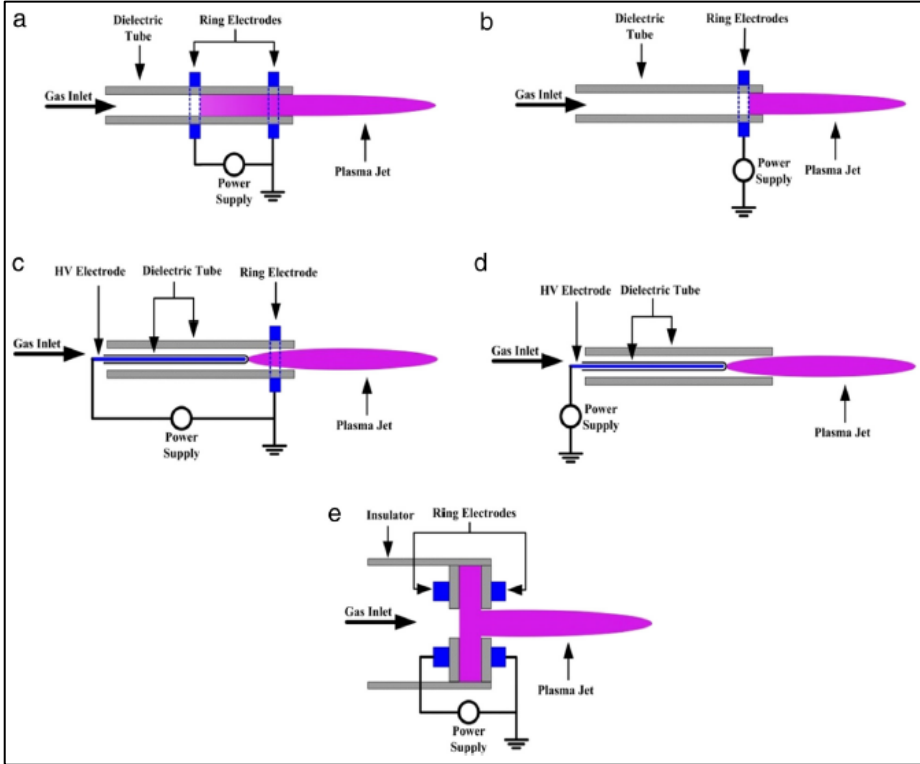
değişiklik göstermektedir. Işıltı-sonrası dönemde ozon (O_3), nitrik oksit (NO) ve nitrik dioksit (NO_2) gibi ikincil reaktif türler ortaya çıkar. Lakin bir plazma jet biyolojik madde içeren sıvı ortamın yüzeyi ile doğrudan etkileştiğinde bahsi geçen uzun ömürlü radikaller yanında elektronlar, pozitif ve negatif iyonlar ile bazı uyarılmış türler gibi kısa ömürlü radikaller de biyolojik malzemenin muamelesinde rol oynarlar [6]. Bu yüzden plazmanın ürettiği türler biyolojik malzemeye ulaşıncaya kadar çoklu dönüşümler meydana gelir. APPJ nötral veya iyonize olmuş reaktif türlerin oluşumu ve taşınması için etkili araçlardır.

2. Atmosfer Basıncılı Plazma Jetler

Dengede olmayan, atmosfer basıncında ve düşük sıcaklıktaki plazmalar ilgili çalışmalar von Engel'in katodun sıcaklığını kontrol etmek için böylesi bir plazma üretmesi [7] ile başlamış olsa da ancak 1980'lerin sonuna doğru kararlı, göreceli yüksek hacimli ve dengede olmayan atmosfer basıncılı plazmalar oluşturulmaya başlandı [8-10]. İlk örnekler DBD yapısı, Helyum (He) gazı ve kV düzeyinde voltajlar ile kHz düzeyinde frekanslara sahip sinüzoidal uyarımlar kullanıldı. 1990'ların sonundan itibaren plazma kimyasını daha iyi kontrol etmek için nano ve mikro-saniye darbeler kullanılmaya başlandı [11-14]. Günümüzde APPJ'lerin biyolojik hedeflere taşınabilen ve belli etkileri tetikleyen reaktif türler oluşturduğu genel olarak kabul edilmiştir. Pek çok plazma jet ve torç (torch)* tasarımı yapılmış (Şekil 1) ve farklı uygulamalar için kullanılmıştır. Ancak gaz sıcaklığı (Tg) biyolojik hücre ve dokular çok yüksekti. Örneğin Selwyin vd. bakterileri başarılı şekilde öldüren RF APPJ geliştirdiler; ancak, Tg >70 °C idi [15]. Her ne kadar bu sistem düşük sıcaklık plazma (LTP) sınıfına dâhil edilebilirse de deri veya yumuşak dokulara zarar vermeden muamele etmek için kullanılamaz. Son on yılda geliştirilen diğer plazma jet tasarımları 40 °C' yi aşmayan gaz sıcaklığına sahip plazmalar (soğuk plazmalar) ürettiler [16, 17]. Bu sistemlerde çoğunlukla He veya Ar gibi soygazlar kullanılmış olup oksijen veya hava da eklenmiştir. Böylece santimetreler uzunluğunda LTP akıntıları rutin olarak elde edilmiştir ve bu sürekli dalga veya darbeli güç modlarında, DC, RF hatta mikrodalga frekanslarında başarılmıştır [16]. Darbeli plazma akıntılarının uzunluğu uygulanan voltaj, darbenin genişliği, tekrarlama hızı, darbe yükselme zamanı ve gaz akış hızına bağlıdır. Plazma akıntıları uç kısımlarında küçük tesir

* Jet ve torç tasarım olarak aynıdır. Torç yüksek sıcaklıklarda kullanılır.

kesitlerine sahip olabilir ve böylece mikrometreler hassasiyetinde yerel etkiler yaratabilir. Bu özellik yüksek duyarlılık gerektiren biyomedikal işlemler için çok yararlıdır.



Şekil 1: Biyolojik Uygulamalar için Tasarlanmış Temel APPJ Sistemleri [31].

Burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta plazma ışıltılarının sürekli olmadığıdır. Çıplak gözle görülenin aksine plazma mermilerinden (bullet) oluşur ve 105 m/s'ye kadar yüksek hızlarla yayılırlar [18-20]. Plazma mermilerinin dinamiği çekirdek elektronların yüksek yoğunluğu ve foto-iyonizasyon süreçlerini dikkate alan model ile açıklanabilir [19, 21]. Son dönemde yapılan çalışmalar merminin ucundaki güçlü elektrik alanların yayılmada önemli rol oynadığını göstermiştir [22-24].

APPJ araştırmaları başlangıçta bakteri, mantar ve sporlar gibi zararlı mikroorganizmaların sterilizasyonuna odaklanmıştır. Daha sonra APPJ'lerin O , O^{-2} , O_3 ve OH gibi reaktif oksijen türleri (ROS) ile NO ve NO_2 gibi reaktif

nitrojen türlerini (RNS)[§] ürettiği ortaya konulmuştur. Bu radikallerin ve onların bazı reaksiyon ürünlerinin güçlü oksidatif özellikler gösterdiği ve canlı hücrelerde sinyal yollarını tetiklediği iyi bilinmektedir.

Ökaryot hücreler üzerinde yapılan deneylerde bazı koşullar altında APP'lerin canlı hayvan ve bitki dokularına çok az zarar verdiği gösterilmiştir. Örneğin, deri fibroblast hücreleri plazmaya orta dozda maruz kalınca genellikle yaşayabilir kalırken bakteriyel hücreler ölebilmektedir. Fibroblastların çoğalması yara iyileşme sürecinde kritik bir adımdır.

APP'ler sağlıklı hücrelere dokunmadan kanserli hücreleri de öldürebilir. Bu sürecin plazmanın ürettiği reaktif türler vasıtasıyla gerçekleştiği düşünülmektedir. Plazmalar ameliyat, ışınım (radyasyon) tedavisi ve ilaç tedavisinde (kemoterapide) tamamlayıcı veya destek tedavi olarak yeni olanaklar sunmaktadır. Örneğin Hefny vd. [25] bağırsak kanseri operasyonlarından sonra ameliyatla alınamayan küçük parçaların yok edilmesi veya kanserli hücrelerin yayılmasının önlenmesi için fiziksel plazma-sıvı sistemi üretmişlerdir.

2.1. Atmosferik Plazmaların Prokaryot Hücreler Üzerine Etkileri

Bakterilerin inaktivasyonu APP'lerin ilk biyolojik uygulamasıydı ve bu amaçla çoğunlukla DBD kullanıldı. Daha sonra APPJ'lerin daha fazla yararları olduğu görüldü ve daha çok kullanılmaya başlandı. Bakteri sayısındaki azalma veya inaktivasyon bölgesinin büyüklüğü bakteri türüne, başlangıç derişimine ve hücrelerin tohumlandığı ortama bağlıdır. Yeterince uzun APPJ'ye maruz kalma sporlaşmış gram-pozitif bakterilerin etkili şekilde inaktivasyonunu sağlar ki aksi takdirde öldürmek çok zordur. Ayrıca benzer dozda plazmaya maruz kalmanın planktonik bakteriyel hücreleri biyofilmlerden daha güçlü etkilediği sıkça gözlemlenmiştir. Bu sonuç mantıklıdır çünkü biyofilmler bakteriyel hücreler topluluğu, hücre-dışı zank gibi polisakkarit film oluşturarak kendini korumak için kendiliğinden organize olurken oluşur. Bu durumda, tamamen değilse de etkili biyofilm imhası 10 dakika gibi uzun süreler gerektirir [26, 27].

[§] ROS ve RNS birlikte kullanıldığı zaman RONS kısaltmasında kullanılabilir.

2.2. Atmosferik Plazmaların Ökaryot Hücreler Üzerine Etkileri

Ökaryotların hücre-altı yapıları prokaryotlara kıyasla oldukça farklıdır. En önemli fark ökaryotik hücrelerde çekirdek zarının olmasıdır. Bunun yanında hücre işlevi için önemli pekçok hücre-altı birim zara bağlı organellerle içerilmektedir. Bu yüzden memeli hücreleri gibi ökaryotlar hücre dışı fiziksel ve kimyasal etkilere bakteriler gibi prokaryotlardan farklı tepki verir. Bunu sağlıklı fibroblast ve kanserli hücreler ile açıklayalım. Fibroblastların farklı plazma dozajları (plazmaya maruz kalma süreleri) kullanılarak muamele edilmesi önemli fenotipik değişimlere neden olur. Bu değişimler, değişmiş hücresel durumlara neden olan hücre içi sinyal zincirlerini modifiye eden ortamda reaktif türlerin artışıyla ilgilidir [28]. Benzer şekilde insan mesane kanser hücreleri (SCaBER) plazma ile muameleye tabi tutulmuştur [29]. 48 saat sonra hücrelerin yüzde onunun yaşadığı görülmüştür.

Deneysel çalışmalar APPJ'nin biyolojik hücrelere doza bağlı olarak etkide bulunduğunu göstermektedir. Ökaryotların tepkisi hemen olmamaktadır ve bu APPJ'nin hücrelere ana kuvvet olarak doğrudan etki etmediğini ama biyokimyasal olaylar zincirini başlattığını belirtmektedir.

Bütün bu araştırmalar ve örnekler, RONS ve onların ürünlerle tepkimelerinin APPJ'lerin canlı hücreler üzerinde gözlemlenen etkilerinin en muhtemel nedenleri olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle reaktif türlerin (ozon, nitrit, nitrat ve hidrojen peroksit) derişimi ve akısının ölçümü hayati öneme sahiptir.

3. Plazma-Sıvı Etkileşimi

Plazmanın sıvı ile etkileşimi plazma bilimi ve teknolojisinde önemi gittikçe artan bir araştırma alanıdır. Termal dengede olmayan plazmaların sıvı halle etkileşimi çevrenin korunması, malzeme bilimi ve sağlık başta olmak çeşitli uygulama alanları vardır. Bu alandaki ilk çalışma elektrik arkları ile havada nitrit asit oluşturan Cavendish'e atfedilmektedir. Elektrokimya bağlamında plazma-sıvı deneyleri yüzyıl geriye kadar gitmektedir [2]. Yaklaşık otuz yıl öncesine kadar ışıltılı deşarj (glow discharge) elektroliz ve dielektrik sıvıların kırılım (breakdown) çalışmaları üzerine odaklanılıyordu. Plazmaların ve onların sıvı ile temas etmesinin hidroksil ve hidrojen peroksit gibi reaktif türleri ve UV ışınım kaynağı olduğu bulunduktan sonra çevre ile alakalı araştırmalar ön plana

çıkıştır. Plazmalar organik ve inorganik bileşiklerin suda parçalanmasını sağlayan ileri bir oksidasyon teknolojisi formudur. Suda mikrosaniye atımlı deşarjlar üzerine pek çok çalışma bu konular üzerinedir. Son on beş yıl içinde plazma-sıvı etkileşimi araştırmaları analitik kimya, nanoparçacık sentezi, malzeme işleme, kimyasal sentezleme (H_2O_2 , H_2) ve tıbbi uygulamalar (yara tedavisi, kanı pıhtılaştırma, doku kesimi vb.) gibi pek çok alana genişlemiştir [30].

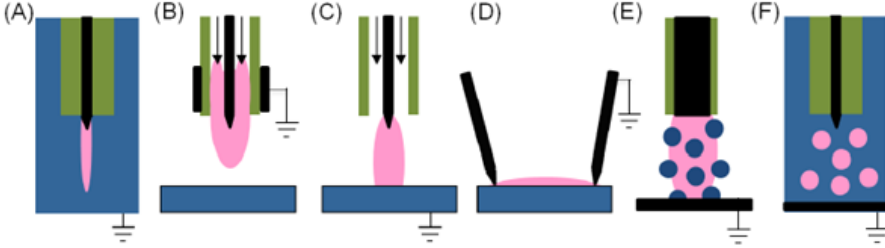
Sıvı içinde oluşturulan plazmalar nanosaniye darbeleri ve DC voltajlarda 50 Hz AC 'den GHz mikrodalga uyarımlarda oluşturulabilir. Çalışma basınçları iyonik sıvılarda çok düşük olabileceği gibi süperkritik sıvılarda çok yüksek olabilir. Atmosferik basınçlarda bile doğrudan su içinde darbeleri deşarjların oluşturduğu plazma filamentleri tarafından GPa düzeyinde kısa süreli basınçlar üretilir [30].

Sıvılarda elektriksel kırılma ve iyonlaşma yıllardır araştırılmaktadır ve sıvı argon gibi atomik sıvıların iyonlaşma mekanizmaları göreceli iyi bilinmektedir [22]. Ancak bu durum özellikle su gibi polar sıvılar için geçerli değildir. Her ne kadar sudaki elektriksel kırılmasının hava kabarcıkları oluşumuyla veya önceden varolan boşluklar içinde meydana geldiği düşünülüyor idiyse de son dönemdeki bazı çalışmalar bunun bir faz değişimi olmadan meydana geldiğini göstermektedir. Sıvı içindeki plazmalar deşarj morfolojisi, gaz sıcaklığı, elektron yoğunluğu ve uyarılma sıcaklıkları gibi temel plazma parametrelerini ölçmeye yarayan görüntüleme ve optik emisyon spektroskopisi (OES) teknikleri ile incelenmektedir. Sayısal modelleme de çokça kullanılmaktadır. Ancak iki temel mesele hâlâ önümüzde durmaktadır. Biri, sıvılardaki kırılma süreç ve mekanizmalarıdır. Diğeri, plazma-sıvı arayüzeyinde gerçekleşen fiziksel ve kimyasal süreçlerdir [30].

Suyla temas eden plazmaların karmaşık süreçleri arayüzeyel reaksiyonları, kütle ve ısı iletimi, gaz ve sıvı fazı kimyayı içerir. Arayüzey bölgesi kısa süreli türlerin oluşmasını da içeren pek çok önemli sürecin olduğu yerdir. Fakat yaşam sürelerine göre farklı radikaller farklı etki (penetrasyon) derinliğine sahip olabilecektir. Bu yüzden arayüzeyel katmanın kalınlığı farklı süreçler ve türler için değişebilir.

Plazma-sıvı sistemleri oluşma yöntemi veya konbiçimine (konfigürasyona) bağlı olarak sınıflandırılabilir. Ancak sıvıyla etkileşim çeşidi çok büyük

önem taşır çünkü plazma parametrelerini çok etkilemektedir. Örnek bir sınıflandırma Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Plazma-Sıvı Etkileşiminde Kullanılan Farklı Deşarjlar [30]: (A) Sıvıda doğrudan deşarj, (B-D) Gaz fazı deşarjlar ve (E-F) Çoklu-fazlı deşarjlar. Daha ayrıntılı söylemek gerekirse: (B) Sıvı ile doğrudan temas etmeyen plazma jet, (C) Sıvı elektrotlu gaz fazı plazma, (D) Yüzey deşarjı, (E) Dağınık sıvı fazlı (aerosol) gaz plazmalar ve (F) Hava kabarcıklarındaki deşarjlar. (Mavi, pembe, yeşil ve siyah renkleri sırasıyla sıvı, plazma, dielektrik ve metal elektrotları göstermektedir.)

Günümüzdeki en çok araştırma genellikle sıvı ile doğrudan elektriksel temas etmeyen APPJ üzerinedir. APPJ’in oluşturduğu reaktif türler konvektif olarak sıvıya taşınır. APPJ’ler çoğunlukla bir veya iki tane dış halka elektrotlu DBD, merkezi iğne elektrot [32] veya kapasitif bağlantılı tek elektrotlu jetler olarak çalışır. Uyarılma frekansı DC, KHz ve MHz’ten sürekli dalga veya ayarlanabilir formatlarda GHz’e kadar değişebilir. Bu jetler arasındaki temel fark elektrik alanın gaz akışının yönüne yönelimidir (oryantasyonudur). Şekil 2B’deki çapraz (cross-field) konbiçimde elektrik alanının yönü gaz akışına genellikle dik iken Şekil 2C’deki doğrusal yönelimde ise genellikle paraleldir. Lineer jetlerdeki plazma, deşarj sıvıya yeterince yakınsa sıvı ile temas edebilirken çapraz jetlerde çoğunlukla temas etmez. Ancak çapraz jetler buruncuktan (nozzle) çok uzakta elektron ve iyonlar üreten yönlendirilmiş akışlar (streamers) sağlayabilirler.

4. Plazma Tarım

World Resources Institute tahminine göre dünya nüfusunun 2050 itibarıyla 9,6 milyar kişiye ulaşması beklenmektedir. Nüfusun hızlı büyümesiyle gıda ihtiyacı artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için küresel tarım ve gıda sanayisi her zamankinden daha yoğun bir baskıyla karşılaşacaktır. Bunun sonucunda çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki külfet de ciddi oranda artacaktır.

Tarımsal üretimi artırmasına karşın çevreye ve canlılara zarar veren böcek öldürücü vb. tarım kimyasalları kullanımı tarım sektörünün büyüyen bir problemidir. Bunun yanında pek çok zararlı böcek ilaçlara karşı direnç geliştirmiş ve çiftçilerin daha fazla ilaç kullanmasına neden olmuştur.

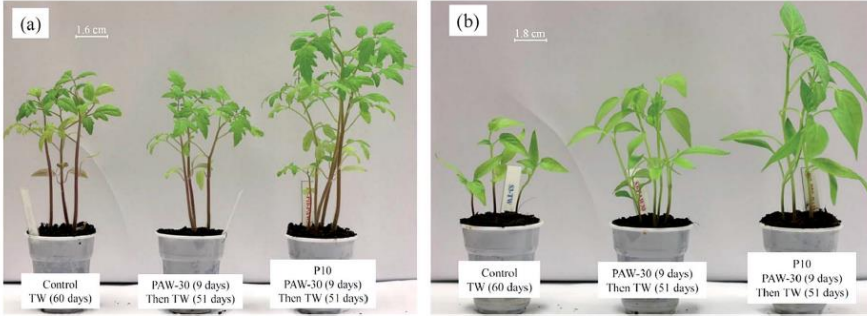
Bundan ötürü bilim insanlarının hasat öncesi tarım alanlarındaki zararlılarla mücadele ve hasat sonrası ürünlerin korunması için sürdürülebilir gıda üretim ve işleme teknolojileri geliştirmeleri gereklidir. Bu yeni teknolojiler ekinler veya gıda üzerinde herhangi bir kimyasal atık bırakmamalı, mantar gelişimini engellemeli, hasat sonrası kayıpları azaltmalı, çimlenme yeteneğini artırmalı, gıda güvenliğini sağlamalı ve gerektiğinde yeni masraf çıkarmadan çalışma modunun değiştirilebilme esnekliğine sahip olmalıdır. Ayrıca daha az su ve enerji tüketmeli ve çevre dostu olmalıdır.

Ekin, gıda, tohum, insan ve çevreye zarar vermeden düşük sıcaklıkta ve kısa işlem sürelerinde çalışabilmeleri sayesinde soğuk plazma teknolojileri yukarıda saydığımız özelliklere sahip yenilikçi ve gelecek vadeden çözümlerdir. Plazma boşalmaları reaktif nötral türler, elektronlar, iyonlar, elektrik alanı ve UV ışınımı üretir. Bu faktörler RONS yoğunluğu, pH, yükseltgenme-indirgenme potansiyeli ve elektriksel iletkenlikte değişime yol açarak tohum çimlenmesi, bitki büyümesi ve tarımsal ürünün kalitesini etkiler [33].

Plazma teknolojilerinin tarımsal üretime katkısı ekilecek tohumların veya depolanacak ekinlerin zararlılardan arındırılması, tohum çimlenmesinin artırılması, gıda işleme yüzey ve ekipmanlarının yanı sıra taşıma araçlarının temizlenmesi, azotlu gübre üretimi, seralarda havanın sterilizasyonu, sulamada kullanılacak veya kullanılmış suyun temizlenmesi, toprak ıslahı, reaktif türler üreterek düşük pH ile toprağın patojen istilasından korunması, etilenin havadan ayrıştırılarak yaşlanma hızının düşürülmesi ve zararlı atıkların etkisizleştirilmesi şeklinde olmaktadır [34-35]. Bunların yanında plazmayla aktifleştirilmiş suyun (PAW) böcek ilaçlarının yerini alması düşünülmektedir. VitalFluid gibi şirketler bu konuda yatırım yapmaktadır.

Soğuk atmosferik plazmalar buğday, pirinç, fasulye, ve patates başta olmak üzere kırkın üzerinde bitki ve meyveye uygulanmıştır [36-38]. Bugüne kadar plazmanın tarımsal ürünlere en başarılı uygulaması darbeli yüksek voltaj deşarj kullanılarak yaklaşık 2 kat rekolte edilen Shiitake mantarlarıdır [37]. Sivachandiran ve Khacef [39] domates ve yeşilbiber tohumlarını soğuk atmosferik

plazmaya tabi tutmuş ve PAW ile sulamıştır. Çalışmanın çarpıcı sonuçları Şekil 3'te gösterilmektedir. Sadece 9 gün PAW (akabinde 51 gün şebeke suyu) ile sulanan yeşilbiberdeki büyüme çok açıktır. PAW 10 dk plazma ile muamele edildikten sonra ekilen tohuma uygulandığında hem domates hem de yeşilbiber de % 60'a kadar büyüklük artışı görülmüştür.



Şekil 3. Plazma ile Muamele Edilmiş Tohum ve Suyun (A) Domates ve (B) Yeşilbiber Üzerine Etkisi [39]. (TW: Şebeke suyu, P10: 10 dk plazmaya tabi tutulan tohum, PAW-30: 30 dk plazma ile aktifleştirilmiş su)

Amini ve Ghorannevis [40] siyah ve yeşil çaydaki patojenik mikroorganizmaların inaktivasyonunda APPJ'in etkili olduğunu gösterdiler. Bunun dışında çay konusunda bir araştırma yoktur.



Şekil 4. Ricania Simulans Yeşil Bitki Örtüsüne Büyük Zarar Vermektedir.

Soğuk atmosferik plazmaların kullanılabileceği başka önemli bir alan son on yıldır Doğu Karadeniz bölgesinde yeşil bitkilerin suyunu emerek onları yok eden ve bölgede “vampir kelebek” olarak adlandırılan *Ricania Simulans* (Hemiptera: Ricaniidae) ile mücadeledir. Ülkemize Gürcistan üzerinden gelen bu zararlıya karşı kültürel mücadele dışında etkili bir çözüm henüz bulunamamıştır. Her iki projenin ilk sonuçlarının gelecek çalıştayda sunulması planlanmaktadır.

5. Sonuç

Dünyanın yedinci ve Avrupa'nın en büyük tarım ülkesi olan ülkemiz için plazma teknolojileri çok yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu çalışmada plazma teknolojilerinden ve soğuk atmosferik plazmaların tarımda kullanılması (“Plazma Tarım”) üzerinde durulmuştur. Atmosferik plazma jetlerden bahsedilmiş ve Doğu Karadeniz Bölgesi için iki önemli proje önerilmiştir.

Kaynakça

- [1] Laroussi, M. (1996). Sterilization of contaminated matter with an atmospheric pressure plasma. *IEEE Trans. Plasma Sci.*, 22(3), 1188-1191.
- [2] Fridman, G, vd. (2006). Blood coagulation and living tissue sterilization by floating electrode DBD in air. *Plasma Chem. Plasma Process.*, 26(4):425-442.
- [3] Haertel, B., vd. (2014). Non-thermal atmospheric pressure plasma possible application in wound healing. *Biomolecules and Therapeutics*, 22(6), 477-490.
- [4] Keidar, M., vd. (2013). Cold atmospheric plasma in cancer therapy. *Physics of Plasmas*, 20(5), 057101.
- [5] Laroussi, M. (2014). From killing bacteria to destroying cancer cells: 20 years of plasma medicine. *Plasma Processes and Polymers*, 11(12), 1138-1141.
- [6] Lu, X. (2015). APPJs and their applications. *IEEE Trans. Plasma Sci.*, 43, 701-702.
- [7] Engel, V. A., & Steenbeck, R. S. M. (1933). Über die Glimmentladung bei hohen Drucken. *Z. Phys.*, 85, 144-160.
- [8] Kanazawa, S., Kogoma, M., Moriwaki, T., & Okazaki, S. (1988). Stable glow plasma at atmospheric pressure. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 21, 838-840.
- [9] Massines, F., Mayoux, C., Messaoudi, R., Rabehi, A., & Segur, P. (1992, September). Experimental study of an atmospheric pressure glow discharge application to polymers surface treatment. In *Proc. Int. Conf. Gas Discharges and their Applications* (pp. 730-733).

- [10] Roth, J.R., & Laroussi, M. (1992). Experimental generation of a steady-state glow discharge at atmospheric pressure. In *IEEE Conf. Rec. - Abstr. 1992 IEEE Int. Conf. Plasma*, 170–171.
- [11] Mildren, R. P., & Carman, R. J. (2000). Enhanced performance of a dielectric barrier discharge lamp using short-pulsed excitation. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, *34*, L1–L6.
- [12] Packan, D., Yu, L., Laux, C. O., & Kruger, C. H. (2001). Repetitively-pulsed DC glow discharge in atmospheric pressure air: Modeling and experiments with a 12 Kv, 10 Ns, 100 Khz pulse generator. In *Pulsed Power Plasma Science, 2001. IEEE Conference Record-Abstracts* (p. 259). IEEE.
- [13] Duten, X., Packan, D., Yu, L., Laux, C. O., & Kruger, C. H. (2002). DC and pulsed glow discharges in atmospheric pressure air and nitrogen. *IEEE Trans. Plasma Sci.* *30*, 178–179.
- [14] Laroussi, M., Lu, X., Kolobov, V., & Arslanbekov, R. (2004). Power consideration in the pulsed dielectric barrier discharge at atmospheric pressure. *J. Appl. Phys.* *96*, 3028–3030.
- [15] Selywin, G. S. vd., (1999). Decontamination of chemical and biological warfare agents using APPJ. *Physics of Plasmas*, *6*(5).
- [16] Laroussi, M., & Akan, T. (2007). Arc-Free atmospheric pressure cold plasma jets: A review. *Plasma Process. Polym.*, *4*, 777–788.
- [17] Lu, X., Laroussi, M., & Puech, V. (2012). On atmospheric-pressure non-equilibrium plasma jets and plasma bullets. *Plasma Sources Sci. Technol.*, *21*, 034005.
- [18] Teschke, M., Kedzierski, J., Finantu-Dinu, E. G., Korzec, D., & Engemann, J. (2005). High-speed photographs of a DBD-APPJ. *IEEE Trans. Plasma Sci.*, *33*, 310–311.
- [19] Lu, X., & Laroussi, M. (2006). Dynamics of an atmospheric pressure plasma plume generated by submicrosecond voltage pulses. *J. Appl. Phys.*, *100*, 063302.
- [20] Mericam-Bourdet, N., Laroussi, M., Begum, A., & Karakas, E. (2009). Experimental investigations of plasma bullets. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, *42*, 055207.
- [21] Wu, S., Lu, X., Liu, D., Yang, Y., Pan, Y., & Ostrikov, K. (2014). Photo-ionization and residual electron effects in guided streamers. *Phys. Plasmas*, *21*, 103508.
- [22] Begum, A., Laroussi, M., & Pervez, M. R. (2013). Atmospheric pressure He-air plasma jet: Breakdown process and propagation phenomenon. *AIP Adv.*, *3*, 0–16.

- [23] Sretenović, G. B., Krstić, I. B., Kovačević, V. V., Obradović, B. M., & Kuraica M. M. (2014). Spatio-temporally resolved electric field measurements in helium plasma jet. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, *47*, 102001.
- [24] Sobota, A., Guaitella, O., & Garcia-Caurel, E. (2013). Experimentally obtained values of electric field of an APPJ impinging on a dielectric surface. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, *46*, 5.
- [25] Hefny, M. vd., (2016). Atmospheric plasma generates oxygen atoms as oxidizing species in aqueous solutions. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, *49*(40), 404002.
- [26] Vleugels, M., Shama, G., Deng, X. T., Greenacre, E., Brocklehurst, T., & Kong, M. (2005). Atmospheric plasma inactivation of biofilm-forming bacteria for food safety control. *IEEE Trans. Plasma Sci.*, *33*, 824–828.
- [27] Becker, K., Koutsospyros, A., Yin, S. -M., Christodoulatos, C., Abramzon, N., & Joaquin, J. C. (2005). Environmental and biological applications of microplasmas. *Plasma Phys. Control. Fusion*, *47*, 513–523.
- [28] Barezzi, N., & Laroussi, M. (2014) Fibroblast cell morphology altered by low-temperature atmospheric pressure plasma. *IEEE Transactions on Plasma Science*, *42*(10), 2738-2739.
- [29] Mohades, S., Barezzi, N., & Laroussi, M. (2014). Efficacy of low temperature plasma against SCaBER cancer cells. *Plasma Process. Polym.*, *11*, 1150–1155.
- [30] Bruggeman, P., Kushner, M., Locke, B., Gardeniers, G., Graham, W., Graves, ..., Zvereva, G. (2016). Plasma-Liquid interaction: A review and roadmap. *Plasma Sources Sci. Technol.*, *25*(5), 053002.
- [31] Lu, X., Naidis, G. V., Laroussi, M., Reuter, S., Graves, D. B., & Ostrikov, K. (2016). Reactive species in N-APPs: Generation, transport, and biological effects. *Physics Reports*, *630*, 1-84.
- [32] Ono, R., & Oda, T. (2003). Dynamics of ozone and OH radicals generated by pulsed corona discharge in humid-air flow reactor measured by laser spectroscopy. *J. Appl. Phys.*, *93*, 5876–5882.
- [33] Ohta, T. (2016). Plasma in Agriculture. In Misra, N., Schlüter, O., & Cullen, P. *Cold Plasma in Food and Agriculture*, Chapter 8, Academic Press.
- [34] Ito, M., & Ohta, T. (2012). Plasma agriculture. *J. Korean Phy. Soc.*, *60*(6), 997-943.
- [35] Park, D., Davis, K., Gilani, S., Alonzo, C-A., Dobrynin, D., Friedman, G., ..., Fridman, G. (2013). Reactive nitrogen species produced in water by non-equilibrium plasma increase plant growth rate and nutritional yield. *Current Applied Physics*, *13*, 19-29.
- [36] Ito, M., Oh, J-S., Ohta, T., Shiratani, M., & Hori, M. (2017). Current status and future prospects of agricultural applications using atmospheric-pressure plasma technologies. *Plasma Process Polym.*, 1700073.

- [37] Puač, N., Gherardi, M., & Shiratani, M. (2017). Plasma agriculture: A rapidly emerging field. *Plasma Process Polym.*, 15(2), 1700174.
- [38] Liao, X., Liu, D., Xiang, Q., Ahn, J., Chen, S., Ye, X., & Ding, T. (2017). Inactivation mechanisms of non-thermal plasma on microbes: A review. *Food Control*, 75, 83-91.
- [39] Sivachandiran, L., & Khacef, A. (2017). Enhanced seed germination and plant growth by atmospheric pressure cold air plasma: combined effect of seed and water treatment. *RSC Adv.*, 7, 1822.
- [40] Amini, M., & Ghoranneviss, M. (2016). Black and green tea decontamination by cold plasma. *Res. J. Microbiol.*, 11, 42-46.

**ULUSAL SAYISAL UÇUŞ YETENEĞİ (USUY) –
[ICS & T-2016]
SAYISAL UÇUŞ MODELLEME YETENEĞİ (SUMY)
ÖN ÇALIŞMALAR – SONUÇLAR**

Hüsnü Arsev ERASLAN

*Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi, Bebek / İstanbul,
arsev.eraslan@boun.edu.tr*

Özet

Bu bildiri, öncelikle, 2015 yılı sonrasında, ulusal Özgün – Çağdaş – Özgür (ÖÇÖ) hava-uzay-aracı teknolojilerinin gerçekleştirilebilmesi için gereken “Ulusal Sayısal Uçuş Yeteneği (USUY)” bilgilerini uluslararası ve ulusal tanıtıcı düzeylerde olarak belirleyecektir.

NASA, 2005 ve 2006 yıllarında, geleceğin “Sayısal Uçuş” yöntemkuralı [“Digital Flight” paradigm] için gereken “yöntemkuralı kayması” [“paradigm shift”] kararını onayladı. Fakat, NASA, bilimsel ve ileri-teknoloji düzeylerinde gereken, AR-GE çalışmalarını açıklamadı. 2006 ve 2008 yıllarında, TC ulusal AR-GE kurumlarına, TC Ulusal Sayısal Uçuş Yeteneği (USUY) gerçekleştirme çalışmalarının, ulusal olarak, derhâl başlatılması gerektiği önerildi. 2010 yılında, ön-aşama düzeyinde olarak, USUY geliştirme ve uygulama çalışmaları başlatıldı.

2010 yılı sonrasında, Japonya ve AB ülkeleri (Almanya, Hollanda, Fransa, İtalya, İspanya, diğerleri) değişik isimler ile adlandırarak, gereken, ulusal “Sayısal Uçuş” AR-GE çalışmalarını başlattılar.

TC USUY kuruluş yapısı, Sayısal Uçuş yöntem kuralı ile uyumlu, 5 (beş) özel-yapılı yetenekler, (1) Sayısal Uçuş Modelleme Yeteneği, (2) Sayısal Uçuş Veri Tabanı Yeteneği, (3) Sayısal Uçuş Zarfı Yeteneği, (4) Sayısal Uçuş Denetim Yeteneği ve (5) Sayısal Uçuş Benzetici Yeteneği olarak tasarlandı. Ön aşama çalışmaları, (1) Sayısal Uçuş Modelleme Yeteneği ve (5) Sayısal Uçuş Benzetici Yeteneği yapılarının ulusal yazılım derlemlerinin geliştirilmelerini başlattı.

En önemli olarak belirlenen Sayısal Uçuş Modelleme Yeteneği kuruluş yapısı, 5 (beş) özel Modelleme Yazılım Derlemi (MYD) birimleri olarak, (1)

Aerodinamik MYD) + (birleşik aeroakustik ve aerotermodinamik + sesötesi uçuşlar için, kimyasal tepkimeli akış koşullarını oluşturan), (2) Yapısal (Statik–Dinamik) MYD, (3) Aeroservoelastik MYD, (4) Uçuş Dinamiği (Çoklu-Yapı) MYD ve (5) Uçuş Benzetici Görüntüleri için gereken MYD olarak tasarlandı. Gereken yazılım derlemlerinin her birinin, bütün incelenebilir ve derlenebilir kaynak kodları elde olan ve yürütebilir kodları yenileştirilerek (değiştirilerek) kullanılabilen “TC ulusal yazılım” birimleri olarak geliştirilmelerinin gerektiği kanıtlandı. Ön-aşama çalışmalarında, 3B-ESER MYD yeteneğinin bütün ön-sürüm yazılım birimleri, TC ulusal yazılımlar olarak gerçekleştirildi.

Bilgisayar sayısal-işlem-hızı verileri, 10^9 (G), 10^{12} (T), 10^{15} (P) olarak göz önüne alınırsa, 2000 yılında: 1 GFLOPS 1,000 \$ – 1 TFLOPS 1,000,000 \$ – 1 PFLOPS 1,000,000,000 olan, 2015 yılında: 1 GFLOPS 0.1 \$ – 1 TFLOPS 100 \$ – 1 PFLOPS 100,000 \$ olarak değişen, bilgisayar sayısal-işlem-hızı yatırım bedelleri, yaklaşık 1/10,000 oranında azaldı.

1965 yılında başlayarak, 50 yıllık bir sürede, ABD’de “en inanılan” ve “en önemli sayılan” varğı: “yazılım var – donanım yok,” 2015 yılında, ABD’de tersine döndü: “donanım var – yazılım yok” oldu! Bu nedenle, TC ulusal insan gücü kullanılarak gerçekleştirmekte olan TC USUY 3B-ESER Aerodinamik MYD + yeteneği AR-GE ve UY-GE çalışmaları, gelecekte, kesinlikle olanaklı düzeylerde sayısal-işlem-hızı yatırım bedelleri gerektirerek, uluslararası en-ileri bilimsel ve sayısal düzeylerde YBS çözüm sonuçları gerçekleştirebilecektir; (1) oynak-çoklu-kanat kesitleri, (2) rüzgâr-türbini pal kesitleri, (3) UH-60A Black Hawk rotor-pal kesitleri, (4) KALKAN – TC kanat-gövde kesitleri – 1A –gizli-uçuş aracı (sesaltı – sesüstü) – 2A – yeniden-giriş hava-uzay aracı (sesaltı – sesötesi), (5) tek-kama-yüzeyli kanat-gövde kesitleri, (6) çift-kama-yüzeyli kanat-gövde kesitleri, (7) Sesüstü [Mach 2, Hava Saldırı Açısı (HSA) 24°] çarpak [shock] oluşumu, (8) F-16 NACA-64-206 kanat kesiti öncü-kenar uçuş-denetim-yüzeyi ile uçuş iyileştirilmesi.

**National Digital Flight Capability (NDFC) – [ICS&T-2016]
Digital Flight Modeling Capability (DFMC) –
Preliminary Studies – Results**

Abstract

This paper will present, first, on international and national introductory levels, information about “National Digital Flight Capability (NDFC)”, that would be required, after 2015, to achieve the development of national Original – Contemporary – Free (OCF) aerospace technologies.

NASA, in years 2005 and 2006, approved the required “paradigm shift” decision for the “Digital Flight” paradigm of the future. But, NASA did not provide, much, if any, information about the scientific and advanced-technology R&D effort that would be required. In the years 2006 and 2008, it was recommended to TC national R&D organizations, that it was required to start, immediately, the development of the TC National Digital Flight Capability (NDFC) effort. In the year 2010, on preliminary stage level, TC NDFC R&D and application efforts got started.

After year 2010, Japan and EU countries (Germany, Netherlands, France, Italy, Spain, other), by utilizing different program names, started their own, national “Digital Flight” R&D efforts.

Organizational structure of TC NDFC, in compliance with the “Digital Flight” paradigm, was designed with 5 (five) specifically-structured capabilities, (1) Digital Flight Modeling Capability, (2) Digital Flight Database Capability, (3) Digital Flight Envelope Capability, (4) Digital Flight Control Capability and (5) Digital Flight Simulator Capability. Preliminary stage effort started the development of (1) Digital Flight Modeling Capability and (5) Digital Flight Simulator Capability.

The structure of Digital Flight Modeling Capability, identified as being the most important one to start, was designed with a structure of 5 (five) special Modeling Software Batch (MSB) units, as (1) Aerodynamic MSB + (combined aeroacoustic and aerothermodynamic + for hypersonic flights, also incorporating chemically reacting flow conditions), (2) Structural (Static –Dynamic) MSB, (3) Aeroservoelastic MSB, (4) Flight Dynamics (Multi-Body) MSB, (5) Flight

Simulator Display Construction MSB. For each one of the required software batches, it was underscored that all of its reviewable and compilable source codes must be in hand, as renewable (changeable) executable codes; and that all codes could be implemented as “TC national software.” All preliminary-version software units of 3B-ESER MSB were developed as TC national software.

Considering the computer-processing-speed information in terms of 10^9 (G), 10^{12} (T), 10^{15} (P); year 2000: 1 GFLOPS \$ 1,000 – 1 TFLOPS \$ 1,000,000 – 1 PFLOPS \$ 1,000,000,000 (were); year 2015: 1 GFLOPS \$ 0.1 – 1 TFLOPS \$ 100 – 1 PFLOPS \$ 100,000 (changed and became). Investment-cost of computer-processing-speed dropped, approximately, at 1/10,000 ratio.

Starting in 1965, during the 50 year period, in USA, the “most believable” and considered “most important” “proficiency conclusion”: “software yes! – hardware no!”, in year 2015, got reversed and became: “hardware yes! – software no!”. For this reason, TC USUY 3B-ESER Aerodinamik MYD +, which is currently being developed by TC national human resources, in the future, by requiring only feasible levels of investment cost of computer-processing-speed, will be able to generate, at the highest scientific and computational levels, High Performance Computing (HPC) solution results. Examples: (1) mobile-multi-wing sections, (2) wind-turbine blade sections, (3) UH-60A Black Hawk blade sections, (4) KALKAN – TC wing-body sections – 1A – stealth-flight vehicle (subsonic – supersonic) – 2A – reentry aerospace vehicle (subsonic – hypersonic), (5) single-wedge-surface wing-body sections, (6) double-wedge-surface wing-body sections, (7) supersonic [Mach 2, Angle of Attack (AoA) 24°] shock structure, (8) F-16 NACA-64-206 wing-section – leading-edge flight-control-surface for flight improvement.

ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMINDA İLERİ TEKNOLOJİ KAVRAMI

Tolunay KAYAARASI

*Öğr.Gör., T.C. Piri Reis Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi,
Tuzla / İstanbul, tkayaarasi@pirireis.edu.tr*

Özet

Çevrenin ve doğal kaynakların korunması koşuluyla ileri teknoloji kavramının ihtiyaç, enerji ve üretimin her safhasında sürdürülebilir ve yenilenebilir temiz enerji kaynağı, temiz üretim ve temiz atık için yapılması gereken bilimsel çalışmalar anlamına geldiğine inanıyoruz.

Gözlerden uzak bir yerde kirliliği ile temiz enerji üretip, göz önü bir yerde temiz üretim yapıyor gibi gösteren teknolojinin bundan böyle ileri teknoloji devrimi içinde artık yer alamayacağı ufukta görünmeye başladı.

Kavram ve prensip olarak ileri teknolojinin, ihtiyaçların giderilmesi için, üretim ve tüketim aşamalarındaki mevcut sorunları sürdürülebilir, yenilenebilir temiz enerji kullanımı ile ortadan kaldıracak bilimsel çalışmalar olması gerektiğini öngörüyoruz.

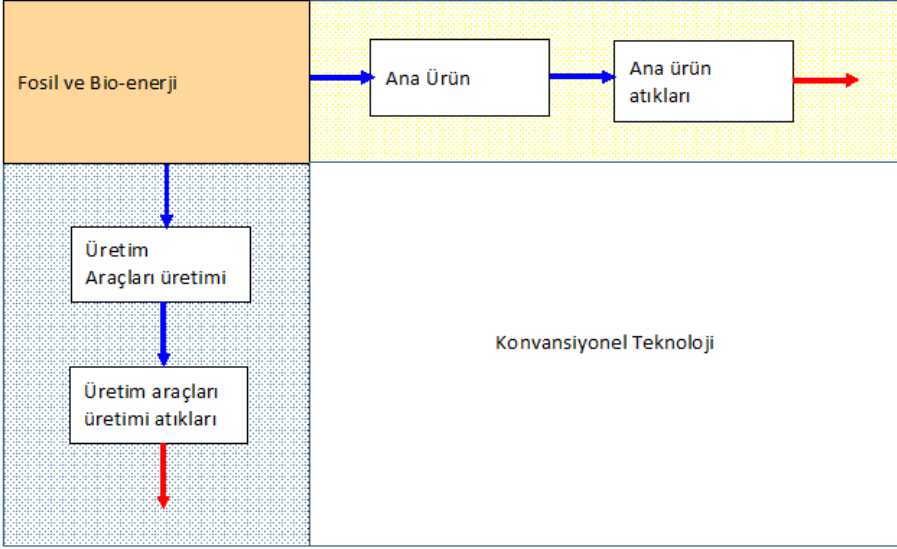
İhtiyaçların ancak ileri teknoloji kavram ve ilkelerinin ulusal ve uluslararası siyasi güç, üniversite ve sanayii tarafından kabulü ve iş birliği ile sürdürülebilir bir şekilde tatmin edilebileceğine ve ancak o zaman ileri teknolojinin varlığı hakkında konuşmanın doğru olacağını varsayıyoruz.

Anahtar Sözcükler: İleri teknoloji, temiz enerji, temiz üretim, temiz atık, sürdürülebilirlik, yenilenebilirlik.

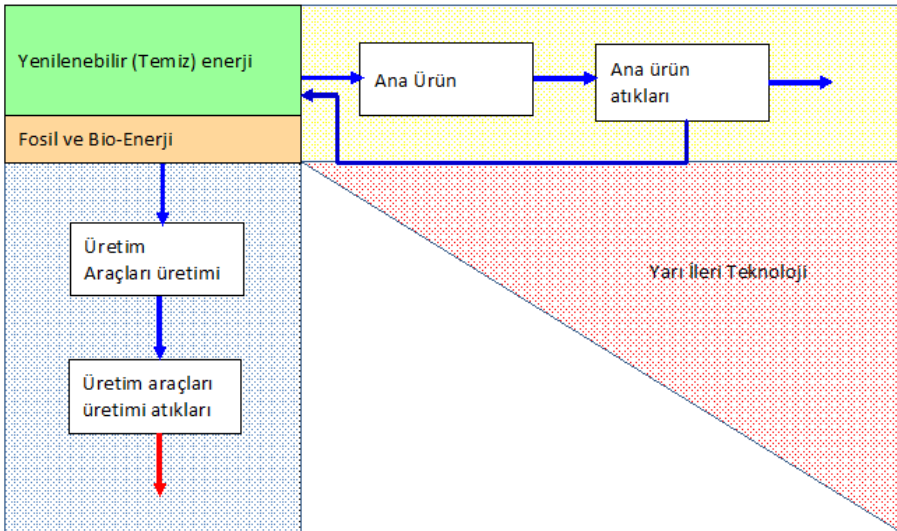
1. Giriş

Geleneksel ihtiyaç, enerji, üretim ve atık ürünler için yapılan mevcut çalışmalara ait kavram ve prensipler (bk. Şekil 1 ve Şekil 2) ile kolay, süratli ve yeteri miktarda temiz enerji üretim, depolama, kullanım ve atık ürünleri için

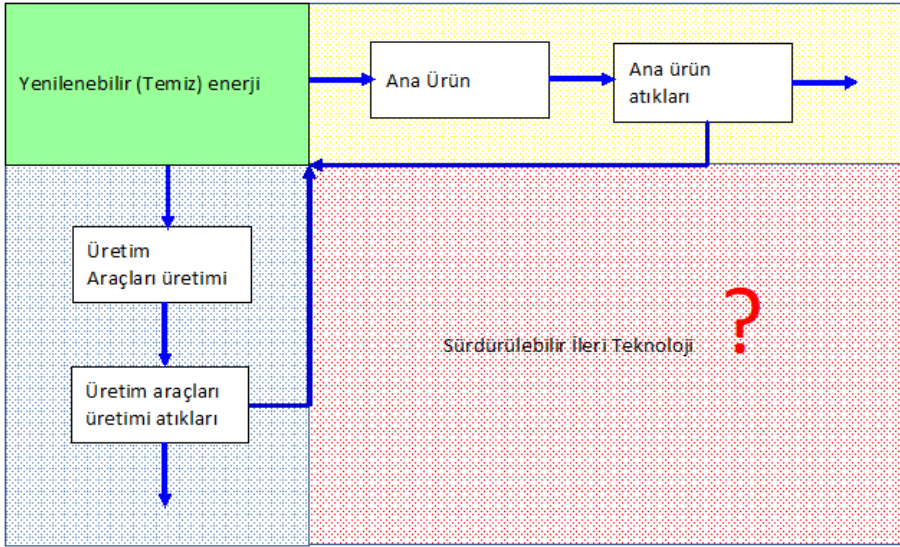
yapılan çalışmalara ait kavram ve prensiplerin (bk. Şekil 3) aynı olmadığını düşünüyoruz.



Şekil 1. Geleneksel Enerji Kavramı



Şekil 2. Yarı Teknoloji Temiz Enerji Kavramı



Şekil 3. İleri Teknoloji Temiz Enerji Kavramı

Bütün kavram ve prensipleri ile birlikte sürdürülebilir ve yenilenebilir temiz enerji kaynağının kullanıldığı temiz üretim ve temiz atık işlemlerine ait sürdürülebilir temiz enerji çevrim modellerine giderek daha fazla ihtiyaç duyulduğunu öngörmekteyiz.

İleri Teknoloji kavram ve prensipleri çerçevesinde Fosil ve Bio-enerji kaynaklarını temiz enerji kaynaklarına dönüştürmek için ciddi her hangi bir çalışma yok. Aynı doğrultuda doğal güçlerden de faydalanamıyoruz.

Hidrokarbon yakıt tüketen güç ve iş makinelerinin verimi ortalama % 32 - % 70 civarında. İleri teknoloji kavram ve prensiplerine uymayan atıkları ise hemen hemen geri dönüşümsüz olarak bütün çevre ve yaşamı olumsuz yönde etkilemekte.

Ekonomik gailer bu enerji kaynaklarını temiz enerji kaynaklarına dönüştürmede bariyer oluşturmaktadır. Bu nedenle temiz enerji, temiz üretim ve temiz atık konusunda ileri teknoloji kavram ve prensiplerine uyan yaratıcı düşüncelere ihtiyacımız olduğunu düşünüyoruz.

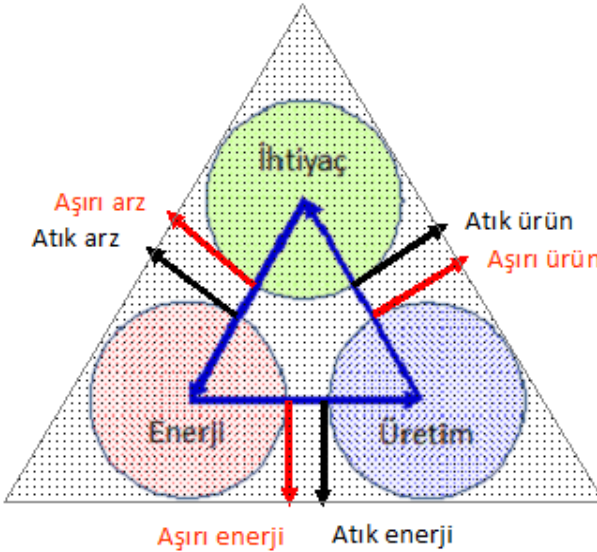
Elektrik, temiz üretim ve temiz atık için kullanılacak en uygun enerji kaynağıdır. Ancak elektrik enerjisinin üretimi, kullanım yeri, tüketim şekli, depolanması ve bütün bu işlemler için kullanılacak teçhizatın üretim kademeleri

için de aynı ileri teknoloji kavram ve prensiplerinin geçerli olması ileri teknoloji kavramından ne anlamamız gerektiğindeki zorluğu ortaya koymaktadır. Bu kapsamda kesin olan tek şey, atığının çevre ve sağlığa hiçbir seviye ve şekilde zararı olmayacak temiz enerji kaynağı bulma, depolama, kullanma ve bunu sürdürülebilir hâle koymanın gerekli ve yeterli olduğunu varsayıyoruz. Ancak konu ile ilgili uluslararası kuruluşların bu hususta almış olduğu kararlar ile bunları gerçekleştirecek sanayii çalışmaları ileri teknoloji kavram ve prensiplerini şimdilik tatmin edecek seviyede görünmemektedir

2. Geleneksel ve İleri Teknoloji

2.1. Tanımlar

Bazı kaynaklar ileri teknolojiyi “Gelişmiş teknoloji, genel olarak, Yüksek teknoloji anlamına gelir - Advanced technology refers, in general, to High technology” [1] şeklinde belirtmektedir. Tabiat olayları hariç tutulduğunda ve sırasıyla oluşan tarihi süreçte sürekli tatmin edilmesi gereken ısınma, aydınlatma, pişirme, korunma, mal ve hizmet gibi ihtiyaçlar enerji, üretim ve atığa dayalı bir çevrim oluşturmaktadır. (bk. Şekil 4).



Şekil 4. İhtiyaç, Enerji ve Üretim Çevriminde Geleneksel Kavram.

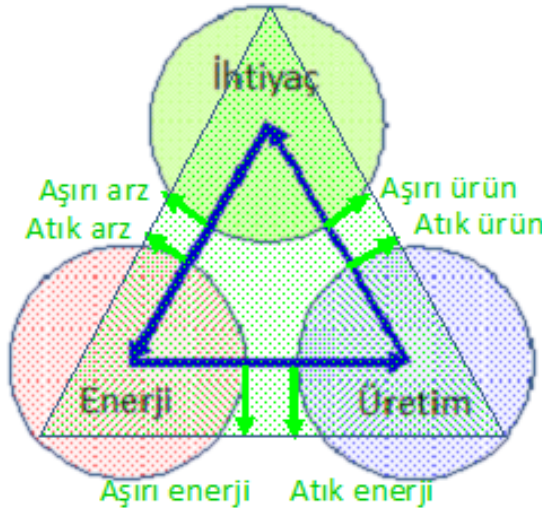
Finansal Hizmetler, Seyahat ve Konaklama, Yazılım ve Yüksek Teknoloji, Perakende ve Dağıtım, Medya ve Eğlence, Yaşam Bilimleri ve Sağlık gibi yeni gelişen bütün dikey faaliyetlerde bu çevrim kaçınılmaz olup ileri, gelişmiş, üstün veya yükselen ismi altında geleneksel teknolojilerle sağlanmaktadır.

Üretim ve atık için kullanılacak enerji açısından bakıldığında Geleneksel Teknoloji “Temiz” ve “Kirli” enerji olarak sınıflandırılabilir (bk. Tablo 1).

Tablo 1. Geleneksel Teknolojide Enerjinin Görünümü

Temiz Enerji	Kirli Enerji	Üretimi	Atık Enerji
Güneş	Kömür	Temiz / Kirli	Kirli
Rüzgâr	Petrol	Temiz / Kirli	Kirli
Dalga	Bio	Temiz / Kirli	Kirli
Su	Nükleer	Temiz / Kirli	Kirli
Termal	Kimyasal	Temiz / Kirli	Kirli
Doğal gaz	Atık	Temiz / Kirli	Kirli

İleri Teknoloji söz konusu olduğunda bu çevrimin her aşamasının % 100 temiz olması gerektiğini düşünüyoruz (bk. Şekil 5).



Şekil 5. İhtiyaç, Enerji ve Üretim çevriminde İleri Teknoloji Kavramı

Üretim ve atık için kullanılacak temiz enerji açısından bakıldığında ise ileri teknoloji kavramını işlemin her aşamasında “Temiz” enerji olarak görmemiz gerekmektedir (bk. Tablo 2)

Tablo 2. İleri Teknolojide Temiz Enerji Ölçütü

Temiz Enerji	Kirli Enerji	Üretim	Atık Enerji
Güneş	-	Temiz	Temiz
Rüzgâr	-	Temiz	Temiz
Dalga	-	Temiz	Temiz
Su	-	Temiz	Temiz
Termal	-	Temiz	Temiz
Doğal gaz	-	Temiz	Temiz

2.2. Sürdürülebilir ve Yenilenebilir Olası Temiz Enerji Kaynakları

Son yılların en önemli çevre sorunu atmosfer havasının, durağan ve akarsuların kirliliğidir. Bu sorunun nedeni ise ihtiyaçların tatmin edilmesi amacıyla yapılan bütün üretim aşamalarında harcanan enerjidir. Ancak bu makalenin konusu olan ileri teknoloji kavram ve prensipleri açısından bakıldığında üretim, tüketim ve atık sorunlarının çözümü için gereken enerjinin tamamen temiz enerji olması gerekmektedir. Bu durumda hangi prensiplerin kabul edilmesi gerektiği sorusu ortaya çıkmaktadır.

İleri teknolojide temiz enerji ölçütü (bk. Tablo 2) bu sorunun en basit ve açık cevabıdır. Bu nedenle kesinlikle ileri teknoloji kavramına uyan temiz enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Günümüzde küresel geleneksel enerji kullanım miktarı istatistik raporlarda bellidir (bk. Tablo 3) [2].

Bu makalede belirtilen temiz enerji kavram ve prensiplerine göre de aynı miktar enerjiye ihtiyaç duyulacaktır. Bu ihtiyacın ise en az Tablo 2’de belirtilmiş olan yenilenen sürdürülebilir temiz enerji kaynakları ile karşılanması gerekecektir. Bu durumda mevcut temiz enerji kaynaklarının yanında başka enerji kaynakları ile bunların temiz üretim ve atık çevriminde kullanım yöntemlerinin araştırılması için yaratıcı fikirlerin üretilmesi gerektiğini düşünüyoruz.

Tablo 3. Küresel Geleneksel Enerji Tüketimi

<i>Dünyanın Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Katrilyon Btu/yıl)</i>								
<i>Region</i>	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2012
<i>North America</i>	91.6	91.0	100	109	118	121	118	116.2
<i>Central & S. America</i>	11.5	12.3	14.5	17.6	20.8	23.2	26.9	28.7
<i>Europe</i>	71.8	72.9	76.3	76.7	81.5	85.8	83.8	81.4
<i>Eurasia</i>	46.7	55.7	61.0	42.2	39.2	43	42.8	46.1
<i>Africa</i>	6.8	8.5	9.5	10.7	12.0	14.5	16.3	17.4
<i>Asia & Oceania</i>	48.9	58.1	73.4	93.5	111	149	194	202
<i>World Total</i>	283	307	346	363	400	459	511	549

Bu makalede irdelenen ileri teknoloji kavram ve prensibi uygulamasının kolay olmadığı bilinci altında yaratıcı bilimsel zekânın bilinen ancak bu gün ekonomik görünmeyen yeni temiz enerji kaynak ve kullanım yöntemlerini bulabileceğini ön görüyoruz (bk. Tablo 4).

İş için güce ve güç için de kuvvete ihtiyaç duyulmaktadır. Kuvvetin oluşmasına etki eden mevcut ve diğer olası nicel faktörlere sahip doğal enerji ortamları için yapılması gereken çalışmaların (bk. Tablo 4) bu makaleye konu olan ileri teknoloji kavram ve prensipleri için temel unsur olduğunu düşünüyoruz.

Tablo 4. İleri Teknolojide Olası Sürdürülebilir Temiz Enerji Konuları

Yaratıcı Doğal Temiz Enerji alanları	Olası üretim Araçları	Atık ve Atık enerji
Basınç farkı (potansiyel, kinetik)	Mekanik	% 100 yenilenebilir
Sıcaklık farkı (statik, dinamik)	Elektrik	% 100 yenilenebilir
Yükseklik farkı (potansiyel)	Hidrolik	% 100 yenilenebilir
Yer çekimi (statik, dinamik)	Pnömatik	% 100 yenilenebilir
Manyetizma (statik, dinamik)	Elektronik	% 100 yenilenebilir
vb.	Biyolojik	% 100 yenilenebilir
	Kimyasal	% 100 yenilenebilir

2.3. Nicel Faktörlere Sahip Doğal Temiz Enerji Ortamları

Kuvvetin oluşmasını sağlayacak mevcut ve olası her türlü enerji kaynağı üzerinde yapılması gereken bilimsel çalışmaların ticari gaileler nedeniyle araştırma alanında yeterli ilgiyi çekmediği literatürden anlaşılmaktadır. Bu nedenle üstün teknoloji teriminin enerjinin temizliği düşünülmeden yapılan gelişmeler olduğunu anlamamız gerektiğini düşünüyoruz. Bunu ayırt etmemiz gerektiğine inanıyoruz. Çünkü dünyamızın geleceği, sağlık ve çevre koruma gibi konulara ait ihtiyaçların giderilmesi için yapılacak üretimin her safhasında artık temiz enerji olmadan başarı elde edilemeyeceği otoritelerce kesinlikle anlaşılmıştır.

İleri teknoloji kavram ve prensiplerinin bu nedenle bu makalede tümünden temiz enerji anlamına gelmesi gerektiğini öngörmekteyiz. Söz konusu olan teknolojinin ileri, üstün, süper, vb. şekilde isimlendirilebilmesi için gerekli ve yeter şartın tümünden temiz enerji kullanıyor olması gerektiğini öngörüyoruz.

Tablo 4'de belirtilen Yaratıcı Doğal Temiz Enerji alanları için yapılan çalışmaların şimdilik ekonomik ve siyasi bir değeri olmayabilir. Mongabay News & Inspiration From Natures Frontline, Mongabay editörü Jeremy Hance 26 Ocak 2011 tarihinde yazmış olduğu "Temiz enerji devrimi mümkün mü? - Is Obama's clean energy revolution possible?" başlıklı makalesinde ABD Başkanı Barack Obama'nın 2035 yılına kadar Amerika'nın enerjisinin yüzde 80'ini temiz kaynaklarla üretme hedefini koyduğunu ve günümüz teknolojisini kullanarak birkaç on yıl içinde mevcut sistemi bozmadan küresel temiz enerji devriminin tamamen mümkün olduğunu savunduğunu", ayrıca bu konuda Stanford'daki sivil ve çevresel mühendislik profesörü Mark Z. Jacobson'un, "Bulgularımıza dayanarak, bütün dünyayı temiz, yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüştürmek için teknolojik veya ekonomik engeller bulunmuyor. Bu, toplumsal ve siyasi irademize sahip olup olmamızın bir sorunudur" dediğini de makalesinde belirtmiştir [3].

3. Sonuç

Her türlü alandaki teknolojik buluşlar sayesinde gelişme ve göreceli üstünlükler sağlanabilir. Ancak, ileri teknolojidenden bahsedilebilmesi için üretimin her aşamasında temiz enerjinin [4] kullanılmış olması gerekmektedir. Bunun için doğal ortam ve olanakların var olduğunu, amaca ulaşmak için siyasi, mali ve

ekonomik gailelerden uzaklaşılması, araştırmalara önem verilmesi ve yaratıcı fikirlere değer verilmesinin gerekli olduğunu düşünüyoruz.

Kaynakça

- [1] Wikipedia, the free encyclopedia, Advanced technology.
- [2] Dutton, J. A. *Energy conservation and environmental protection*. PennState Collage of Earth and Mineral of Science, EGEE 102.
- [3] Mongabay, J. H. *News & inspiration from natures frontline, is Obama's clean energy revolution possible?*
- [4] *Energy?* <http://news.energysage.com/what-is-clean-energy-clean-energy-resources-explained/> adresinden alınmıştır.

KATALİTİK TEKNOLOJİLER VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK**Merve DOĞAN ÖZCAN^{1,*}, Ayşe Nilgün AKIN²**¹ *Doktora Ö., Kocaeli Üniversitesi, İzmit / Kocaeli,
mervedoganozcan@gmail.com*² *Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, İzmit / Kocaeli,
aysenilgunakin@gmail.com***Özet**

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez, 1987 yılında Bundtland Komisyonu'nun yayınladığı 'Ortak Geleceğimiz' adlı raporda "gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılamak" olarak tanımlanmıştır. Buna göre, sürdürülebilir kimya, toplumsal, çevresel ve ekonomik faktörler arasındaki yakın ve karşılıklı etkileşime işaret eder ve bu faktörler sürdürülebilir kimyanın üç farklı boyutu olarak kabul edilebilir. Katalitik teknolojiler ve katalizörler, sürdürülebilirlik ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için kullanılan birçok araçlardan biridir. Katalizörlerin, enerji maliyetlerini düşürerek, kimyasal tepkimeleri daha seçici hâle getirerek, kaynak tüketiminin verimliliğini artırarak ve alternatif kimyasal hammadde stoklarıyla üretim yapmak için yeni yollar sağlayarak, sürdürülebilirlik ihtiyaçlarına doğrudan etki edebilme kapasiteleri vardır. Bu çalışmada, sürdürülebilir kimya ve yeşil kimya ile ilgili kavramlara giriş yapıldıktan sonra, yeni sürdürülebilir kimyasal teknolojilerin geliştirilmesinde katalitik teknolojilerin önemi tartışılmış ve örnekler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kimya, katalitik teknolojiler.

Abstract

The concept of sustainable development was first described in 1987 as 'Meeting the needs of today's generations without compromising the ability of future generations to meet their own needs' by the World Commission on Environment and Development. Accordingly, sustainable chemistry points out the close and mutual interaction between social, environmental and economic

factors, which can be regarded as three different dimensions of sustainable chemistry. Catalytic technologies and catalysts are among the many tools used to meet the needs of sustainability. Catalysts have capacities that can directly impact the sustainability needs by reducing energy costs, making chemical reactions more selective, increasing the efficiency of resource consumption, and providing new ways to produce with alternative chemical raw material inventories. Since catalysts can be considered as the heart of the chemical industry, it is clear that catalysts are a central concept in sustainable chemistry. In this work, the importance of catalytic technologies in the development of new sustainable chemical technologies has been discussed.

Keywords: Sustainability, sustainable chemistry, catalytic technologies.

1. Giriş

Sürdürülebilirlik kavramı; sağlık, yaşam kalitesi ve istihdam gibi insan hayatında önemli olan sosyal hedeflere ulaşmada tükenmekte olan enerji ve doğal kaynakların devamı için gerekli ihtiyaçların yönetilmesini vurgular. Birleşmiş Milletler bünyesinde çalışan Brundtland Komisyonu'nun 1987 yılında yayımladığı "Ortak Geleceğimiz" isimli raporda ilk kez sürdürülebilirlik kavramı ortaya atılmış ve sürdürülebilir kalkınma "gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılamak" olarak tanımlanmıştır [1]. Kısaca sürdürülebilirlik doğa ile insan arasında denge oluşturmak demektir. İnsanların yaşamı ve refahı için gerekli olan ortamı ve imkânları sağlarken doğal kaynakların ve biyo-çeşitliliğin devamının da sağlanması amaçtır. Böylelikle yaşam için gerekli enerji ve malzeme ihtiyaçlarını üretecek çevreye duyarlı daha temiz süreçler, atıkların geri kazanımı ve atıkların azaltılması gibi kavramlar önem kazanmıştır.

Katalitik teknolojiler ve katalizörler kimyagerlerin ve kimya mühendislerinin sürdürülebilirlik ihtiyaçlarını karşılamak için kullandığı birçok araçtan biridir. Katalitik teknolojiler sürdürülebilirliği, çevreyi, enerjiyi, sağlığı ve yaşam kalitesini teşvik eden teknolojilerdir. Gıda, giyim, ilaç, yakıt ve plastikler gibi günlük hayatımızda ihtiyaç duyduğumuz pek çok malzemenin üretimi için katalitik teknolojiler gereklidir. Katalizörlerin, enerji maliyetlerini düşürmek, kimyasal tepkimeleri daha seçici hâle getirerek kaynak tüketiminin verimliliğini artırmak ve atık miktarını azaltmak, alternatif kimyasal hammadde (yenilenebilir

kaynaklar) stoklarıyla üretim yapmak için yeni süreçler geliştirmek gibi sürdürülebilirlik ihtiyaçlarına doğrudan etki edebilme kapasiteleri vardır. Dolayısıyla katalizörlerin insanlığın ihtiyacı olan yeni ürünlerin üretilmesi ve teknolojilerin geliştirilmesinde doğal kaynakların ekonomik olarak kullanılması açısından büyük yararları vardır. Katalizörler, kimya endüstrisinin kalbi sayılabildiğinden, katalizörlerin sürdürülebilir kimyada merkezi bir kavram olduğu açıkça görülmektedir. Böylece, sürdürülebilir kimyanın keşfedilmesi ve geliştirilmesi, büyük ölçüde katalizör alanındaki gelişmelere bağlı olmaktadır.

Bu çalışmada, sürdürülebilir kimya ve yeşil kimya ile ilgili kavramlara giriş yapıldıktan sonra, yeni sürdürülebilir kimyasal teknolojilerin geliştirilmesinde katalitik teknolojilerin önemi tartışılmış ve örnekler sunulmuştur.

2. Sürdürülebilirlik ve Katalizörler

Günümüzde, sürdürülebilirlik temaları ile belki de en yaygın olarak ilişkilendirilen çevre ve doğal kaynaklar, insanların ihtiyaç duyduğu ve kullandığı tüm ürünleri tasarlamak, üretmek ve geliştirmek için kullanılan yenilenemez kaynakların bulunduğu depomuzdur. Bunlara sadece yiyecek, giyecek ve sığınma gibi temel ihtiyaçlar değil, aynı zamanda gezegenin kaynakları ile üretilen ilaç ve sağlık ekipmanları, otomobiller, televizyonlar ve akıllı telefonlar gibi günlük yaşamın bir parçası olan tüm malzemeler ve eşyalar dâhildir. Üstelik, yiyecek üretmek ve pişirmek, araba kullanmak ve elektronik cihazlar için gerekli olan güç de, gezegenin kaynakları kullanılarak elde edilir. Ne yazık ki, bu kaynakların birçoğu yenilenemez. Bir kaynağın (örneğin kömür, petrol gibi fosil yakıtlar) yenilenebileceğinden daha hızlı tüketilmesinin sonunda tamamen tükeneceği reddedilemez bir gerçektir. Bu kaynakların ne kadar sürede tükeneceği tartışılabilir, ancak yenilenemez bir kaynağın nihai olarak tüketilmesi mantıken kaçınılmazdır. Gezegenin kaynakları varlığımız için hayati önem taşıdığından, çevreye karşı yürütülen sürdürülebilir yaklaşım, onlara doğru bir şekilde özen gösterilmesidir. Daha da önemlisi, bu kaynaklar yalnızca ürün ve yakıtlar için hammadde (mineraller, hava ve su) değil, aynı zamanda polen, besin döngüsü ve iklim düzenlemesi de dâhil olmak üzere insan varlığına faydalı hizmetler sağlayan karmaşık, biyo-çeşitli ve birbirine bağlı ekosistemleri de içerir [1].

Çevresel faktörlerin yanı sıra ekonomik faktörler de, gelişmekte olan sürdürülebilir bir dünyada önem taşımaktadır. Ekonomi, ticareti ve hükümetleri

yönlendiren, teknolojik gelişmelerin ve kendi kişisel faaliyetlerimiz için finansal sermayeyi sağlar. Çevresel çıkarlara (örneğin kirliliğin önüne geçmek, atıkların azaltılması ve enerji tasarrufu) odaklanmak çok önemli olmakla birlikte, ekonomik veya mali etkiler aynı anda değerlendirilmezse, uygulanabilir bir teknolojinin geliştirilmesi mümkün olmayacaktır.

Çevresel ve ekonomik sorunlara çözüm öneren teknolojiler ve bu konuda yürütülen politikalar da toplumun ihtiyaç ve taleplerini sürdürülebilir olarak değerlendirmek zorundadırlar. Toplum değerleri zamanla değişir ve aslında kendi yaşam biçimlerimizi ve kişisel ihtiyaçlarımızı sürekli değerlendirmek, sürdürülebilir bir toplumu teşvik etmek için önemli bir stratejidir.

Sürdürülebilir teknoloji, politika veya uygulamalar, çevrenin, ekonominin ve toplumun ihtiyaçlarını aynı anda karşılaması gerekir. Parlak ve enerji tasarruflu bir ampul, çok pahalı olursa az talep göreceğinden bir çözüm değildir. Daha ucuz, daha enerji tasarruflu bir ampul, yeteri kadar parlak değilse bir çözüm değildir. Daha ucuz, daha parlak bir ampul daha fazla enerji tüketirse çözüm değildir. Basitçe belirtmek gerekirse, bir ampul daha parlak, daha ucuz ve enerji açısından daha verimli olmalıdır [1].

Katalizörler, kimyasal tepkimelerin hızını artıran, tepkime mekanizmasını değiştirerek ürün seçiciliğine etki eden maddelerdir. Kimyasal tepkimenin gerçekleşebilmesi için tepkimeye giren maddelerin moleküllerinin aktivasyon enerjisini geçmeleri gerekir. Katalizörün görevi, tepkimenin gerçekleşebilmesi için aktivasyon enerjisini düşürerek tepkime hızını yükseltmektir. Katalizörlerin kimyasal dönüşümler için düşük enerji tüketimini sağlaması, ürün üretiminin hızlandırması, istenmeyen ürün ve yan tepkimelerin oluşumunu engellemesi gibi avantajları vardır. Katalizörlerin kullanıldığı katalitik teknolojiler günlük hayatımızda her yerde karşımıza çıkmaktadır ve katalizör alanında yapılan çalışmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Endüstride kimyasal süreçlerin % 90'ında katalizör kullanılmaktadır. Bu durum kullandığımız ürünlerin çoğunun üretiminde katalizörün önemli rol oynadığını göstermektedir. Örneğin metanol, sülfirik asit, amonyak ve çeşitli petrokimyasalların üretimi gibi. Ayrıca polimerlerin, boyaların, plastiklerin ve ilaç hammaddelerinin üretimi yine katalitik süreçler ile yapılır.

Bilim insanları ve araştırmacılar yeni sürdürülebilir teknolojiler geliştirirken çevresel, ekonomik ve toplumsal ihtiyaçları gözönüne almak zorundadırlar.

Katalitik teknolojiler, kimyasal süreçlerin fizibilitesini, verimliliğini ve ekonomisini desteklemede önemli rol oynadıklarından, katalizörler son yirmi yılda sürdürülebilir kimyasal süreçler için kritik öneme sahip faktörlerden birisi hâline gelmiştir [2].

3. Sürdürülebilir Kimya ve Yeşil Kimya

Yeşil Kimya kavramı 1990'ların başında endüstride yaygın anlayış olan "kirlen sonra temizle" yaklaşımına karşı olarak ortaya atılmış bir kavramdır [3]. Yeşil kimya, çevresel sorunları çözmek suretiyle kimyasal sentezlerin yeniden tasarlanmasını ve kirlenmenin önüne geçen kimyasal ürünlerin geliştirilmesini kapsamaktadır. Temel olarak aşağıda belirtilen üç alandan oluşur ve hem endüstri hem de akademi tarafından kabul gören bu alanları kapsayan 12 temel ilkesi vardır. Tablo 1'de verilen bu ilkeler incelendiğinde görülmektedir ki kimyasal tepkimeler için seçici katalizörlerin kullanılması yeşil kimyanın prensiplerinden birisidir [4,5].

- Alternatif sentez yollarının geliştirilmesi (örneğin doğadaki süreçlere benzer sentetik süreçler ile üretim yapılması; fotokimyasal ve biyomimetrik süreçler veya biyokütle gibi alternatif yenilenebilir hammaddeler kullanılması),
- Alternatif kimyasal tepkime koşulları geliştirilmesi (örneğin insan ve çevre sağlığına zararlı organik çözücüler yerine alternatif çözücüler kullanılması, tepkime seçiciliğinin artırılarak yan ürün ya da atık oluşumunun azaltılması),
- Çevreye duyarlı kimyasalların tasarımı (kaza olasılığına karşılık daha az zehirli ve tehlikeli kimyasalların mevcutların yerine kullanılması).

Sürdürülebilir Kimya, birçok kullanımda Yeşil Kimya ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Ancak iki kavram arasında tanımda anahtar bir fark vardır. Yeşil Kimya tanımında hiçbir şekilde riskli ve kirlenici bir kimyasal süreç var olamaz iken, Sürdürülebilir Kimya kavramı süreçleri çevresel verimlilik, ekonomik büyüme ve yaşam kalitesi açısından maliyet/fayda analizini gözönüne alarak birbiriyle bağlantılı olarak irdeler [3].

Bazıları ikisi arasında bir ayrım yapmakla birlikte, Yeşil Kimya'nın 12 ilkesi incelendiğinde, yeşil kimyanın bu ilkelerinin aslında sürdürülebilirlik hedefleriyle oldukça iyi uyduğu görülür. Çevresel, ekonomik ve sosyal kaygılar açıkça

yeşil kimya ile ele alınmaktadır. Bundan dolayı, yeşil kimya ve sürdürülebilirlik ayrılmaz bir şekilde birbirine bağlıdır [2]. Son 20 yılda kimya endüstrisindeki gelişmelere bakılırsa eski teknolojiler çevreye daha az zararlı veya daha az tehlike riski içeren ve doğal kaynakları daha verimli kullanan yeni gelişen teknolojilere yerini bırakmaktadır.

Tablo 1. Yeşil Kimyanın Temel İlkeleri [5]

İlkeler	Açıklama
Önleme	Atık oluştuktan sonra onu temizlemek, ya da ortadan kaldırmaya çalışmak yerine en başından atık oluşumu meydana gelmeyecek şekilde kimyasal süreçler tasarlanmalıdır.
Atom ekonomisi	Üretim sürecine giren bütün malzemelerin, son ürün içindeki miktarının maksimum olduğu üretim süreçleri tasarlanmalıdır. Bu da ancak en az yan ürün ve atığın olduğu süreçler ile olanaklıdır.
Daha az zararlı kimyasal sentezler	Mümkün oldukça çevre ve insan sağlığına etkisi çok az olan veya tehlikesiz maddelerin kullanımını ve üretilmesini temin edecek üretim süreçleri tasarlanmalıdır.
Güvenli kimyasallar	Kimyasal süreçler, o ürünlerden beklenen performansı koruyarak, toksik etkilerini en aza düşürecek şekilde tasarlanmalıdır.
Güvenli çözücüler ve yardımcı maddeler	Üretim esnasında yardımcı maddelerin (Örneğin çözücüler, ayırma maddeleri vb.) mümkünse kullanılmaması veya gerekliyse en az tehlikesiz olanın seçilmesi.
Enerji verimliliği:	Kimyasal süreçlerin enerji gereksinimi çevresel ve ekonomik etkileri gözönüne alınarak belirlenmeli ve minimuma indirilmelidir. Üretim süreçleri mümkün olduğu kadar atmosferik basınçta ve oda sıcaklığında gerçekleştirilmelidir.
Yenilenebilir kaynaklar	Hammaddeler, ya da doğal kaynaklar teknik ve ekonomik açıdan tercihen yenilenebilir olmalıdır.
Yan ürünlerin (türevlerin) azaltılması	Gereksiz işlemler (bloklama grupların kullanımı, koruma/korumanın kaldırılması, kimyasal/fiziksel süreçlerin geçici olarak değiştirilmesi gibi) mümkün olduğunca azaltılmalı veya kullanılmamalıdır. Çünkü daha sonra bu maddeleri ayırmak ve ortadan kaldırmak gerekebilir.
Katalizörler	Katalizör maddeler (mümkün olduğu kadar seçici) daima stokiometrik kimyasallardan daha üstündür.

Bozunma (degradasyon) için tasarım.	Kimyasallar öyle bir şekilde tasarlanmalıdır ki kullanımları sonunda çevreye hâlâ zarar vermemeli ve üründe bozunmalara yol açmamalıdır.
Kirliliği önlemenin izlenmesi ve analizi	Analitik yöntemler, tehlikeli kimyasalların oluşumu gerçek zamanlı süreçlerde kontrol edilebilecek şekilde geliştirilerek kontrol edilmelidir.
Kazaların önlenmesi için daha güvenli kimya	Bir kimyasal süreçte kullanılacak maddeler ve bu maddelerin fiziksel formu, yangın, patlama veya sızıntı gibi kimyasal kaza risklerini en aza indirecek şekilde seçilmelidir.

4. Sürdürülebilir Katalitik Süreçler

Sürdürülebilir kimya; yenilenebilir enerji teknolojisi, yenilebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve kirleticiler teknolojinin tehlikesiz olan alternatifleri ile değiştirilmesi sonucunda sürdürülebilirliğin sağlanması için katkıda bulunabilir. Dünyada son yıllarda kimya endüstrisinin toplum ve çevre üzerinde olabilecek olumsuz etkilerinin giderilmesi amacıyla yeni kurallar, yaptırımlar, yönetmelikler getirilerek “önce üret sonra temizle” yaklaşımı ile çalışan eski teknolojilerin yerine güvenli ve temiz üretim yaklaşımı ile üretim yapan teknolojilerin getirilmesi sözkonusudur. Bu yeni teknolojilerin geliştirilmesinde ise katalizörler enerji ihtiyacını azalttığı, seçiciliği artırdığı ve daha az zararlı tepkime koşulları sağladığı için önemli bir yere sahiptir. Yüksek ürün seçiciliği ve verimine, daha düşük salım ve atık miktarlarına ve enerji verimliliğine ulaşmak için eski teknolojiler katalitik olanlar ile değiştirilmektedir. Örneğin “ABD Başkanlık Yeşil Kimya Yarışması Ödülleri” ile onurlandırılan 100'den fazla teknolojiye 14'ü aşkın bir kısmı özellikle yeni bir katalitik yöntem içerirken birçoğu da farklı uygulamalarında birçok noktada katalizör kullanmaktadır [1].

Ancak, katalizörlerin potansiyel ve kanıtlanmış yararlarına rağmen, bunların kullanımı ve amaca uygun hizmet etmeleri karmaşık olabilir. Bu amaçla uygulamadan önce sürdürülebilirlik kısıtlamalarını karşılayan hızlı, seçici ve uzun ömürlü katalizörler geliştirilmelidir. Eski kimyasal teknolojilerde kullanılan pahalı, toksik ve ender rastlanan değerli metalleri içeren katalizörler yerine yeni sürdürülebilir katalitik teknolojilerde seçiciliği daha yüksek ve sürdürülebilirlik kısıtlamalarını karşılayan yeni katalizörlerin kullanımı yer almaktadır. Benzer şekilde seçicilikleri daha az olan, dolayısıyla atık ve yan ürün miktarı fazla olan

ve saflaştırılma işlemlerinde çevre açısından sorunlar içeren eski homojen katalizörlü süreçler (özellikle ilaç ve tarım ilaçları endüstrisinde kullanılan) yerine sürdürülebilirlik kıstasları daha iyi olan heterojen katalizörlü süreçler geliştirilmiştir. Ayrıca çevreye zararlı organik çözücüler ve asitler yerine sürdürülebilir çözücüler ve katı asidik katalizörlerin kullanımı yer almıştır.

Ulaşım sektöründe, 60'lı yıllardan başlayarak katalitik dönüştürücüler kullanılmıyaydı egzoz salımlarında NO_x, CO ve hidrokarbonların miktarının azaltılması mümkün değildi. Sürekli gelişen ve salımdaki NO_x, CO ve hidrokarbonların miktarını mümkün olan en düşük seviyelere çeken katalizörler sürdürülebilir otomotiv endüstrisinin küresel çapta gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Sürdürülebilir bir ulaşım endüstrisinin gelişimi otomobiller, otobüsler ve kamyonlarda kullanılan katalitik dönüştürücülerin geliştirilme kapasitesi ile orantılıdır. Bu sektörde araştırmalar hâlâ dizel motorlarında kullanılan daha etkin NO_x giderici, düşük sıcaklıklarda yüksek verimle çalışan katalizörlerin ve parçacık maddeler için katalitik filtrelerin geliştirilmesine ilişkin devam etmektedir [2]. Diğer yandan CO₂ salımlarındaki yeni kısıtlamalar katalitik dönüştürücülerdeki gelişmelerde gözönüne alınması gereken yeni problemlerdir.

Elektrik motorlu araçlar veya çeşitli amaçlar için elektrik üretiminde kullanılan yakıt hücrelerindeki katalizörlerin geliştirilmesi, yoğun araştırmalar yapılan bir diğer alandır. Elektrokimyasal reaksiyonları hızlandırmak ve verimi artırmak için kullanılan katalizörler, yakıt hücresi tipine ve kullanılan yakıtla bağlı olarak farklılıklar gösterir. Araştırmalar daha ekonomik koşullarda (daha ucuz elektrokatalizör içeren) ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen yakıtlarla çalışabilecek yakıt hücresi teknolojilerinin geliştirilmesi yönünde devam etmektedir.

Son yıllarda sürdürülebilir yeni teknolojiler ile kimyasal maddeler ve yakıtların üretim süreçlerindeki ilerlemeler yenilenebilir biyokütle kaynaklarının kullanımı ile ilişkilendirilmektedir. Bu amaçla biyorafineriler kurulmaktadır. Biyorafineriler hammadde olarak biyokütlenin kullanıldığı yakıt, enerji, ısı ve değerli çeşitli kimyasal madde üretimini kapsayan süreçlerin yer aldığı ünitelerdir. Biyokütle petrolden daha karmaşık bir yapıya sahiptir ve biyo-kütleyi yakıt ve değerli kimyasal bileşikler haline getirmek ciddi teknolojik yenilik (inovasyon) gerektirir. Birçok süreç adımı için özgün katalizör geliştirilmesi gerekmektedir. Tablo 2'de görüldüğü üzere teknolojilerindeki gelişime bağlı olarak farklı biyorafineri üretimleri mevcuttur [6].

Tablo 2. Nesil Teknolojilerine Göre Biyorafinerilerin Sınıflandırılması [6].

Nesil	Hammadde	Örnekler
Birinci nesil biyorafineriler	Şeker, nişasta, bitkisel yağlar veya hayvansal yağlar.	Biyoalkoller, bitkisel yağ, biyodizel, biyosentez gazı, biyogaz
İkinci nesil biyorafineriler	Yenilmeyen ürünler, buğday samanı, mısır, katı atık.	Biyoalkol, biyoyağ, biyo-DMF, biyohidrojen, biyo Fischer-Tropsch dizel.
Üçüncü nesil biyorafineriler	Alg	Bitkisel yağ, biyodizel.
Dördüncü nesil biyorafineriler	Bitkisel yağ, biyodizel.	Biyobenzin

5. Sonuç

Katalitik teknolojiler, sürdürülebilirlik, çevre, enerji ve sağlık gibi konularda oldukça katkı sağlamaktadır. Bu nedenle katalizör alanına olan ilgi ve yenilikler gün geçtikçe artmaktadır. Sürdürülebilir kimyasal süreçlerin geliştirilmesi, hammadde olarak büyükölçen ve yenilenebilir kaynakların kullanılması, güneş enerjisinin kullanımı gibi konular katalizör alanında geliştirilmekte olan konulardandır. Yeni katalitik madde geliştirme ihtiyacı, diğer alanlarda da katalizör kullanımını genişletecektir.

Yeşil kimyanın hedeflerine ulaşmak için katalizör kullanımı gereklidir. Katalitik sistemlerin kullanımıyla küçük ölçekli değerli kimyasalların üretiminden, ticari petrokimyasal süreçlere kadar çevresel ve ekonomik alanlarda oldukça yarar sağlanmaktadır. Katalizörler yeşil kimyanın temel direklerinden biridir ve sürdürülebilir gelecekte kimyanın rol almasındaki temel araçlardan biridir [7].

Kaynakça

- [1] Umile, T. P. (2016). *Catalysis for Sustainability*. CRC Press, New York.
- [2] Centi, G., & Perathoner, S. (2008). Catalysis, a driver for sustainability and societal challenges. *Catalysis Today*, 138, 69–76.
- [3] Centi, G., & Perathoner, S. (2003). Catalysis and sustainable (green) chemistry. *Catalysis Today*, 77, 287–297.
- [4] Anastas, P. T., Kirchoff M. M., & Williamson, T. C. (2001). Catalysis as a foundational pillar of green chemistry. *Applied Catalysis A: General*, 221, 3–13.
- [5] Anastas, P. T., Bartlett L. B., Kirchoff M. M., & Williamson T. C. (2000). The role of catalysis in the design, development and implementation of green chemistry. *Catalysis Today*, 55, 11–22.
- [6] Stuart, P. R., & El-Halwagi M. M. (2013). *Integrated biorefineries desing, analysis, and optimization*. CRC Press, USA.
- [7] Pokhodenko, V. D., & Pavlishchuk, V. V. (2002). Green chemistry and modern technology. *Theoretical and Experimental Chemistry*, 38(2).

RENK KODLARININ ÇÖZÜMLENMESİNDE SORUNLAR VE TEMEL YAKLAŞIMLAR

Refik Tanju SİRMEN

Öğr. Gör., Pîrî Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul, tsirmen@pirireis.edu.tr

Özet

Renkler, bilgi temsili ve aktarımında kullanılan önemli araçlar arasında sayılmaktadır. Ancak diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında renk kullanımı özgün sorunlar içermektedir. Renk sayısının artırılması veri yoğunluğunu artırmakla birlikte, çözümlenmede yaşanan güçlükleri de beraberinde getirecektir. Bu durum gerek palet oluşturma, gerekse çözümlenme yönteminin doğru seçimini gerektirir. Bu bildiri de alana özgü bozucu etkenler ve geliştirilen çözüm yaklaşımları özetlenmekte, temel iki yaklaşımdan elde edilen sonuçlar paylaşılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Üç boyutlu çizgi-kodlar, kodlama kuramı, bilişim kuramı.

PROBLEMS AND APPROACHES OF AUTHENTICATING COLOR CODES

Abstract

Colors are counted among important instruments used for representing and transferring information. Yet, compared to the other methods, using colors has some peculiar difficulties confronted. Although increasing the number of colors augments the information density, it also comes with its cost in authentication. This implies both the palette construction and the decoding methods are to be chosen appropriately. In this assertion, some of the field specific detrimental effects and developed solution approaches are outlined, and observed results of the two major approaches are shared.

Keywords: 3D barcodes, coding theory, information theory.

1. Giriş

Mühendislik açısından renkler, bilgi temsili ve aktarımına uygun önemli araçlar arasındadır. Bu anlamda çizgi-kodlar, WDM optik elyaf, bilgisayarlı görü, eşleştirme, vb. gibi birçok alanda kullanımı söz konusudur. Bu bildiri de örnek olarak diğer alanlara da genişletilebilecek özellikleri nedeni ile çizgi-kodlar ele alınmıştır.

İletişimin temel iki sorunsalı, mesaj aktarımında kanal kapasitesinin kullanım etkinliği ve alındığı noktada çözümlenen mesajın doğruluğu olarak özetlenebilir [1, 2]. Tipik bir kodlayıcı mesajı bu hedeflere hizmet edecek şekilde aktarılmaya uygun sembollere dönüştürür. Karşı uçta ise, kodlamaya ve beklenen gürültü özelliklerine dayalı bir çözümleme gerçekleştirilir. Sembollerin entropisi aktarımın veri taşıma verimliliğini belirler. Entropi, palet** yeni renkler eklenerek artırılabilir de; bu yaklaşım kaynak uzayda minimum uzaklıkların azalmasına, dolayısıyla da çözümlemenin güçleşmesine yol açacaktır. Bir başka ifadeyle, entropiyi bu yolla artırmak iletişimin belirtilen birinci hedefine katkı sağlarken, çözümlemenin güvenilirliği hedefiyle çelişmektedir [3]. Bu durum, beklenen gürültünün analizi ile, palet oluşturma ve çözümlemenin saptanacak ölçütler çerçevesinde gerçekleştirilmesi zorunluluklarına işaret eder.

Çeşitli uygulama alanlarında yaratabileceği etkiye karşın, bu amaca yönelik genel bir metodolojinin eksikliği görülmektedir. Microsoft'un "High Capacity Color Barcode" ve "Microsoft Tag" uygulamalarını duyurması sonrasında (2009) [4, 5, 6] renkli çizgi-kodlara olan ilgi belirli ölçüde artmıştır. Özel olarak renklerin seçimi ve kalibrasyonuna dönük yöntem çalışmaları mevcuttur. Ancak öneriler genelde belirli okuyucuları ya da ortamları hedeflemektedir ve optimum dağılımı sağlamaktan uzaktır [7, 8, 9]. Dayanıklı palet oluşturmaya yönelik geliştirilmiş bir metodoloji önerisi referans [10]'da bulunabilir.

Ayrıştırma açısından renklerin maksimum mesafede seçilmesinin önemi çeşitli çalışmalarda (örn. bk. [11]) ifade edilmektedir. Renk doğrulamanın etkinliği üzerinde yoğunlaşan bazı çalışmalarda ise, veri yoğunluğunu artır-

** "Palet" terimi, sembolde yer verilen renk setini ifade eder.

manın en kesin yolunun etkin bir doğrulama algoritması olduğu vurgulanmaktadır [12, 13].

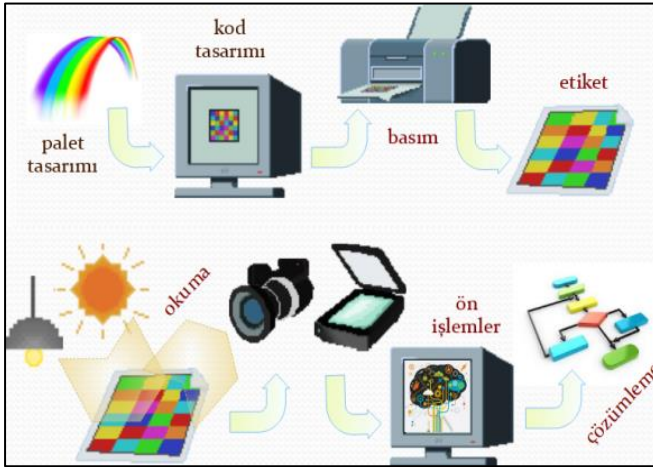
Alınan mesaj üzerinden renk ayrıştırmayı ve çözümlmeyi gerçekleştirecek olan yöntem, süreç boyunca ortaya çıkan çeşitli etkenlerin yaratacağı bozulmanın karakterine uygun seçilmek zorundadır.

Bu çalışmada alana özgü bozucu etkenler belirlenmiş ve alınan mesajı ifade eden model ortaya koyulmuştur. Bunun yanında, farklı etkenlerin farklı bozulma türleri yarattığı ve ortaya çıkan bozulmanın herhangi bir olasılık dağılımına uymadığı gösterilmiştir. Ayrıca, söz konusu bozulmalar karşısında renk doğrulanmasına yönelik yaklaşımlar özetlenerek, iki temel yaklaşımdan elde edilen etkinlikler karşılaştırılmıştır.

2. Bozucu Etkilerin Analizi

2.1. Aktarım Süreci ve Bozulma

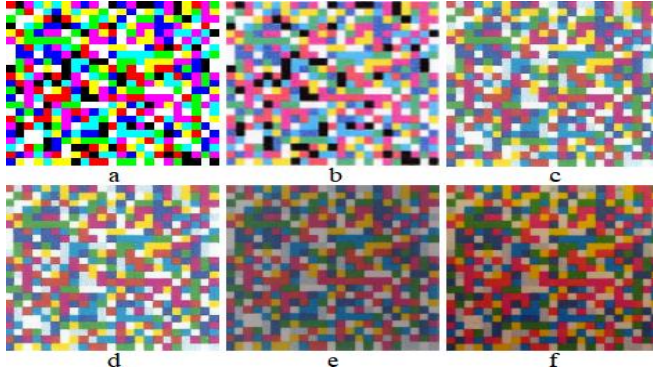
3 boyutlu çizgi-kodlar kullanılarak veri aktarımı sürecinin ana adımları Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. İş Akışı.

Okunan görüntüyü bozucu etkiler, sürecin bütün aşamalarında ortaya çıkabilmektedir. Şekil 2, farklı aşamalarda oluşan etkileri sergilemektedir. 2a'da görülen orijinal tasarım, 2 ayrı yazıcı ile basılarak aynı tarayıcı ile b ve c'de

görüldüğü şekilde okunmuştur. Buna karşın aynı yazıcı ile basılmış bu etiketten 3 ayrı okuma ortamında d, e ve f görüntüleri elde edilmektedir

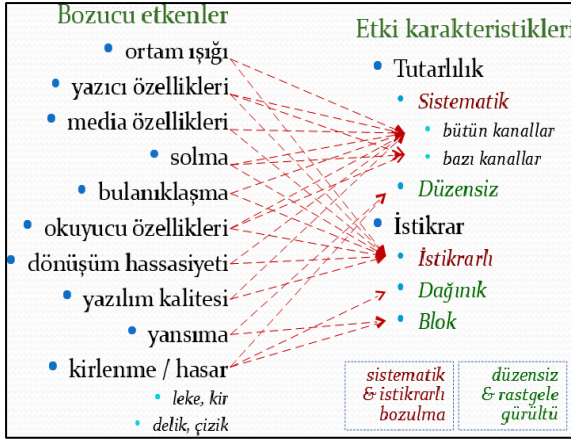


Şekil 2. Bozulma Etkileri.

2.2. Etki ve Etkenlerin Nitelikleri

Söz konusu etkenlerin bir kısmı renk kanallarının bazıları veya tamamı üzerinde sistematik ve istikrarlı bir bozulmaya yol açar. Sürece yayılmış çeşitli kaynaklardan doğan bu etkilerin yanında, gürültü olarak adlandırılacak istikrarsız etkiler de söz konusudur. Etiket üzerindeki kirlenme, hasar ya da yansıma gibi bu nitelikteki etkenler, farklı yerlere dağılmış veya blok yapıda olabilir.

Alana özgü söz konusu etkenler ile yarattıkları etkiler arasındaki ilişki Şekil 3'te şematik olarak özetlenmektedir.



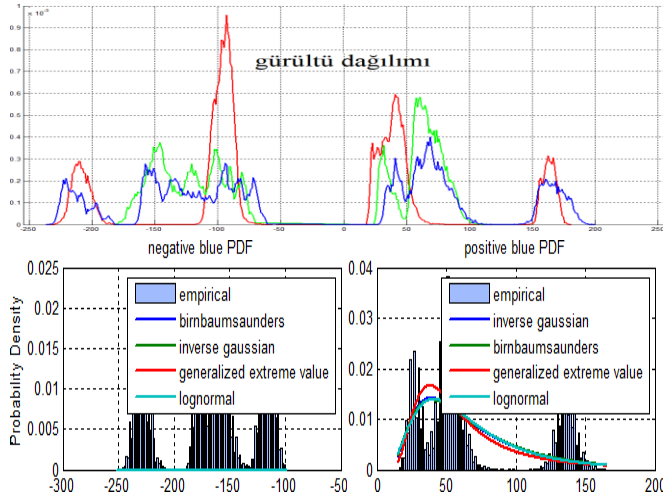
Şekil 3. Bozucu Etkenler ve Etkileri.

2.3. Öngörülebilirlik

Genel anlamda bozucu etkenlerin ortaya çıkışları öngörülemediği gibi, istatistiksel anlamda birbirlerinden bağımsızdır. Aynı şekilde, bu etkenlerin yaratacağı etkiler de belirli bir olasılık dağılımına genellenebilir değildir.

Okunan değerlerin tasarım ile karşılaştırılmasıyla elde edilen bozulma değerleri, tanımlı 17 olasılık dağılımı için ayrı ayrı ve bütün olarak analiz edilmiş ve herhangi birine yeterli güvenilirlik düzeyini sağlayacak şekilde uymadığı anlaşılmıştır. Şekil 4'te okunan bir mavi kanal gürültüsü ve en yakın olasılık dağılım fonksiyonları örnek olarak görülebilir.

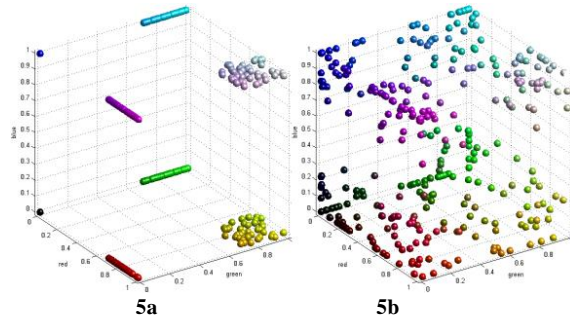
Bozulmanın genel evrimsel (*convolutional*) karakteri etkilerin birbirlerinden ayrıştırılabilirliğini büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır. İstatistiksel bağımsızlık ve öngörülemezlik, renk ayrıştırmasını güçleştiren ana belirleyenler olmaktadır.



Şekil 4. Gürültü Olasılık Dağılımları.

2.4. Bozulmanın Yapısı

Bozulma bir sembolün uzaysal pozisyonunda vektörel bir kaymaya yol açar. Dolayısıyla okunan her bir noktanın, orijinal konumu dâhil, palet renklerinin her birinden belirli bir renk-farkı ortaya çıkar. Öngörülemez olmakla birlikte, sistematik ve düzensiz etkilerin yarattığı bozulmaların yapısı genel anlamda farklıdır. Sistematik ve istikrarlı bir bozulma, negatif ya da pozitif yönde olmasından bağımsız olarak, bütün sembollerin belirli vektörel yönlerde topluca kaymalarına neden olur. Oysa düzensiz ve dağınık etkiler, renk noktalarının belirsiz yönlere dağılması sonucunu doğurur. Şekil 5 farklı etkiler altındaki bozulmaları simgesel olarak örnelemektedir. (5a: sistematik ve dağınık -R & G, 5b: düzensiz ve dağınık ±R & G & B bozulma.)



Şekil 5. Farklı Etkiler Altında Bozulma.

Görüleceği gibi sistematik etki altında renk farkı oluşsa da, semboller genel olarak grup yapılarını korumaktadır. Uygulanacak çözümleme yaklaşımı bozulmanın saptanan bu yapısına uygun seçilmelidir.

3. Çözümleme Yaklaşımları

3.1. Çözümleme Süreci

Mesaj aktarımında aktarılacak mesaj öncelikle bir hata düzeltme algoritması ile kodlanmakta, ardından renk kodlaması uygulanmaktadır. Buna paralel olarak çözümleme süreci de önce okunan renklerin ayrıştırılması, ardından elde edilen renk kodlarının dış katmanda aynı hata düzeltme algoritmasından geçirilerek mesajın çıkarsanması şeklindedir.

Nihai doğruluk başarımı her iki katmandaki uygulamanın başarımına da bağlı olmakla birlikte, bu çalışmada dış katmanda gerçekleşen kodlama / kod çözme kapsam dışı bırakılarak renk ayrıştırma yaklaşımları ele alınmaktadır.

3.2. Renklerin Ayırt Edilmesi

Okunan rengin palet renklerinden birine eşleştirilmesi anlamına gelen ayırt etme işleminde ışığın spektral içeriği en önemli parametredir [14]. Ayırt etmede rengin parlaklık (*brightness*), canlılık (*lightness*), renklilik (*colorfulness*), berraklık (*chroma*), ve renk özü (*hue*) gibi özellikleri arasında *renk-farkı* (*color difference*), diğerlerine göre kullanıma daha elverişlidir.

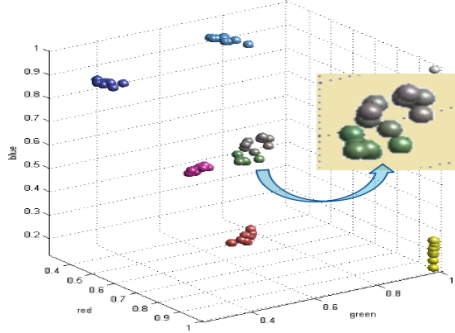
Okunan renklerin uygulamada tercih edilen renk uzayında birbirlerinden ve orijinal paleti oluşturan renklerden uzaklıklarının değerlendirilmesi, ayrıştırma ve sınıflandırma işleminin temelini oluşturmaktadır.

3.3. Temel Ayrıştırma Yaklaşımları

Okunan sembolün paletteki renklerden en uygun olanına sınıflandırılması amacıyla kullanılan yöntemler, en yakın Euclidean mesafeyi sağlayanı seçmeye dayalı yaklaşımlardan, karar ağacı modelleri, F/B beklenti maksimizasyonu gibi Bayesian olasılığa dayalı yaklaşımlar, ya da grup merkezlerine olan mesafeyi en aza indirmeye dayalı “k-means clustering” ve benzeri kümeleme algoritmalarına kadar çeşitlilik göstermektedir. Aşağıda, çeşitli çalışmalarda en yüksek başarımı verdiği tanıtılmış olan *kümeleme sınıflandırması* yaklaşımı ile, oldukça yaygın

ve diğer yöntemlere de temel oluşturan *en-yakın komşuluk* yaklaşımı, gerçek bir örnek üzerinden tartışılmaktadır.

Okunan bir sinyalde renklerin dağılımı Şekil 6'da görüldüğü gibidir. Örnekte, siyah ve yeşil renklerin (pozitif ve negatif) bozulma etkisinde merkeze doğru kaydığı fark edilecektir. Bu noktaların her iki yöntem kullanılarak ayrıştırılması aşağıda ele alınmıştır.

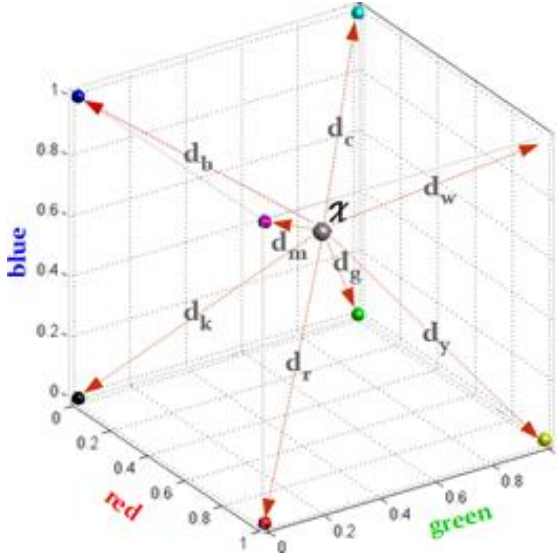


Şekil 6. Siyah ve Yeşilin Dağılımları.

3.3.1. En Kısa Mesafe Sınıflandırması

Bu yaklaşımda, Şekil 7'de anlatıldığı gibi, her bir noktanın seçilen bir mesafe ölçütü (burada renk farkı) üzerinden her bir palet rengine Euclidean uzaklığı ölçülür [15]. Dolayısıyla da eşleştirme en kısa mesafeyi sağlayan renge yapılır.

$$d_i = |x - i|$$
$$= \sqrt{(R_x - R_i)^2 + (G_x - G_i)^2 + (B_x - B_i)^2}$$
$$C = \min(d_i)$$



Şekil 7. En Kısa Mesafe Yaklaşımı.

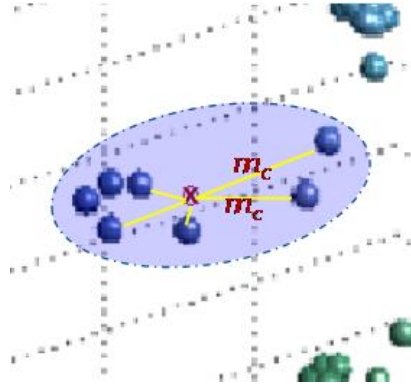
Bu yöntemle ayrıştırıldığında yakınlık nedeniyle siyah noktaların tamamının beyaz olarak, aynı şekilde yeşil noktaların çoğunluğunun ise magenta olarak sınıflandırılacağı görülecektir. Örnektene benzer dağılımlarda, en kısa mesafe yaklaşımı büyük oranda başarısız olmaktadır.

3.3.2. Kümeleme Sınıflandırması

Bu yöntem sembollerin gruplandırılmasına dayalıdır. Bu amaçla her bir sembolün küme merkezlerine vektörel mesafesi en aza indirilmeye çalışılır [16].

Şekil 8’de görülen m_c değerleri, renk noktalarının bir kümeye üyelik olasılığını ifade etmektedir. Dolayısıyla her bir nokta için her bir kümeye üye olma olasılıkları hesaplanır. Sınıflandırma en yüksek olasılığı sağlayan kümeye yapılır.

$$0 \leq m_c \leq 1, \sum_{i=1}^p m_i = 1, p: \text{paletteki renk sayısı}$$



Şekil 8. Kümeleme Yaklaşımı.

Yukarıda da açıklandığı gibi, sistematik / düzenli bozulma, renklerin grup yapılarını bozmamaktadır. Düzensiz ve istikrarsız bozulmalara doğrudan bir çözüm getirmemekle birlikte, bu kümeleme yöntemiyle gerçekleştirilen renk ayrıştırması, oluşan renk farkından bağımsız oluşu nedeniyle, en kısa mesafe yaklaşımına göre çok daha yüksek başarımlar sağlayabilmektedir.

4. Sonuç

Farklı uygulama alanlarında renkler, bilgi temsilinin etkin araçları olarak kullanılmaktadır. Diğer iletişim uygulamalarına benzer şekilde bu alanda da çeşitli özgün etkenlerin iletilen mesajı değiştirmesi ve bozması söz konusudur.

Bu çalışmada bu etkenler ile yarattıkları bozucu etkiler genel hatlarıyla özetlenmiştir. Oluşan etkiler sınıflandırılarak kaynaklandıkları etkenlerle ilişkilendirilmiş; okunan noktadaki rengi ifade eden renk modeli ortaya koyulmuştur.

Bunun yanında, bozucu etkenlerin öngörülemez olduğu ve bozulmanın herhangi bir bilinen olasılık dağılımına güvenilir şekilde uymadığı tanıtılmıştır.

Alınan sinyalin çözümlenerek gönderilen mesajın yeniden üretilmesi iletişimin temel problemidir. Çözümlemenin nihai başarımında en önemli belirleyen, kullanılacak algoritmanın söz konusu bozulmanın yapısına uygunluğu olacaktır.

Renklerin palet renklerinden birine sınıflandırılması işleminde çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Burada temel iki ayrıştırma / sınıflandırma yöntemi

karşılaştırılmış ve kümeleme yaklaşımının daha yüksek başarımlar sağlamanın ana nedeni, bozulmanın yapısıyla ilişkisi çerçevesinde açıklanmıştır.

Gerek veri yoğunluğunun artırılması, gerekse çözümleme başarımlarının geliştirilmesi çalışmaları, ilgili alanda aktif araştırma konularıdır. Bu iki hedefin çelişen karakterleri, optimum çözüme ulaşmada bozucu etkilerin analizini önemli kılmaktadır.

Kaynakça

- [1] Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell Systems Technical Journal*, 27.
- [2] Gray, R.M. (2013). *Entropy and information theory*. Springer Verlag.
- [3] Sirmen, R.T., & Ustundag, B.B. (2017). An information-theoretical approach to the information capacity and cost-effectiveness evaluation of color palettes. *International Journal of Computing and Optimization*, 4(1), 43-5. <https://doi.org/10.12988/ijco.2017.759>.
- [4] Jancke, G. (2010). System and method for encoding high density geometric symbol set. *Patent No: US 7751585B2*.
- [5] Retrieved from <http://www.microsoft.com/en-us/research/project/high-capacity-color-barcodes-hccb> (last accessed at 23.07.2018).
- [6] Parikh, D., & Jancke, G. (2008). Localization and segmentation of a 2D high capacity color barcode. In *Proceedings of the 2008 IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (IEEE Computer Society)*.
- [7] Sali, E., & Keselbrener, M. (2005). Selection of colors for color barcodes, *Patent No: US 6902113B2*.
- [8] Sali, E., & Lax, D. (2005). Color calibration for color barcodes, *Patent Application Publication: US2005/0023355A1*.
- [9] Sali, E., & Lax D. (2007). Color barcode system. *Patent No: US7210631B2*.
- [10] Sirmen, R.T. (2016). A construction and evaluation methodology for color palettes of information representation. *Proc. 4th International Conference on Advanced Technology & Sciences, Rome, Italy*.
- [11] Kato, H., Tan, K.T., & Chai, D. (2009). novel colour selection scheme for 2D barcode. In *Proceedings of 2009 IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS 2009)* (pp. 529-532).
- [12] Simske, S.J., Aronoff, J.S., & Sturgill, M. (2010). Revenge of the Physical - Mobile Color Barcode Solutions to Security Challenges. *HP Laboratories, HPL-2010-7* (Optical Document Security 2010).

- [13] Simske, S.J., Aronoff, J.S., Sturgill, M., & Villa, J.C. (2008). Spectral pre-compensation and security deterrent authentication, *Proc. NIP24*, 24,792-795.
- [14] Smith, V.C., & Pokorny, J. (2003). Color matching and color discrimination (chapter 3). In *The science of color* (pp. 103-148). Optical Society of America: Elsevier Ltd. ISBN 0-444-512-519.
- [15] Huffman, W.C., & Pless, V. (2003). *Fundamentals of error-correcting codes*. Cambridge University Press. ISBN 0-521-78280-5.
- [16] Moon, T.K. (2005). *Error correction coding, mathematical methods and algorithms*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-64800-0.
- [17] Tan, P., Steinbach, M., & Kumar, V. (2006). *Introduction to data mining*. Pearson Education, Inc. ISBN 0-321-42052-7.

GIDA İŞLEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KEMOMETRİK YÖNTEMLER

**Sebahattin Serhat TURGUT¹, Erkan KARACABEY²,
Erdoğan KÜÇÜKÖNER³**

Gıda Mühendisliği Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

¹ Arş. Gör., serhatturgut@sdu.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr., erkankaracabey@sdu.edu.tr

³ Prof. Dr., erdogankucukoner@sdu.edu.tr

Özet

Toplumların yaşam standartlarının ve kalitesinin yükselmesi, ilerleyen teknoloji, gıda kalitesi ve gıda güvenliği anlayışının tüketiciler ve gıda üreticileri için giderek artan önemi, gıda sanayiini yeni analiz yöntemleri geliştirmeye yöneltmiştir. Bununla birlikte, yüksek tüketici ve artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla hem daha hızlı hem de güvenilirliği yüksek analiz tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlamda kemometrik yöntemler gıdaların kimyasal, biyokimyasal, fiziksel ve hatta bazı duyuşal özelliklerine göre sınıflandırılması, gıdalarda hile-tağşişin ve mikro-biyolojik kalitesinin belirlenmesi ve meyve-sebzelerin olgunluk düzeyinin tahmin edilmesi gibi amaçlarla başarılı bir şekilde kullanılabilir. Söz konusu çalışma, gıda sanayiinde yüksek uygulanma potansiyeline sahip olan, üretim ve değerlendirme süreçlerinde hız ve doğru sonuç almaya katkıda bulunan kemometrik teknikler üzerine kısa bir değerlendirme olup, çalışma prensipleri, ölçüm ekipmanları ve çeşitli gıda ürünlerinde uygulama alanlarından örnekler içermektedir.

Anahtar Sözcükler: Kemometri, hızlı analiz yöntemi, gıda kalitesi, gıda güvenliği, gıdaların sınıflandırılması.

Abstract

Increasing life standards, developing technology, growing importance of food quality and safety lead food industry to search new analysis methods. In addition, high consumer expectation and increasing population forces manufacturers to find fast and accurate techniques. In this extent, chemometric techniques

can be successfully applied for the classification of foods according to chemical, biochemical, and physical and even to sensorial properties, for the determination of possible adulteration and microbial quality and for the estimation of maturity level of fruits-vegetables. The present study summarises the chemometric techniques, which reveals high potential and contributes production and evaluation processes in food industry, covering working principle, measuring equipment and samples of different studies on foods.

Keywords: Chemometry, rapid analysis method, food quality, food safety, classification of food.

1. Giriş

Kemometri, gıda kimyası ve gıda kimyası ile ilişkili olan gıdaların bileşimi, duyuşal özellikleri, tüketicilerin tercihleri, gıdaların işlenmesi, depolanması, ve fiziksel özellikleri gibi birçok hususta uygulama alanı bulunan bir teknikler ve stratejiler bütünüdür. Genel olarak kemometri terimi çok değişkenli istatistiksel analiz olarak zihinlerde canlanmaktadır. Ancak kabul gören kemometri tanımı şu şekildedir. Kemometri, (a) verilerin en iyi şekilde toplanabileceği deneme ve ölçüm işlemlerinin seçimi veya tasarımı (b) kimyasal verilerin analizi ile mümkün olan en fazla bilgiye ulaşmak için matematik ve istatistikten faydalanan bir kimya disiplini (Forina vd., 2006).

William Gosset kemometristler arasında bu alanı ilk ortaya çıkaran araştırmacı olarak kabul edilmektedir. 1899 yılında kimyager unvanını aldıktan sonra Dublin’de çalışmalarını sürdürdüğü esnada istatistik üzerine önemli çalışmalar yürütmüş olup, “Student” adı altında t-testi olarak bilinen ve küçük örnek gruplarını kıyaslamak için kullanılan tekniği geliştirmiştir. Ardından 1972 yılında başlayan çalışmalar neticesinde 1974 yılında Kemometristler Topluluğu kurulmuştur. Yine bu yıllarda gıda kimyası çalışmalarında çok değişkenli istatistik teknikleri uygulanarak günümüz kemometri çalışmalarının temeli atılmıştır. 1982 yılında düzenlenen Gıda Araştırmaları ve Veri Analizi Sempozyumu ve 1983 yılında NATO bünyesinde kurulan İleri Kemometri Araştırmaları Enstitüsü ile kemometri alanında çalışmalar hız kazanmıştır (Forina vd., 2009).

Gıdalarda karşılaşılan sorunlar kemometri tekniklerinin ortaya çıkışından itibaren kemometristlerin ilgi alanı içerisinde yer almıştır. Özellikle son zaman-

larda gıda alanındaki uygulamalar dikkate değer mesafe almış, hatta bu alanda karşılaşılan sorunlar, yeni yöntem ve tekniklerin geliştirilmesine önyak olur konuma gelmiştir.

Gıdaların kimyasal bileşimleri çevre faktörlerin etkisi altındaki hammaddeye göre değişmektedir. Gıdalardan kemometrik analizlerde kullanılmak üzere objektif ham bilgiler (ölçüm cihazlarından kemometrik çalışmalarda kullanılmak üzere elde edilen, işlenmemiş veriler) farklı yollarla alınabilmektedir (Ayuso vd., 2004; Sádecká J. & J., 2007; Guidetti vd., 2008; Guidetti vd., 2012). Bu bilgiler kullanılarak sadece kimyasal özellikler değil, gıdalar için önemli olan fiziksel özellikler hakkında da bilgi elde edilir. Öznel bilgiler ise (duyusal analizler ve tüketici tercihleri) kimyasal bileşim ile ilişkilendirilebilir ve aynı zamanda söz konusu kimyasal bileşim, gıdaların duyusal özellikleri hakkında çıkarımlarda bulunmak amacıyla kullanılabilir. Kimyasal bileşim gıdaların tanımlamasında, işlenmesinde ve kalite kontrolünde karşılaşılan problemlerin çözümü için başat bilgidir. Gıdaların kimyasal bileşiminin oldukça karmaşık olması nedeniyle, kemometrik tekniklerden elde edilen nesnel bilgiler gıda maddeleri hakkında fikir elde etmek için oldukça önemlidir.

Kemometri aşağıdaki amaçlar doğrultusunda kullanılabilir (Forina vd., 2009).

- Enstrümental veriler kullanarak maddelerin kimyasal yapıları hakkında bilgi edinilmesi (çok değişkenli kalibrasyon),
- Maddelerin tanımlanması ve kontrol edilebilmesi için modellerin oluşturulması,
- Maddelerin bileşimleri/özellikleri arasında ilişki kurulması ve bu özelliklerin tahmin/optimize edilmesi,
- Maddelerin kimyasal bileşimi ile biyolojik veya fiziksel davranışları arasında ilişkiler kurulması.

2. Kemometride Kullanılan Ölçüm Cihazları

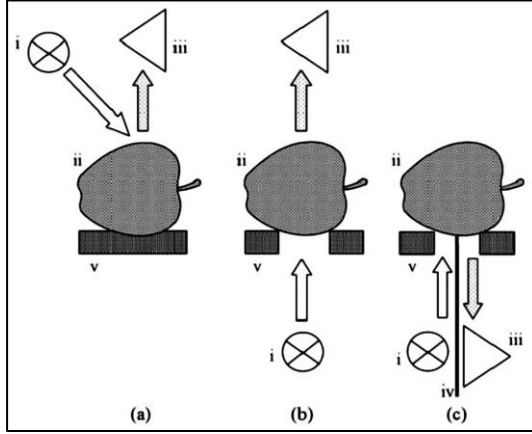
Kemometrik analizlerde kullanılmak üzere toplanan verilerin birçok kaynağı vardır. Bu kaynaklar çok çeşitli olmakla birlikte bazılarının kullanımı oldukça basit iken bazıları ileri düzeyde gıda kimyası veya laboratuvar bilgisi gerektirmektedir. Elde edilen bu verilerin bazıları doğrudan gıdaların bileşimleri ve bazı kimyasal maddelerin varlığı ve derişimi hakkında fikir verirken, bazıları ise sadece maddenin fiziksel özellikleri üzerine sayısal veriler üretmektedir. Bu verilerin gıdanın kimyasal bileşimi hakkında fikir oluşturabilmesi amacıyla kemometrik çalışmalar yürütülmektedir (Guidetti, Beghi, & Giovenzana, 2012).

Gıda sektöründe kemometrik çalışmalar kapsamında kullanılan ölçüm teknikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir. Burada gıda kimyası analizlerde kullanılan ve iyi bilinen yöntemler dâhil edilmemiş olup, kolay ve hızlı ölçüm gerçekleştirilebilen ve örneğe zarar vermeden sonuç alınabilen spektroskopi, görüntü analizi ve elektronik burundan bahsedilmiştir.

2.1. Yakın Kızılötesi (NIR) ve Görünür Kızılötesi (VIS-NIR) Spektroskopi

Örneğe zarar vermeden gerçekleştirilen analiz metotları arasında spektroskopik yöntemlerin kullanımı oldukça yaygındır. Bu yöntemler kısaca optik analiz olarak tanımlanabilmektedir. Elektromanyetik spektrum içerisinde NIR bölgede bulunan dalgalardan faydalanılmaktadır. Kızılötesi bölge genel olarak üç bölümde incelenmektedir. Yakın (750-2500 nm), orta (2500-50000 nm) ve uzak (50-1000 µm) kızılötesi bu bölgeleri oluşturmaktadır. Bu teknolojide daha güvenilir sonuçların elde edilebilmesi günümüz teknolojisinde optik cam (fiber-optik) kablolar kullanılarak sağlanabilmektedir. Bu kablolar sayesinde örnek ve ışık kaynağı birbirinden uzak noktalarda konumlanabilirken, kaynağın sağladığı ışınının örneğin sanki yanı başındaymış gibi maddeye aktarılması mümkün olmaktadır. Ayrıca, optik cam kabloların kullanımı ile aksi durumlarda meydana gelebilecek yüksek sıcaklık, aşırı titreşim, yetersiz alan gibi sorunların da üstesinden gelinmiş olur. Optik cam kablolar küçük yapıları nedeniyle ulaşılması zor alanlarda çalışma imkânı sunmaktadır. Bunun yanında kaynaktan sağlanan ışınım enerjisinin % 99.99'undan daha fazlasını kablonun diğer ucuna ulaştırma yeteneğine sahiptirler. Bu nedenle kemometrik çalışmalarda optik cam kablolar sıklıkla faydalanılmaktadır (Osborne, Fearn, & Hindle, 1993). Işınım enerjisinin maddeyle olan etkileşimi maddenin fiziksel özelliklerine göre değişmekle birlikte, bu özellikleri ifade edilebilmesi için kullanılan 4 metot

vardır. Bunlar transmittans, reflektans, transflektans ve interaktansdır. Bu şekilde örnek ile ilişkiye girerek tekrar toplanan enerji spektrofotometreler ve bilgisayar sistemleri ile işlenerek veriler elde edilir (Guidetti vd., 2012).

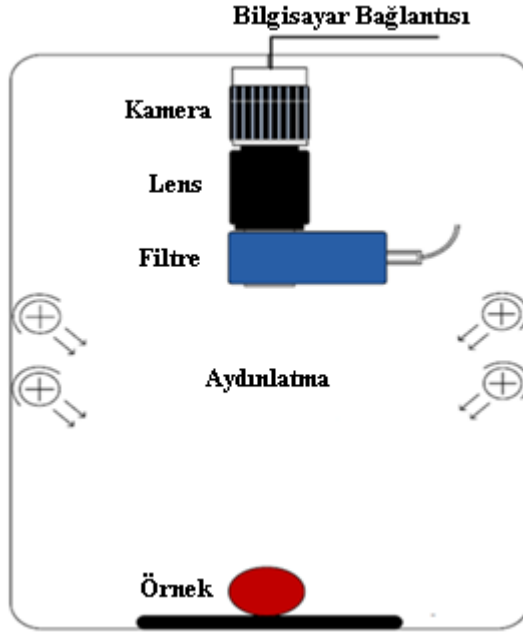


Şekil 5. Işğın Yakalanması için Kurulabilen Düzeneklerin Şematik Gösterimi. (a) Reflektans, (b) Transmittans, (c) İnteraktans, (i) Işğık Kaynağı, (ii) Madde, (iii) Monokromatör/Dedektör, (iv) Işğık Bariyeri (Nicolai vd., 2007).

2.2. Görüntü Analizi

Gıda sektöründe görüntü analizi, gıdanın görüntüsü kullanılarak, gıda hakkında bilgi veren bir yöntemdir. Bu bilgilerin diğeri metotlarla ölçülmesinin zorluğu nedeniyle bu yöntem bir süredir artan bir ilgi görmektedir. Bu teknikle gıdanın tüketici üzerinde yarattığı algıya en yakın sonuçlar alınabilmektedir. Görüntü analizi ile gıdaya zarar vermeden, kullanıcı dostu, hızlı, doğruluğı ve verimi yüksek analizler gerçekleştirilebilmektedir. Daha sonra gerçekleştirilecek analizler için ham veriyi saklama imkânı, bir yığının tüm örneklerini inceleme olanağı, insan gereksinimini azaltıp otomasyona olanak sağlaması ve düşük maliyeti bu yöntemde oldukça önemli üstünlükler sağlamaktadır. Bu sistem için uygun özellikte bir ışğık kaynağı ürüne yansıtılmalı ve ürünün görüntüsü uygun filtreler ile donatılmış bir görüntü yakalayıcı ile alınmalıdır (Turgut, Karacabey, & Küçüköner, 2014). Böylece dijital, multispektral veya hiperspektral görüntüler elde etmek mümkündür. Bunlar arasından çok daha az işlem ile çok daha fazla veri oluşturmaya imkân sağması nedeniyle hiper-spektral yöntem diğerilerinden bir adım öne çıkmaktadır. Bu yöntemden gıda sanayiinde ürünlerin tanımlanması, boyut, yapı, renk ölçütleri ile makro ve mikro düzeyde bulaşı ve bozulmaların

tespiti ve raf ömrünün belirlenmesi amacıyla faydalanılabilir (Guidetti vd., 2012; Turgut vd., 2014).



Şekil 6. Hiperspektral Görüntü Elde Etmek Amacıyla Tasarlanan Bir DüzenegİN Şematik Görüntüsü (Wang vd., 2011).

2.3. Elektronik Burun

Elektronik burun fikri ilk olarak 1988 yılında ortaya atılmış olmakla birlikte konu üzerinde oldukça çok çalışma yürütülmüştür. Öyleki artık tasarlanan biyomimetik sistemler yardımıyla doğadaki canlıların (özellikle insanlar) koku alma yetenekleri taklit edebilir konuma gelmiştir. Kısaca, elektronik burun sensörleri vasıtasıyla ortamdaki bilgi toplayarak, seçici bir modele göre ortamda bulunan kimyasal hakkında bir yanıt oluşturmakta ve bunları kimyasalın derişimine bağılı olarak elektrik sinyallerine dönüştürmektedir. Bu sistemler hızlı, düşük enerji gerektiren, küçük, hassas, güvenilir, kararlı ve tekrar edilebilir sonuçlar veren sistemler olarak tanımlanmaktadır (Guidetti et al., 2012). Elektronik burun, gıda uygulamalarında ürünlerin raf ömrü ve kalitesinin mikrobiyolojik durumunun ortaya konması, ambalaj atmosferinin kontrolü, mayalanma işleminin aşamasının tespiti veya üründe meydana gelebilecek muhtemel kimyasal ve biyolojik bulaşların belirlenmesi amacıyla kullanılabilir-

mektedir (Cynkar, Dambergs, Smith, & Cozzolino, 2010; Loutfi, Coradeschi, Mani, Shankar, & Rayappan, 2015; Schaller, Bosset, & Escher, 1998).

3. Kemometrik Analizin Aşamaları ve Teknikler

Daha önce de bahsedildiği üzere kemometri tekniklerinin gıda alanındaki uygulamaları genel olarak araştırma, sınıflandırma, kalibrasyon ve kimyasal olmayan değişkenler ile ilişki kurma amacıyla gerçekleştirilmektedir. Kemometrik yöntemlerin gıda alanındaki uygulamalarını kısaca anlatmak için 4 başlık belirlenebilir: değişkenler ve nesnelere, örnekleme, kıyaslama teknikleri, doğrulama. Maddenin yapısı ve kullanılan enstrümana bağlı olarak toplanan tahmin edici değişkenler oldukça çeşitlilik göstermektedir. Örneğin, metaller ve elementler, temel kimyasal bileşenler, spektral veriler, görüntüler, yapay burun ve dil verileri bunlara örnek olarak gösterilebilir. (Forina, Casale, & Paolo, 2009).

Kullanılan teknikler bakımından kemometrik çalışmalar dört grupta incelenebilir. Bunlar;

- Kemometri alanında sınırlı bilgisi bulunan ve kendi elde ettiği veriler üzerinde genel istatistik programları ile çalışan gıda bilimciler: Bu kategoride en çok kullanılan yöntem hiyerarşik kümeleme tekniğidir. Ward yöntemi, temel bileşenler analizi ve doğrusal diskriminant analizi burada en sık karşılaşılan tekniklerdir.
- İleri kemometri yazılımları ile çok değişkenli kalibrasyon üzerine çalışan araştırmacılar: Bu kısımda araştırmacılar genellikle kısmi en küçük kareler veya nadiren temel bileşenler regresyonu yöntemlerini uygulamaktadır. Bu kişiler yazılımları kullanma anlamında iyi olmalarına karşın, kıyasladıkları verilerin ne olduğu hakkında pek fikir sahibi değildir.
- Hem gıda bilimleri hem de kemometrik uygulamalar üzerinde iyi seviyede bilgi sahibi olan, kendi elde ettiği verileri ileri seviyede hazır programlar veya kendi geliştirdiği yazılımlarda işleyen araştırmacılar: Bu başlık altında oldukça az sayıda araştırmacı bulunmaktadır. Klasik ve ileri seviyede kemometrik araçlar kullanarak yeni stratejiler geliştirirler.
- Genellikle kendisine ait olmayan hatta farklı yayınlardan topladığı veriler üzerine çalışan kemometristler: Bu çalışmalar genellikle kemometri

alanında yeni bir metot ve strateji geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmektedir (Forina vd., 2009).

Doğrulama işlemi gıda alanında gerçekleştirilen birçok araştırma ve özellikle birinci gruba dâhil olan araştırmacılar için genel olarak zayıf kalınan bir husustur. Genellikle sınıflandırma gerçekleştirildikten sonra tahmin yeteneği üzerinde durulmamaktadır. Tahmin işleminin gerçekleştirildiği durumlarda ise örneklerden bir tanesi dışarıda bırakılarak tahmin için kullanılmaktadır. Bu nedenle tahmin yeteneğinin güvenilirliği belirlenememektedir. Oysaki bu husus özellikle veri sayısı az ise oldukça önemlidir. Çoğu zaman ise araştırmacılar tekrar edilen tahmin edici sonuçlarını kullanmaktadırlar. Bunlardan bir kısmını eğitim ve bir kısmını test verileri olarak saklamaktadırlar. Böyle bir durumda tahmin yeteneği çok başarılı çıkmaktadır. Ancak bu noktada asıl yapılan enstrümanın tekrarlanabilirliğinin ölçümüdür. Gıda kategorileri arasında fark incelenmemektedir (Forina vd., 2009).

4. Gıda Ürünlerinde Kemometri Uygulamalarına Örnekler

Daha önce bahsedildiği üzere gıda uygulamalarını konu alan birçok kemometrik çalışma mevcuttur. Bunlardan bir kısmı sadece var olan numuneleri sınıflandırmak ve farklarını ortaya koymak için gerçekleştirilmişken, bazıları gıda üzerindeki belirli bir özelliğin varlığını bulmaya, bazıları gıdada gerçekleşmesi muhtemel hileleri saptamaya, hatta sanayide karşılaşılması muhtemel bir sorunu çözmeye yönelik olabilmektedir. Aşağıda yağ, et, meyve, sebze ve süt gibi çok tüketilen ve üzerinde oldukça çok çalışma bulunan gıdalarda kemometrik uygulamalara güncel örnekler sunulmuştur.

Ferreiro-González vd. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 118 saf zeytinyağı örneğinin tanımlanmasına yönelik kemometrik teknikler uygulanmıştır. UV spektrofotometre kullanılarak 380-730 nm dalga boyları arasında spektrum taraması gerçekleştirilmiş olup, elde edilen spektrumlarda gürültü giderme ve yumuşatma gibi işlemlerin ardından spektral alandaki ilişkili verilerin sayısının belirlenmesi amacıyla temel bileşenler analizi (principal component analysis, PCA) ve lineer diskriminant analizi (linear discriminant analysis, LDA) farklı yağ türlerinin ayırt edilmesi için uygulanmıştır. Söz konusu işlemlerde 670 ve 480 nm dalga boylarında en fazla soğurmayı gösteren klorofil ve karotenoit pigmentlerinden faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda LDA tekniği kullanılarak

örneklerin % 95'inin başarılı şekilde tanımlandığı ifade edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise yetiştirme alanı ve iklim koşullarının Gemlik türü zeytinlerden elde edilen yağların uçucu bileşikleri üzerine olan etkileri kullanılarak bir sınıflandırma çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 5 farklı ilimizden alınan zeytinlerden yağ elde edilmiş olup, tepe boşluğu ekstraksiyon tekniği kullanılarak gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi GC-MS yardımıyla çeşitli uçucu bileşikler ve derişimleri belirlenmiştir. PCA ve hiyerarşik kümeleme analizi teknikleri kullanılarak sınıflandırma sağlanmıştır. Sonuç olarak iklim şartları ve yetiştirme alanının enlem ve boylam değerlerinin uçucu bileşikler üzerine etkili olduğu vurgulanmıştır (Kıralan vd., 2012).

Alamprese vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Fourier transform-near infrared (FT-NIR) spektroskopisi ve çok değişkenli analiz teknikleri kullanılarak kıyma hâlindeki sığır etine hindi eti karıştırılarak gerçekleştirilen tağışın varlığının ve miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Örnekler taze, donmuş çözülmüş ve pişmiş hâlde analiz edilmiştir. Örneklerin yakın kızılötesi (NIR) spektrumları 800-2667 nm arasında taranmıştır. PCA yöntemi, temel bileşenleri belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Kısmi en küçük kareler (partial least square, PLS) regresyonu spektral veri ile ölçülen parametreler arasındaki korelasyonu maksimize etmek amacıyla tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda, hindi etinin % 20 oranından daha fazla bulunduğu örneklerde, sığır etine hindi eti karıştırıldığını PLS başarılı bir şekilde tahmin edebilmiştir. Benzer bir çalışma süt ürünleri için de gerçekleştirilmiştir. Sütte farklı bileşenler (süt tozu, hidrojen peroksit, sentetik ürün, üre ve sentetik süt) ilavesinin orta infrared (MIR) mikrospektroskopi ile belirlenmesi ve derişimlerinin tespiti üzerine çalışılmıştır (Santos vd., 2013). Sonuçlar söz konusu teknikler ile hızlı ve yüksek doğrulukla sütlerde bulunan farklı maddelerin tespit edilebileceğini ortaya koymuştur. Kemometrik teknikler ürünlerin mikrobiyolojik kalitesi hakkında fikir elde etmek amacıyla da kullanılabilir. Sığır etinde patojen kontaminasyonunun tespiti amacıyla NIR spektroskopi kullanılmıştır (Amamcharla vd., 2010). Fourier transform infrared (FTIR) spektroskopisi paketlenmiş sığır etlerine Salmonella bulaşısını belirlemek amacıyla tercih edilmiştir. Spektrum taraması $4000-500\text{ cm}^{-1}$ arasında gerçekleştirilerek, PCA yöntemi uygulanmıştır. Çalışmalarda başarılı sonuçlar elde edildiği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir.

Kemometrik tekniklerden faydalanılarak gıda maddelerinin kimyasal ve fiziko-kimyasal özellikleri, hatta olgunluk düzeyi hakkında tahmin geliştirilebilmektedir. Örneğin, farklı meyve sirkelerinde (elma, limon, şeftali) asetik, tartarik, formik asit varlığı ve pH değeri belirlemek amacıyla kemometrik yöntemler denenmiştir (Liu vd., 2011). Bu amaçla NIR spektrum taraması yapılan örneklerde farklı teknikler kullanılarak PLS model geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda söz konusu teknikler kullanılarak sirkelerin bahsi geçen özelliklerinin belirlenmesinde kemometrinin hızlı ve başarılı sonuçlar ortaya koyduğu ifade edilmiştir. Zielinski vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise 19 farklı meyveye ait dondurulmuş pulpun renk doygunluğu, fenolik madde, karotenoid ve in-vitro antioksidan aktivitesi değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler PCA ve hiyerarşik kümeleme analizi ile işlenmiştir. Antioksidan özelliklerin toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam monomerik antosiyaninlerle yüksek korelasyon gösterdiği ifade edilmiştir. Meyvelerin olgunluk düzeylerinin belirlenmesi üzerine gerçekleştirilen çalışmalara Guidetti vd. (2008) tarafından gerçekleştirilen araştırma örnek gösterilebilir. Taşınabilir VIS/NIR cihazı (450-980 nm) ile yaban mersini meyvesinin olgunlaşma indeksinin (çözünür kuru madde ve sertlik) ve işlevsel özellikteki bileşenlerin varlığının (toplam antosiyanin, toplam flavonoid, toplam polifenol ve askorbik asit) tahmin edilebilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. 0.80-0.92 arasında değişen yüksek korelasyon ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Benzer sonuçlar homojenize edilmiş örnekler ile gerçekleştirilen çalışmalarda da saptanmıştır. VIS/NIR cihazının bu alanda hızlı ve doğru sonuçlar alabilmek amacıyla kullanılacak bir ekipman olduğu ortaya konmuştur.

5. Sonuç

Kemometri, gıda kimyası ve gıda kimyası ile ilişkili olan gıdaların bileşimi, duyuşal özellikleri, tüketicilerin tercihleri, gıdaların işlenmesi ve depolanması ve fiziksel özellikleri gibi birçok alanda uygulama imkânı bulunan bir teknikler ve stratejiler bütünüdür. Genel olarak kemometri terimi çok değişkenli istatistiksel analiz olarak zihinlerde canlanmaktadır. Kemometrik analizlerde kullanılmak üzere birçok farklı ekipman kullanılarak veriler elde etmek ve bu verileri farklı yazılımlar kullanarak yorumlamak mümkündür. Günümüzde kemometrik yön-

temlerden araştırmalarda, sınıflandırma, kalibrasyon, veriler arasında neden-sonuç ilişkisi kurulması gibi amaçlarla faydalanılabilmektedir. Kemometrik yöntemler özellikle gıda bilimlerinde hızlı ve basit olması, birçok farklı ölçüm yönteminin kullanılabilmesi, uygulama alanının oldukça geniş olması, farklı veriler arasında kolayca ilişki kurulabilmesi, elde edilen sonuçların büyük oranda başarılı olması nedeniyle oldukça çok sayıda araştırmacı tarafından giderek artan bir ilgi ile tercih edilmektedir.

Kaynakça

- [1] Alamprese, C., Amigo, J.M., Casiraghi, E., & Engelsen, S.B. (2016). Identification and quantification of turkey meat adulteration in fresh, frozen-thawed and cooked minced beef by FT-NIR spectroscopy and chemometrics. *Meat Science*, 121, 175-181.
- [2] Amamcharla, J.K., Panigrahi, S., Logue, C.M., Marchello, M., & Sherwood, J.S. (2010). Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) as a tool for discriminating Salmonella typhimurium contaminated beef. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*, 4(1), 1-12.
- [3] Ayuso, J., Haro, M.R., & Escolar, D. (2004). Simulation of the visible spectra for edible virgin olive oils: potential uses. *Applied Spectroscopy*, 58(4), 474-480.
- [4] Cynkar, W., Damberg, R., Smith, P., & Cozzolino, D. (2010). Classification of Tempranillo wines according to geographic origin: combination of mass spectrometry based electronic nose and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 660(1), 227-231.
- [5] Ferreiro-González, M., Barbero, G.F., Álvarez, J.A., Ruiz, A., Palma, M., & Ayuso, J. (2017). Authentication of virgin olive oil by a novel curve resolution approach combined with visible spectroscopy. *Food Chemistry*, 220, 331-336.
- [6] Forina, M., Lanteri, S., & Armanio, C. (2006). *Chemometrics in food chemistry*. Springer-Verlag, Berlin.
- [7] Forina, M., Casale, M., Paolo, O. 2009. Application of chemometrics to food chemistry. In S. D. Brown, R. Tauler & B. Walczak, (Eds.), *Comprehensive chemometrics chemical and biochemical data analysis* (pp. 75-126). Elsevier.
- [8] Guidetti, R., Beghi, R., Bodria, L., Spinardi, A., Mignani, I., & Folini, L. (2008). Prediction of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) ripeness by a portable Vis-NIR device. *Acta Horticulturae*, 310, 877-885.
- [9] Guidetti, R., Beghi, R., Giovenzana, V. 2012. Chemometrics in food technology. In K. Varmuza (Ed.), *Chemometrics in practical applications* (pp. 217-252). InTech, Rijeka, Croatia.

- [10] Kiralan, M., Ozkan, G., Koyluoglu, F., Ugurlu, H.A., Bayrak, A., & Kiritsakis, A. (2012). Effect of cultivation area and climatic conditions on volatiles of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(5), 552-557.
- [11] Liu, F., He, Y., Wang, L., & Sun, G. (2011). Detection of organic acids and pH of fruit vinegars using near-infrared spectroscopy and multivariate calibration. *Food and Bioprocess Technology*, 4(8), 1331-1340.
- [12] Loutfi, A., Coradeschi, S., Mani, G.K., Shankar, P., & Rayappan, J.B.B. (2015). Electronic noses for food quality: a review. *Journal of Food Engineering*, 144, 103-111.
- [13] Nicolai, B.M., Beullens, K., Bobelyn, E., Peirs, A., Saeys, W., Theron, K.I., & Lammertyn, J. (2007). Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 46(2), 99-118.
- [14] Osborne, B.G., Fearn, T., & Hindle, P.H. (1993). *Practical NIR spectroscopy with applications in food and beverage analysis*. Longman Scientific and Technical, 227s, Harlow.
- [15] Sádecká J., J., T. (2007). Fluorescence spectroscopy and chemometrics in the food classification – a review. *Czech J. Food Sci.*, 25, 159-173.
- [16] Santos, P.M., Pereira-Filho, E.R., & Rodriguez-Saona, L.E. (2013). Rapid detection and quantification of milk adulteration using infrared microspectroscopy and chemometrics analysis. *Food Chemistry*, 138(1), 19-24.
- [17] Schaller, E., Bosset, J.O., & Escher, F. (1998). ‘Electronic noses’ and their application to food. *LWT - Food Science and Technology*, 31(4), 305-316.
- [18] Turgut, S.S., Karacabey, E., & Küçüköner, E. (2014). Potential of image analysis based systems in food quality assessments and classifications. In *9th Baltic Conference on Food Science and Technology “Food for Consumer Well-Being”* (p.8).
- [19] Wang, J., Nakano, K., Ohashi, S., Kubota, Y., Takizawa, K., & Sasaki, Y. (2011). Detection of external insect infestations in jujube fruit using hyperspectral reflectance imaging. *Biosystems Engineering*, 108(4), 345-351.
- [20] Zielinski, A.A.F., Ávila, S., Ito, V., Nogueira, A., Wosiacki, G., & Haminiuk, C.W.I. (2014). The association between chromaticity, phenolics, carotenoids, and in vitro antioxidant activity of frozen fruit pulp in Brazil: an application of chemometrics. *Journal of Food Science*, 79(4), 510-516.

OHMİK ISITMA İŞLEMİ VE GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANIM ALANLARI

**Yelizcan TURGUT¹, Sebahattin Serhat TURGUT²,
Erkan KARACABEY³, Erdoğan KÜÇÜKÖNER^{4,*}**

Gıda Mühendisliği Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta

¹ *Yüksek Lisans Öğrencisi, yelizcan.tiryakioglu@gmail.com*

² *Arş. Gör., serhatturgut@sdu.edu.tr*

³ *Yrd. Doç. Dr., erkankaracabey@sdu.edu.tr*

⁴ *Prof. Dr., erdogankucukoner@sdu.edu.tr*

Özet

Ohmik ısıtma gıda endüstrisinin birçok alanında uygulanabilen bir teknolojidir. Bu teknoloji ile konveksiyonel (taşınım) ısı aktarımındaki aksine, gıdalar çok daha hızlı bir şekilde istenen sıcaklıklara ulaşabilmekte, enerji maliyetlerini önemli ölçüde düşürebilmektedir. Geleneksel yöntemlere alternatif olan ohmik ısıtmada gıda maddeleri, içerisinden geçirilen elektrik akımına karşı bir direnç oluşturmakta ve moleküllerin sahip olduğu enerjinin artması sonucu gıda maddesinin sıcaklığı yükselmektedir. Gıda sanayiinde yeni tekniklerden biri olan ohmik ısıtmanın kullanılması ve yaygınlaştırılması hâlinde üretimde süre, enerji, maliyet ve verimlilik gibi olumlu katkılarının yanı sıra gıdanın daha iyi dokusal ve duyuşal özelliklere sahip olacağı görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Ohmik ısıtma, enerji, gıda kalitesi, gıda sanayiinde yeni teknikler.

Abstract

Ohmic heating is a technology that could be used for various operations in food industry. Thanks to ohmic technique, foods can be rapidly heated to a desired temperature and energy costs are considerably decreased compared to convective heat transfer. As an alternative to conventional methods of cooking, during ohmic process, food materials stand as a resistance against the electrical current and the temperature of material increases due to increasing energy. It is

thought that as the ohmic heating, one of the novel techniques in the food industry, becomes widespread and be used, the time, energy, cost and efficiency of food processes and also textural and sensorial properties of foods can easily be improved.

Keywords: Ohmic heating, energy, food quality, novel techniques in food industry.

1. Giriş

Bilimin ilerlemesi, gıda endüstrisinin gelişmesi, bilgi ve teknolojiye ulaşım kolaylığı toplumun gıda ürünlerindeki istek ve ihtiyaçlarını artırmıştır. Üreticinin ve tüketicinin gıdanın güvenilirliği, beslenme açısından değerleri, maliyeti, kalitesi, denetlenebilmesi gibi beklentileri vardır. Bu ölçütlere bağlı olarak yeni teknolojilerin denenmesi, kullanılabilirliği ve yaygınlaşması mümkün olmaktadır. Gıda üretim basamaklarında payı küçümsenemeyecek kadar önemli bir bölüm gıdaya uygulanan ısıtma işlemidir. Isıtma işlemi gıdaların korunması, mikrobiyel açıdan daha uzun ömürlü gıda üretimi, gıdayı pişirme, haşlama, çözündürme, kurutma gibi amaçlarla uygulanmaktadır. Daha kaliteli ürün elde etmek ve verimi artırmak için geliştirilmeye devam edilen alternatif ısıtma yöntemlerinden birisi de ohmik ısıtmadır. Ohmik ısıtmanın temel prensibi gıda maddesiyle temas hâlinde olan elektrotlardan elektrik akımı geçirilmesi ve gıdanın direnç olarak kullanılmasıdır. Gıda maddesinin elektrik akımına karşı göstermiş olduğu direnç, gıda içerisinde ısı enerjisinin açığa çıkmasına yol açmaktadır. Başka bir deyişle elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşmektedir (Eroğlu & Yıldız, 2011). Ohmik pişirme yönteminin diğer geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında avantajları bulunmaktadır. Ohmik ısıtma kullanılarak gıdaların homojen şekilde ısıtılmaları mümkündür. Bu sayede ısıtılan gıdaya eşit enerji dağılımı sağlamak için kullanılan karıştırma ekipmanları veya çalışanlarına ihtiyaç azalmaktadır. Bu durum mekanik zararlara hassas gıdaların işlenmesini kolaylaştırmaktadır (İçier, 2005). Ohmik ısıtma hacimsel bir ısıtma yöntemi olduğu için bütün gıda maddesi eşit bir şekilde ısıtılabilir. Eşit oranda ısıtma ürün içerisindeki katı ve sıvı fazların benzer elektrik iletkenliğine sahip olmasıyla sağlanmaktadır (Akkara & Kayardı, 2014).

Aynı zamanda ürün herhangi bir sıcak yüzeyle temas etmediği için yanık tabaka, birikim ve koagülasyon (katılaşma/pihtılaşma) gibi sorunlar ortaya çık-

mamaktadır. Bu nedenle ekipmanların temizlik ve bakım süreleri ve masrafları azalmaktadır (Kanjapongkul, 2017). Ohmik ısıtmanın etkinliği uygulandığı gıdanın iletkenliğine bağlıdır. Etkin bir ısı işlem gerçekleştirebilmek için gıda ve bileşenlerinin iletkenlik düzeylerinin bilinmesi esastır. Elektriksel iletkenlik değerlerine bağlı olarak gıdaların çok daha hızlı bir şekilde arzu edilen sıcaklıklara ısıtılması mümkündür. Sistemin enerji verimliliği diğer yöntemlere göre oldukça yüksektir (Li & Sun, 2002). Ayrıca haşlama işleminde kullanıldığında, oluşan elektrik alanının gıdaya su difüzyonunu kolaylaştırdığı ifade edilmektedir (Kemp & Fryer, 2007).

2. Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları

Ohmik ısıtma ilk kez 1987 yılında Birleşik Krallıklar Elektrik Araştırma ve Geliştirme Dairesi tarafından geliştirilmiştir. Ancak sistemin ticari kullanıma uygun hale gelebilmesi 1989 yılında mümkün olmuştur. Ohmik ısıtmanın gıdalar üzerinde haşlama, sterilizasyon, pastörizasyon, pişirme ve çözündürme amaçlı denendiği çalışmalar mevcuttur. Söz konusu yöntem gıda endüstrisinde hazır gıdaların aseptik koşullarda işlenmesinde, meyve-sebze sularının pastörizasyonu, sıvı yumurta ve et ürünlerinin işlenmesinde, konserve ürünlerinde uygulanan ön ısıtma işlemlerinde kullanılmaktadır (İçier, 2005).

Kanjapongkul (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada pirinçlerin haşlanmasında ohmik ısıtma tekniği uygulanmıştır. Araştırma kapsamında örneğin elektriksel iletkenlik katsayısı belirlenirken, ürüne su difüzyonunun daha etkin biçimde gerçekleştiği ve işlem süresinin kısaldığı ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra ohmik ısıtma ile haşlama için kullanılan enerjinin, elektrikli pirinç haşlama ekipmanlarının ihtiyaç duyduğu enerjinin dörtte biri kadar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca konveksiyonel ısıtmaya kıyasla ohmik ısıtma nar suyunun reolojik özelliklerinde ve toplam fenolik madde içeriğinde olumsuz bir etki göstermemiş olup, esmerleşmeyi azaltarak renk özelliklerini geliştirmiştir. Konveksiyonel ısıtmaya göre homojen bir ısıtma sağlamıştır. Aynı zamanda nar suyu gibi sıvılar için hızlı bir ısıtma yöntemi olarak tavsiye edilmiştir (Yildiz vd., 2009). Pirinç kepeğinin stabilizasyonu üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada ise ohmik ısıtma ile elde edilen ürünlerin daha yüksek fenolik madde, α -tokoferol, γ -orizanol ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ohmik ısıtma serbest yağ asidi birikimini, lipaz aktivitesini ve lipit oksidasyonunu

geciktirmiştir (Loypimai vd., 2009). İcier vd. (2006) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise ohmik haşlama ile geleneksel haşlama işlemine kıyasla nohut püresinin enzim inaktivasyonu süresinin kısaltılabileceği ve renk özelliklerinin geliştirilebileceği ortaya konmuştur. Ohmik haşlama uygulaması ile geleneksel yöntemi karşılaştırmak adına mantarın haşlanmasıyla yapılan çalışmada aşırı su kullanılması gereken geleneksel yöntemle kıyasla yüksek katı içerikli karışımların ohmik yöntemle haşlanabileceği görülmüştür. Daha hızlı ve hacimsel ısıtma sağlamanın yanı sıra; geleneksel yöntemle oranla daha düşük sıcaklıklarda bile suyun kütle transferinin iyi olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda pişirme suyuna daha az kuru madde geçişi sağlanarak pişirme kayıpları azaltılabilmektedir (Sensoy & Sastry, 2004). Enginarların haşlanması üzerine yapılan bir çalışma sonucunda, geleneksel haşlamaya kıyasla enzim inaktivasyonunun daha kısa sürede gerçekleştiği ve enginara has rengin en iyi şekilde korunduğu belirtilmiştir. Ayrıca protein ve fenolik madde kaybı azaltılabilmektedir (Guida vd., 2013). Çözündürme işleminde ohmik ısıtmanın uygulandığı bir çalışmada ise; dokusal özellikleri iyileştirdiği ve dokuda çok az değişiklik meydana getirdiği görülmüştür. Çözünme aşamasında gıdalarda aşırı ısınma oluşturmadığı, sızıntı kaybını ve çözünme süresini azalttığı, besin öğeleri içeriği ile işlevsel ve duyu özelliklerini koruduğu görülmüştür (Bozkır vd., 2014). Köfte örnekleri üzerinde farklı sıcaklıklarda uygulanan ohmik pişirmenin etkinliğinin araştırıldığı çalışmada pişirme verimi ve pastörizasyon değeri üzerine sonuçlara bakılmış ve ohmik pişirmenin et ürünleri üzerinde alternatif bir pişirme yöntemi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Şengün vd., 2013). Ozmotik kurutmada ohmik ısıtma ile kombine yapılan çalışmalarda ise ohmik ısıtmanın elektroporasyon (elektroplazmoliz) etkisiyle ekstraksiyonda işlem etkinliğini artırıp işlem süresini kısaltarak enerji tasarrufu sağladığı, enerji verimliliği açısından oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır (Eroğlu & Yıldız, 2011). Ayva dilimlerinin ozmotik kurutulmasında ohmik ısıtmanın kullanılmasının renk değerleri üzerine olumlu katkıları olduğu belirlenmiştir (İcier vd., 2013).

3. Sonuç

Ohmik ısıtmanın gıdaların kalitesi üzerine olumlu etkileri belirlenmiş olup hâlen araştırılmaya ve geliştirilmeye devam etmektedir. Geleneksel yöntemlere göre hedef sıcaklığa çok daha kısa sürede ulaşılabilmesi, gıdanın homojen şekilde

ısınınması, düşük enerji gereksinimi, nihai ürünlerdeki renk, doku ve pişme kayıplarını azaltması ohmik ısıtmanın avantajlarıdır. Ohmik ısıtmanın etkinliği ise önemli oranda elektriksel iletkenliğe bağlıdır. Elektriksel iletkenliğin sıcaklıkla doğru orantılı şekilde arttığı göz önüne alınarak, gıda ürününe uygun olacak şekilde ohmik ısıtma sıcaklığını artırmak verimi olumlu şekilde etkileyecektir. Özellikle sıvılarda etkin bir hızlı ısıtma sistemi olarak kullanılan ohmik ısıtma, katı gıdalar için de sıvılarla karışım yaparak etkin bir ısıtma yöntemi olarak tercih edilmektedir. Araştırmalara bakıldığında diğer işlemlerle kombine edildiğinde de daha iyi sonuçlar verdiği, geliştirilmeye devam edildiği takdirde gıda endüstrisinin istek ve ihtiyaçlarını başarıyla karşılayabileceği görülmektedir.

Kaynakça

- [1] Akkara, M., & Kayaardı, S. (2014). İleri muhafaza tekniklerinin et kalitesi üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 12(4), 79-85.
- [2] Bozkır, H., Baysal, T., & Ergün, A. R. (2014). Gıda endüstrisinde uygulanan yeni çözüldürme teknikleri. *Akademik Gıda*, 12(3), 38-44.
- [3] Eroğlu, E., & Yıldız, H. (2011). Gıdaların ozmotik kurutulmasında uygulanan yeni tekniklerin enerji verimliliği bakımından değerlendirilmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 41-48.
- [4] Guida, V., Ferrari, G., Pataro, G., Chambery, A., Di Maro, A., & Parente, A. (2013). The effects of ohmic and conventional blanching on the nutritional, bioactive compounds and quality parameters of artichoke heads. *LWT - Food Science and Technology*, 53(2), 569-579. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.006
- [5] İçier, F. (2005). Gıda işlemede alternatif ısıtma yöntemi-ohmik ısıtma. *Gıda*, 30(2), 139-143.
- [6] İçier, F., Yıldız, H., & Baysal, T. (2006). Peroxidase inactivation and colour changes during ohmic blanching of pea puree. *Journal of Food Engineering*, 74(3), 424-429. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.03.032
- [7] İçier, F., Yıldız, H., Eroğlu, S., Sabancı, S., & Eroğlu, E. (2013). Ayva dilimlerinin ozmotik kurutulmasında elektriksel ve ultrasonik ön İşlemlerin etkileri. *Academic Food Journal/Akademik Gıda*, 11(2).
- [8] Kanjanapongkul, K. (2017). Rice cooking using ohmic heating: Determination of electrical conductivity, water diffusion and cooking energy. *Journal of Food Engineering*, 192, 1-10. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.07.014

- [9] Kemp, M. R., & Fryer, P. J. (2007). Enhancement of diffusion through foods using alternating electric fields. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(1), 143-153. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2006.09.001
- [10] Li, B., & Sun, D.-W. (2002). Novel methods for rapid freezing and thawing of foods – a review. *Journal of Food Engineering*, 54(3), 175-182. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00209-6
- [11] Loypimai, P., Moongarm, A., & Chottanom, P. (2009). Effects of ohmic heating on lipase activity, bioactive compounds and antioxidant activity of rice bran. *Aust J Basic Appl Sci*, 3(4), 3642-3652.
- [12] Şengün, İ. Y., İçier, F., Yıldız-Turp, G., Arserim, E. H., & Kor, G. (2013). Köfte örneklerinin farklı son sıcaklıklara ohmik yöntemle pişirme etkinliğinin incelenmesi. *Academic Food Journal/Akademik Gıda*, 11(1).
- [13] Sensoy, I., & Sastry, S. K. (2004). Ohmic Blanching Of Mushrooms. *Journal of Food Process Engineering*, 27(1), 1-15. doi:10.1111/j.1745-4530.2004.tb00619.x
- [14] Yildiz, H., Bozkurt, H., & Icier, F. (2009). Ohmic and Conventional Heating of Pomegranate Juice: Effects on Rheology, Color, and Total Phenolics. *Food Science and Technology International*, 15(5), 503-512. doi:10.1177/1082013209350352

6 Eylül 2017'de vefat etmiş olan Prof. Dr. Lotfi Asker Zadeh (Lütfi A. Zade) ve bugüne kadar dünyasını ve dünyamızı değiştirmiş olan diğer büyük bilimcilerimizi saygıyla ve rahmetle anıyoruz...

3. Paralel Oturum

Denizcilik Teknolojileri, Ekonomi ve İleri Teknoloji Yönetişimi

Başkanlar:

Prof. Dr. Ahmet TAŞDEMİR (Pîrî Reis Üniv.)
Yrd. Doç. Dr. Ergün DEMİREL (Pîrî Reis Üniv.)

"Eğitim ile memleket sevgisi, onur, saygınlık, fertte ve her platformda üst düzeyde tesis edilmelidir."

M. Oktay ALNIAK

ÜNİVERSİTE-SANAYİ İŞ BİRLİĞİ HAKKINDA DÜŞÜNCELER

M. Oktay ALNIAK

Prof. Dr., Piri Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul, moalniak@pirireis.edu.tr

Özet

Bu çalışma, üniversite-sanayi iş birliği konularında hazırlanmış somut öneriler içeren bir tespit çalışmasıdır. Deneyime dayalı olarak hazırlanırken organizasyon ve planlama faktörleri nazara alınmıştır. Kaynakların yönetilmesinde; öğretim üyeleriyle ilgili hususlar, ileri teknoloji projelerinin planlanma esasları, muhtemel iş birliği konuları, mali konular, arge merkezleri, sanayi tezleri, patent ve faydalı model konuları, akademik uzman personel ihtiyaçları, kalkınma ajansları ve diğer konular da yapılmasında fayda görülen işlemler bu çalışmada öneriler paketi olarak yer almaktadır.

Anahtar Sözcükler: Üniversite-sanayi iş birliği, ekonomi, planlama, tasarruf, ileri teknoloji eğitimi, teknoloji yönetimi.

Abstract

This is an experimental and leading study dealing with university and industry cooperation subjects. Planning and organisational factors took into consideration while it is prepared depending upon experience on these subjects. During administrating and using the budget funds, some principles are becoming important like experienced university staff, planning principles of advanced technology projects, potential cooperation subjects, financial subjects, requirements of academic experts, development agencies, and other principles of cooperation.

Keywords: University-industry cooperation, economics, strategic planning, saving money, advanced technology training, education, technology administration.

1. Giriş

Senelerdir her ülkede konuşulan bir konu, 20 yıldır ülkemizde tartışılıyor. Teknolojide başarının sağlanması için Üniversite-Sanayi İşbirliği bir gerekliliktir. Başarı için bilim, sanat, planlama, sabır, çalışkanlık, akıllılık, tasarruf, uygun yöntem ve sabır ile amaca hizmet edilmesi gerekir. Bunlar birbirini tamamlayan konulardır. Alaylı ve mektepli herkesin bu konuya katkıları lazımdır. Bu alanda başarının elde edilmesi maksadıyla yapılan analiz ve öneriler aşağıdadır.

2. Açıklamalar

2.1. Üniversite - Sanayi İşbirliği Konuları

Türkiye’de “Teknoloji ve Sanayi Envanteri”nin tamamlanması gerekmektedir. Bakanlıklarda, üniversitelerde ve sanayide firmaların imkânlarının bilinmesi önemlidir. Kalkınmakta olan ülkelerin kaynaklarını daha dikkatli harcamaları ve imkânları daha verimli kullanmaları gerekir. Bu kapsamda şunların yapılması faydalıdır:

Bakanlığın planlamaları doğrultusunda; sanayi ve üniversite arasında bir sanayi envanteri iş birliği programının geliştirilmesi, üniversitenin katkısının sağlanması,

Makine envanterinin ve kapasitelerin tespiti, cihazların değerinin belirlenmesi, bu cihazlarda çalışacak personelin yetiştirilmesi amacıyla personelin eğitim programlarının hazırlanması ve eğitilmesi,

Atıl makine parklarının hizmete alınması için verimlilik esasına göre planlanma yapılması ve çalıştırılması,

Sanayi, üniversite ve bakanlıklar arasında müşterek iş birliği anlayışının ve uygulamalarının geliştirilmesi evrelerinde iş birliği projelerinde durum tespiti yapılması ve hedeflerin ortaya konulması,

Periyodik ihtiyaç bülteni çıkarılması. Bültenlerin bakanlıklar ve ihtiyaç makamlarınca vakitli ilan edilmesi ve üniversitelerden teklif alınması,

Üniversitelerin araştırma alanlarındaki uzmanlık alanları ön plana çıkarılması, bu amaçla eldeki imkânların ve kadronun bilinmesi,

Üniversite ve sanayi kuruluşlarının projelere müşterek teklif vermesinin teşvik edilmesi, kamu, sanayi ve akademik kuruluşlar arasında iş birliği güveninin geliştirilmesi,

Sanayi envanterinin çıkarılmasında kamu, sanayi ve üniversiteler arasında koordinasyon sağlanması, atıl makine parklarının hizmete alınmasında üniversite katkısının sağlanması,

Üniversitelerde üretilen projelerin sanayiye önerilmesinde pazar mekanizmalarının geliştirilmesi kapsamında; proje pazarı uygulamalarının teşvik edilmesi, görülür rekabetin oluşturulması ve kalitenin artırılması için teşvik sağlanması.

2.2. Öğretim Üyeleri Konuları

Üniversitelerdeki öğretim üyelerinin değerliliği üzerine dikkat çekmek gerekir. Öğretim üyeleri arasında iş birliği teşvik edilmelidir. İş yalnız Ar-Ge olan kadrolar ihdas edilmelidir. Sanayi ile iş birliği geliştiren ve proje üreten öğretim üyelerinin akademik yükselmelerine teşvik sağlanmalıdır. Sanayiye danışmanlık yapan öğretim üyeleri, Bakanlık ve Rektörlüklerce teşvik edilmelidir. Yetişmiş akademik personel uzmanlık alanlarına göre sınıflandırılmalıdır. Akademik personelin bilgi ve uzmanlık alanlarına göre bir envanter hazırlanmalıdır. Projeler verilirken bu hususun dikkate alınması ve takım çalışmasının özendirilmesi gerekmektedir. Projelerin yönetiminde ihtisasa önem verilmelidir. Proje kümelerinde akademisyen, sanayici, gelecekçi (fütürist), finansçı kurumların iş birliği teşkil edilmelidir.

2.3. İleri Teknoloji Projeleri

Bakanlıkça ileri teknoloji alanlarının, ihtiyaçlarının, adının ve önceliğinin belirlenmesi gerekir. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) ve Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM) tarafından firmaların Ar-Ge ve üretim ihtiyaçlarının belirlenmesi ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na bildirilmesi faydalıdır. İhtiyaçlar hakkında farkındalık yaratılması gerekir.

2.4. Mali Konular

Üniversitelerde proje üretilmesi amacıyla üniversitelere fon ayrılması için bir mekanizma geliştirilmelidir. Üniversitelerde proje yapılması için inisiyatif kullanılması teşvik edilmelidir.

Proje için gerekli altyapı yatırımının başlangıçta üniversitelerce karşılanması, proje kabul olduğunda yatırım bedelinin teşvik olarak üniversiteye geri verilmesi sağlanmalıdır. Böyle olduğu takdirde, girişimcilik ve teşebbüs teşvik edilmiş olur. Proje başarıyla neticelenirse, patent sağlanırsa Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nca Üniversitenin ve sanayinin altyapı payının bir kısmının iade edilmesi fayda sağlar.

2.5. Ar-Ge Merkezleri

Üniversite içinde Ar-Ge Merkezleri kurulması, merkezlerin çeşitlendirilmesinin teşvik edilmesi, araştırma merkezlerinde çalışanlara teşvik sağlanması, üniversitelerde Ar-Ge için yapılan altyapı giderlerinin bir kısmının devlet tarafından karşılanması.

2.6. Sanayi Tezleri

Üniversitelerde yüksek lisans (MSc.) ve Doktora (PhD) tezlerinin firmaların sorunlarını çözmek ve ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla hazırlanması teşvik edilmeli, bu amaçla Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nca üniversitelere teşvik amacıyla sağlanan altyapı desteğinin kapsamı genişletilmelidir.

2.7. Patent ve Faydalı Model Konuları

Patent ve faydalı modeller maddi ve onursal yöntemlerle teşvik edilmelidir. Üniversitelerce ve öğretim üyelerince her yıl ödenen 250 TL. patent ve faydalı model ücretleri bir defaya mahsus olmalıdır. Bu sürenin on yıl sürmesi maliyeti ve bürokrasiyi artırmaktadır. Patent ve Faydalı Modellerin maddi ve onursal bir teşvik değeri olmalıdır. Patent ve faydalı model değeri belgelenmiş ve prototipi üretilmiş olan, ancak ticarileştirilememiş ürünler için “ticarileştirme destek” miktarı artırılmalıdır. Patent alımı konusundaki bürokrasi azaltılmalıdır.

2.8. Akademik Uzman Personel

Davetli uzmanların yol masrafının karşılanması sağlanabilir. Akademik personelin sanayide çalışma imkânlarının artırılması gerekir. Uzman öğretim üyelerinin uzmanlık ağlarının ortaya çıkarılması, kimin nerede ve ne yaptığının bilinmesi fayda sağlar.

2.9. Kalkınma Ajansları

Kalkınma ajanslarınca üniversitelere proje önerilmesi, üniversitelerin bölge özelliklerine göre kalkınma öncelikli proje üretmesinin ajanslar tarafından teşvik

edilmesi, bölgesel özelliklerin göz önüne alınarak kalkınma ajansları arasında iş birliğinin geliştirilmesi, kalkınma ajanslarının uzman oldukları konularda üniversitelere iş teklif etmesi, bölgesel özellikler dikkate alınarak projenin verilmesi, üniversitelerinin ihtisaslaşması gerekmektedir. Kalkınma Ajanslarının Teknoparklarla iş birliği yapması faydalı bir modeldir. Bununla beraber bilim özgürlük ister. Teorinin uygulamaya katkısının önünde bürokrasinin bir engel olmaması şarttır.

3. Sonuç

1. Sanayi ürünü tedarik işlemlerinden dolayı offset (barter) sağlanabilir. Konunun tek elden organize edilmesi ve geliştirilmesi gerekir. Offset birikimlerinden üniversitelerin faydalanması sağlanabilir. Offset birikimleri Ar-Ge altyapısında kullanılabilecek faydalı bir destektir.

2. Geçmişte yapılan “Hidrojen Enerjisi Kongreleri” faydalı bir çalışmaydı. Bu çalışmaların sürdürülebilir olması gerekir. Nükleer Santrallerde enerji üretimi başladığında hidrojen üretimi artacaktır, şimdiden somut projelerin geliştirilmesi gerekir. Piyasada 50 TL. / 1 Kg. H₂ olduğu düşünüldüğünde, “Hidrojen Teknoloji Platformu”nun kurulması faydalı olacaktır.

3. Karadeniz’deki hidrojen sülfürün ve Türkiye’deki toryumun araştırılması faydalıdır. Hidrojen ile ilgili yapılan bunca çalışma sonunda hidrojenin depolanması ve “fuel-cell” yakıt hücresi üretimi projeleri Türkiye’de gerçekleştirilmiştir.

4. Bu toplantılarda önerilen inovasyon, girişimcilik, sanayi iş birliği konuları yıllardır gündemdedir. Daha yeni fikirlerin ortaya çıkarılması gereklidir.

5. Bu işlerin koordinasyonundaki dikkat, süreklilik ve konuların takip edilmesi başarı için önemlidir. Öğretim üyelerinin sanayiye gidip iş birliği imkânı araştırmasının güçlükleri vardır. Bu güçlüklerin aşılması gerekmektedir. Kamu ve sanayinin üniversiteden öğretim üyesini davet etmesi ve iş önermesi daha uygun olur. Envanter gereklidir.

6. Çalışma hayatında ve iş birliği konularında etik davranış önemlidir. Her yerde etik önem kazanıyor. Eğitim sisteminde çalışmak ve hak etmekle başlayan etik arayışı ve yarışı, sanayide ve hayatta da aynen devam ediyor.

7. Eğitim ile memleket sevgisi, onur, saygınlık, fertte ve her platformda üst düzeyde tesis edilmelidir.

8. İyi örneklerin çoğaltılması, üstün ahlaki ve insani değerlerin toplumda kabul görmesi, evrensel, kültürel ve insani değerlerin ön planda saygınlaştırılmaları, çalışkanlığın ve dürüstlüğün teşvik edilmesi her somut ve soyut işte başarının temeli olacaktır.

9. Teknik personelin işe girişi zorlaşmış ve teknik konulara olan ilgi azalmıştır. Mühendisler “işçi sağlığı, iş güvenliği uzmanlığı, patent uzmanlığı” gibi konulara ilgi gösteriyorlar. Atölyede fabrikada mavi yakalı olarak çalışmak istemiyorlar. Bu teşebbüsler, mesleğe olan ilginin azaldığını göstermektedir.

10. Hizmet sektörü önem kazanmakta, teknik konular önem kaybetmektedir. Bu durumda yeni yatırım ve yeni buluş yapmak güç olur. Buluş yurt dışında yapılır. Bizim evlatlarımız operatör olurlar. Evlatlarımızın tasarımcı, yazılımcı, üretici olmalarını arzu ediyoruz.

11. Memleketin önemli projelerine Bakanlıklar ve TÜBİTAK tarafından uzman öğretim üyeleri danışman olarak önerilebilir. Bu teşebbüs firmaların, kamunun ve üniversitelerin yararına olur. Verim artar. Emniyet sağlanır. Personel özgüveni gelişir.

12. Üniversiteler ile Sanayi arasında iş birliğinin gelişmesi için önce iş birliği amacına yönelik bir güven mekanizması gerekli görülmektedir.

13. Bu konunun sadece kalkınma ajansları tarafından yürütülmesinin yeterli olmadığı, Rektörlüklerin, Tübitak’ın, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın katkısının önemli olduğu düşünülmektedir.

14. En önemli faktör insan faktörüdür. Bilim insanlarının katkısı ile teorinin ve uygulamanın beraber geliştirilmesi mümkün olabilir.

15. Rekabetin faydalı yönleri ürünü geliştirir. Üniversite ve Sanayi iş birliğinin planlandığı platformlarda rekabetin faydalı yönlerinden yararlanmak akılcı olur.

23.10.2017

Kaynakça

- [1] Üniversite-Sanayi İşbirliği 2. Toplantısı Konuşma Notları. (2006). Adana.
- [2] Sanayi Bakanlığı. (2014). Sanayi şurası raporu. Ankara.
- [3] USİMP 8. Toplantısı. (2014). Konya.
- [4] Alniak, M. O. (2001). *Savunma sanayii ve tedarik hakkında düşünceler*. Ankara: Genkur. Bşk.lığı Yayınları.
- [5] Alniak, M. O. (2010, 2011, 2012, 2014). İleri teknolojiler alıştayı bildiri kitapları.

BÜYÜK ŞEHİRLER İÇİN STRATEJİK SU DEPOLAMA SİSTEMLERİ VE DENİZ PLATFORMLARI (PROJE ÖNERİSİ)

İlker DAĞLIOĞLU

*Mimar (Şirket Müdürü), Selin İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti. Silivri-İstanbul,
meskenler@gmail.com*

Özet

Bu bildiri İstanbul gibi büyük şehirler için iki stratejik proje önerisi yapılacaktır:

A. Stratejik Su Depolama Sistemleri: Hızla büyüyen şehirler, nüfus artışı ve değişen iklim şartlarıyla birlikte su stratejik bir önem kazanmıştır. Yağmur sularının değerlendirilerek tekrar kullanıma geri kazandırılması amacıyla, büyük şehirlerde yeraltında stratejik kentsel su depolama sahaları kurulması öngörülmüştür. Şehir planlamasında, su kapama adını verdiğimiz su toplama cepleriyle, yağmur sularının doğal ortama karışmadan yeraltı depolarına yönlendirilmesi sisteminin dikkate alınması yararlı olacaktır. Bu ülkemizde bir ilktir. Su ihtiyacının artması nedeniyle, boşa akan suların değerlendirilmesinin önemli yararları olacaktır.

B. Deniz Platformları: Stratejik deniz platformu üzerinde, deprem tehlikesine karşı geniş bir toplanma alanı oluşturulması planlanarak, acil durumlarda kullanılması öncelikli hedef olarak tasarlanmıştır. Platformun projelendirilmesinde, çok amaçlı olarak kullanılmasına imkân veren yeni bir yöntem önerilmektedir. Stratejik deniz platformu kullanımı için özellikle Marmara Denizi çok elverişlidir. Batan gemi enkazlarını çıkarmada da platformdan yararlanılabilir. Platformun devrilme ve batma tehlikesi düşüktür. Platformun iki tarafında yer alan, yekpare yüzer yastık üstünde yer alan 3'er taşıyıcı ayak olmak üzere; toplamda 6 ana taşıyıcı ayak bulunmaktadır. Bu nedenle rijit yapısı ve en boy oranı dengesi korunmuştur. (Tarihsel verilere bakıldığında Marmara'da depremden tsunami yüksekliği 5 metre olarak ölçülmüştür. Platform bu tehlike sınırının çok üstündedir.)

Anahtar Sözcükler: Stratejik su depolama sistemi, kentsel su depolama sistemi, yağmur suyu toplama, şehir planlama, yeşil bina sertifikasyon sistemleri,

sarnıçlar; stratejik deniz platformu, afet sonrası toplanma yeri, modüler platform, Türk platformları, lojistik, denizde uydu fırlatma platformu.

A. STRATEJİK SU DEPOLAMA SİSTEMLERİ

A1. Giriş

A1.1. Yağmur Suyu kanalı projelendirilmesinde yeni bir yöntem önerilmektedir. Şehir planlamasında, doğal şartlarla oluşan suların, toplanıp, yönlendirilmesi, su hasatı uygulamaları ile yağmur suyunun depolanması amacıyla, şehir planlarında bu amaca uygun ilave teknik donatı bırakılmasıyla, önceden planlanama olanağı getirilmektedir. Bu alanların üst kotlarında güneş enerjisiyle elektrik elde edilerek, bunun sistem gereksinimleri ve diğer ihtiyaçlar için kullanılmasını sağlayarak, bu konudaki tekniklere, yeni bir anlayışla katkıda bulunacaktır.

A1.2. Stratejik su depolama projesinde esas olarak, projenin ve sistemin nasıl kurulması gerektiği, büyük miktardaki yağmur suyunun toplanmasını sağlayacak tekniklerle birlikte, yeraltında yapılması öngörülen, yağmur suyu depolama alanı üzerinde durulmaktadır.

A1.3. İklim değişikliklerinin artmasıyla birlikte, ani yağışlarla hızla akıp giden suyun değerlendirilerek, arıtma ve filtreleme işlemlerinden geçirilmesi suretiyle, suyun evsel ve bahçe suyu olarak kullanılmasına, önemli miktarda su tasarrufu ve geri kazanım imkânı vermektedir.

A1.4. Deprem bölgesi olan Türkiye'de, içme suyunun önemli bir kısmı da yeraltı sularından, yeraltı doğal rezervuarından karşılanmaktadır. Deprem sonrası yeraltı sularında radon gazı tehlikesi yüksek miktarda artmaktadır. Dolayısıyla deprem sonrası, kullanılabilir durumdaki su stoku kritik önem taşımaktadır. Bir proje ve sistem dâhilinde, şehrin alt ve üst yapı imkânlarını kullanarak, iyi bir filtreleme ve arıtma işleminden geçirmek suretiyle geri kazanılacak, depolanmış yağmur suyu ile ihtiyaç buradan karşılanabilir.



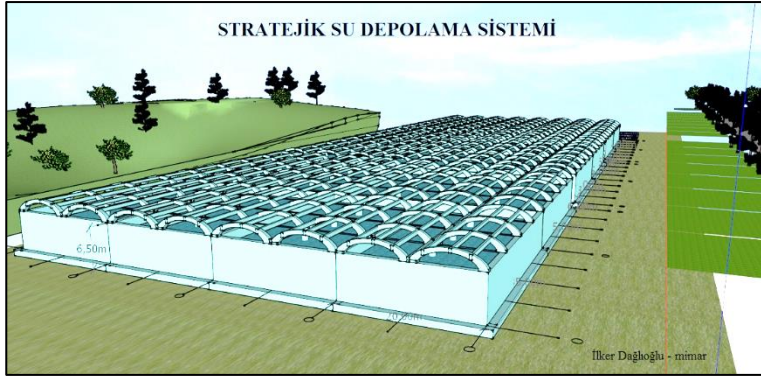
A2. Stratejik Kentsel Su Depolama Projelendirilmesi

A2.1. Öncelikle, stratejik su depolama sistemlerinin planlama safhasında düşünülmesi ve bu işlev için yer ayrılması gereklidir. Şehir planlamasında, bu konuda bir yenilik önerilmektedir.

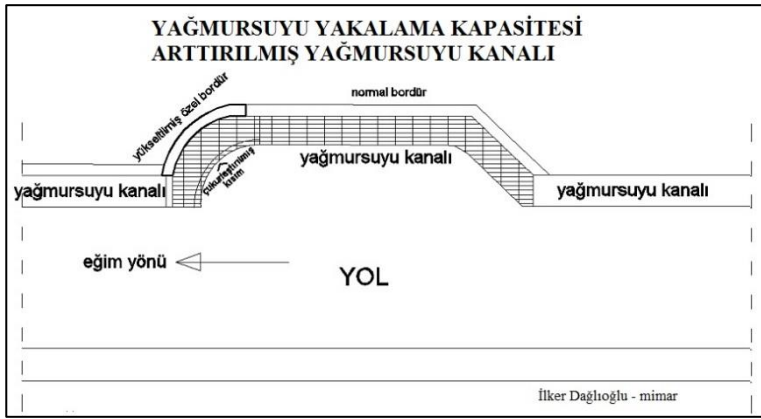
A2.2. Stratejik su depolama sistemi için, yağmur suyunu yakalama, geniş toplama ve yönlendirme kanallarına sahip olacak şekilde planlarda değişikliğe gidilmesi fayda sağlayacaktır.

A2.3. Enerji tasarrufu amacıyla, suyun cazibeyle akışının sağlanması gerekliliği göz önüne alınarak, bu sistemlerin şehrin alçak kotlarında planlaması yerinde olacaktır.

A2.4. Su depolarının yeraltında tertiplenmesiyle, bulunduğu alanın yer üstünde kısmında, güneş enerjisi panelleri kurulması suretiyle elde edilecek elektrik enerjisiyle, filtreleme ve arıtma tesislerindeki enerji ihtiyacının büyük bölümü buradan karşılanabilecektir.



A2.5. Bu sistemden sağlıklı bir şekilde yararlanabilmek amacıyla, şehir planlamasında yağmur sularının, doğal akışı sırasında; açık ve kapalı yağmur suyu kanallarıyla yönlendirilip ana kanallarda toplanabilmesini sağlamak için, 9 metre ve üzerinde, doğal eğimi çevreleyen yollar ve yolların kesişerek birleştiği yerler ile yolların dönüş yaptığı kısımlarda 'su kapanı' sistemleri kullanılarak, suyun su kanallarında toplanma verimi arttırılmaktadır.



A2.6. Altyapı maliyetini düşürmek amacıyla, 9 metreden az genişlikteki yollardaki su kanallarından, yağmur sularını geniş ana yollar kenarında tertiplenmiş (10 metre ve üzerindeki yollar) yağmur suyu toplama kanallarına yönlendirmek suretiyle yararlanılacaktır.

A2.7. Bu sistemin planlamasında, şehir meydanları, taşıt trafiğinin az olduğu geniş yollar, eğimli yolların birleştiği düşük kotlar, şehirlerin çanak yapı oluşturan; iki tepe arası düşük kotlu alanlar, eğimli ve geniş yaya yolları, suyun

depolama merkezine yönlendirilmesi amacıyla, su kanallarının yapılması için uygun görülen alanlardır.

A2.8. Yeraltında bulunması sebebiyle, stratejik su depolama sistemi üstyapı değişikliklerinden fazla etkilenmeyecektir. Olası etkileri daha sınırlı olacaktır.

A2.9. Yağmur suyu drenaj sistemleri projelendirilirken caddenin enine, boyuna eğimi, arkin eğimi göz önüne alınarak cadde arklarındaki akımı yaya ve motorlu trafiğe en az zarar verecek şekilde minimum masrafla uzaklaştırarak şekilde hesaplar yapılmalıdır [1]. Yağmur suyunun toplanacağı alanının büyüklüğü ile yağmur suyu hasat miktarı doğru orantılıdır [2].

A2.10. Günümüzde meskûn bölge drenaj master planları toplama, depolama, işleme (iyileştirme) ve yok etme tesislerini de içermektedir. Doğal olarak bu tesislerin her biri “yağmur suyu yönetim sisteminin” ilgili bir parçasını oluşturabilmektedir. Projeden projeye geçişle beraber bu sistemler yukarıda bahsedilen tesislerin optimum bir şekilde birleşmesinden meydana gelmektedir [3].

A3. Stratejik Su Depolama Sisteminin Yapım Tekniği

A3.1. Yer seçimi kadar, stratejik su depolama sisteminin sızdırmazlığı, yalıtımı, şekli ve mukavemeti, uzun hizmet ömrü açısından yüksek tutulmalıdır.

A3.2. Stratejik su depolama sistemlerinin yapımında, yüksek mukavemetli polimer taşıyıcı teçhizat ve yüksek mukavemetli inşaat çeliğinin karma, birlikte kullanıldığı, betonarme karkas sistem olarak beton sınıfı en az C35 veya C40 olarak seçilmesi, uzun yapı ömrü bakımından gereklidir.

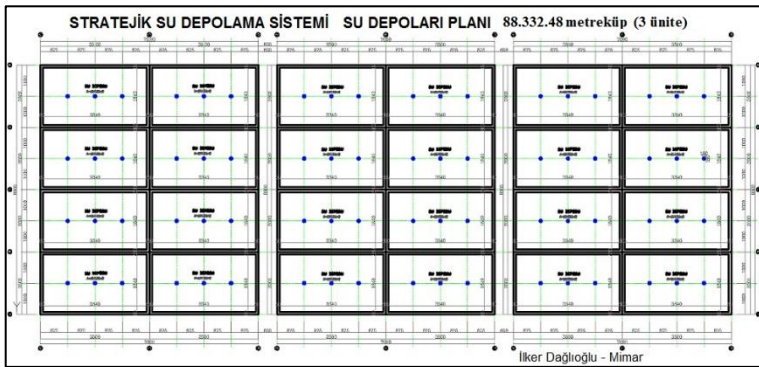
A3.3. Bu projede, yağmur suyu toplayıcı kanallar için açık ve kapalı kanalların bir arada kullanılması önerilmektedir.

A3.4. Stratejik su depolama sistemlerinde verimli olarak kullanılacağı tasarlanan en küçük birim, beton genleşmesi de dikkate alınarak, 8 adet (614,56-1,14 metre (3 kolon)) 613,42 metrekare yüzölçümünde, dış ölçüleri: 20 metre eninde, 35 metre boyunda ve 6,5 metre yüksekliğinde olup, 8 su deposu hücrelerinden oluşması tasarlanmıştır. Su depolarının 1 ünitesi, 70 metre eninde ve 80 metre boyundadır. Makine, ekipman, teknik bakım ve kontrol verimliliği

açısından; bir ünitenin 2 grup 8 su deposundan teşkil edilmek suretiyle, toplamda 16 su deposundan oluşması öngörülmüştür.



A3.5. Stratejik su depolama sistemlerinin ölçüleri şu şekildedir. 8 adet su deposu hücresi (70x80 metre); toplamda 80 metre x 222 metre ebatlarında (17760 metrekare) alana kurulmuştur. Su depolama hacmi ise 4907,36 metrekare, yüksekliği 6,00 metre olmak üzere; 2 hücreden 16 su deposundan oluşan birimde 58888,32 metreküp yağmur suyu depolanabilmektedir. Depo yüksekliğinin 50 santimetresi taşma payı olarak bırakılmıştır. Projenin tamamında, 88332,48 metreküp yağmur suyunun depolanması sağlanmaktadır.



A3.6. Yağmur sularının stratejik su depolama sistemine ulaşınca kadar, aralıklarla basit mekanik ön filtrelemeden geçirilmesi sağlanmalıdır. Yağmur

suyunun depolaması öncesi suyun filtreleme ve arıtma sistemlerinden geçirilmesi zorunluluğu vardır. Su toplama kanallarında her 200 metrede bir tortu çökertme çukuru ve bakım rögarları yapılmalıdır.

A3.7. Sistemin büyüklüğü nedeniyle, büyük ölçekteki su depolarının bakımı, periyodik temizliği, korunması, bütününde kullanılan elektrik ve elektronik sistemlerin yenilenmesi, kontrolü, ek işlemlerin, hizmetin verimli olarak yapılabilmesi amacıyla, stratejik su depolama sistemlerinin gruplanmış en küçük birimini bir ünite olarak ele alıp, her ünitenin arasında en az 6 metre bakım, servis yolu bırakılması öngörülmüştür.

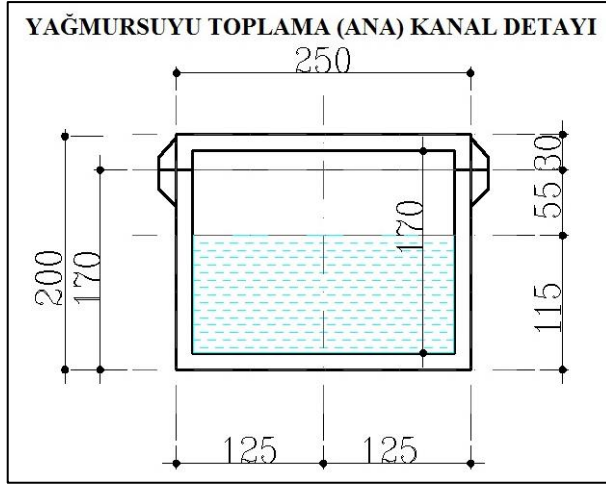
A3.8. Bu sistemlerin yapım yönteminde, mevcut nüfus yoğunluğu, bölgesel yağış ortalaması, suya olan ihtiyaç oranları da dikkate alınarak sistem tasarlanmalıdır. Önerilen projedeki ölçüler esas alınarak imal edildiğinde, ekonomik ve aynı zamanda verimli kullanılacaktır.

A3.9. Stratejik su depolama sisteminin üst tavan örtüsü için, kirişlerle takviye edilmiş, betonarme tonoz kabuk örtü seçilmiştir. Tonoz örtünün üst katmanlarında, mevcut su yalıtımının yanında, hafif malzemelerden manyetik yalıtım da öngörülmektedir.

A3.10. Su kalitesinin kontrolü ve sistemin bakımı, korunması için, tonoz kabuk örtüye asılarak, montajı yapılmış krom-çelik esaslı, teknik bakım koridorları oluşturulmuştur.

A3.11. Yapının bulunduğu zemin şartları da dikkate alınarak, yapı bütününde boğçalama sistemiyle iki kat su yalıtımı yapılacaktır.

A3.12. Stratejik su depolama projesinde, ana yağmur suyu toplama kanalları, 2,5 metre genişliğinde ve 2 metre yüksekliğinde üstü açılabilir, iki parçadan oluşan yüksek mukavemetli, prefabrik beton elemanlar önerilmektedir.



A3.13. Su debisinin az olduğu yerlerde ise, açık kanal veya yüksek mukavemetli polimer esaslı, kapalı kanal sistemi tercih edilmesi düşünülmelidir.

A3.14. Suyun filtrelemeden geçirme işlemi, çift kademeli ve her iki kademesi otomatik temizleme sistemine sahip filtre istasyonuyla gerçekleştirilecek olup, bu filtre istasyonunda bulunan otomatik geri yıkamalı filtrelerin birinci kademesi 2 mm, ikinci kademesi ise 200 mikron filtreleme seviyesinde 3 adet 1. kademe filtreleme alanı, 20000 cm²/filtre sistemi bulunmaktadır. Özel olarak tasarlanan bu filtre istasyonunun 200 mikron filtreleme hassasiyetine sahip ikinci kademesi, kaba ve ince parçacıklar içeren yüksek kirlilik yüklerindeki sular için özel tasarlanmış fırçalı ve gözenekli (çift etkili) temizleme sistemi ile donatılmıştır. 2. kademe filtreleme alanı, 38400 cm²/filtre, toplam 175200 cm² kapasitede olup toplam filtreleme debisi 3780 m³/sa'tir [4].

A3.15. Bu sistemde, bekletme (geciktirme) hazneleri kullanılacaktır. Yağmur suyu hazneleri, şiddetli yağmurlardan sonra gelen fazla suyun bir müddet tutularak geciktirilmesi veya yüzey sularını kirlenmeye karşı korumak amacıyla inşa edilir. Su tutma hazneleri, fazla debiyi tutarak şiddetli yağmurlardan sonra memba tarafından gelen maksimum debinin kanala doğrudan geçişini engeller ve mansap tarafındaki akışı azaltır. Bekletme/geciktirme hazneleri yağmur suyunun sürdürülebilir yönetiminde etkin bir rolü bulunmaktadır. Bekletme (geciktirme) hazneleri yeni inşa edilecek yağmur suyu kanalının maliyetlerini, kanal çaplarını düşürdüğü için azaltır. Yüzey sularını kirlenmeye karşı korur. Yağmur suyu veya

birleşik sistem kanallarının kapasitelerinin üstünde bir debiye maruz kalmalarını önlemek amacıyla da kullanılır [4].

A3.16. Yağmur suyu giriş yerlerinin çukurda teşkili, yani bu noktada yol seviyesinin çukurlaştırılması, giriş yerinin kapasitesini artırır. Böyle yapmakla en fazla, bordürde bırakılmış giriş yerlerinin kapasitesi artar. Giriş yerinde yol seviyesinin, uzun bir mesafe boyunca, az bir miktar çukurlaştırılması, kısa bir mesafede çok fazla çukurlaştırılması kadar etkili olur. Özellikle çukur yerlerde bırakılan girişler de suyun caddeye yayılma miktarı 3 m²'yi geçmemelidir. Yağmur suyunun giriş yerini atladığı yerlerde su yola yönelmeyecek şekilde tertip edilmelidir. Mansaptaki girişte tutulamayan suyu bir sonraki giriş yeri alabilmelidir [3].

A4. Dünyadaki Mevcut Durum ve Zorunluluklar

A4.1. Kentsel alanlarda bütüncül yağmur suyu yönetim sistemlerinin drenaj projelerine dâhil edilmesi ve sürdürülebilir drenaj politikalarının oluşturulması, su kaynaklarının korunması, sel ve taşkın risklerinden korunmaya yardımcı olacak konvansiyonel ve sürdürülebilir yağmur suyu drenaj sistemlerinin doğru projelendirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktır. Sürdürülebilir sistemler pik yağışların olumsuz etkilerini engellemek, yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarını korumak, taşkın ve sel risklerini azaltmak ve alternatif su kaynakları oluşturma amacıyla kullanılırlar [4].

A4.2. Tarım, enerji ve şehirselleştirme ve sürdürülebilir kalkınma ihtiyaçlarını karşılamak için su kaynaklarının ve altyapı depolarının yeterliliğinin sağlanması vurgulanmaktadır.

A4.3. Barajların ve su depolarının su talebini karşılamak için çok önemli olduklarını ve bu tip projelerin yararlarının çevresel ve sosyal sonuçlarla da dengelenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

A4.4. İlerleyen yıllarda ise artan su taleplerinin su talep yönetimi, atık su yeniden kullanımı, ve ekosistem sağlığı çerçevesinde suyun kalite ve miktar kontrolü ile entegre planlama yöntemleri sayesinde çözülebileceği anlatılmaktadır [5].

A4.5. Su ve afetler, reaktif bir afet önleme yönetimi stratejisi yerine proaktif ve afetleri önleyen bir yönetim stratejisine geçmenin önemine ve su ile ilgili risklerin değişen iklimde yönetiminde, iklimde oluşan değişiklikler ile artan doğal afetlere işaret edilmektedir [5].

A5. Stratejik Kentsel Su Depolama Sisteminin Avantajları

A5.1. Deprem bölgesi olan Türkiye'de, içme suyunun önemli bir kısmı da yeraltı sularından, yeraltı doğal rezervuarından karşılanmakta olduğundan, deprem sonrası yeraltı sularında radon gazının tehlikeli oranda artış göstererek, yeraltı sularını zehirlediği tespit edilmiş bir gerçektir. Bu durumda, deprem sonrası kullanılabilir ve içilebilir, su stoku hayati önemde olduğundan; su ihtiyacı buradan karşılanabilir.

A5.2. Büyük kentsel su depolarının yeraltında bulunmasıyla, zehirli gazlar, hava kirliliği, radyoaktivite gibi zehirli dış tesirlerden korunmuş olunacaktır.

A5.3. Büyük şehirlerde, yüksek miktarda temiz ve kullanıma hazır su depolama alanlarının mevcudiyetiyle, hayati ve stratejik bir kazanım elde edilecektir.

A5.4. Su depolama sisteminde, 16 su deposunun oluşturduğu 1 grup su depolama sistemi, ihtiyaca göre bu şekilde artırılabilir.

A5.5. Değişen iklim şartlarında sık yağmur yağmadığı zamanlar olduğu gibi, gözlemlendiği üzere yağış rejiminin getirdiği ani, hızlı yağışların gerçekleştiği zamanlarda, yağmur suyunun önemli bir kısmının, hızlı bir şekilde verimli olarak kullanılması amacıyla suyun tahliyesi ile birlikte, bir yerde toplanmasına olanak sağlanacaktır.

A6. Sonuç

A6.1. Stratejik su depolama projesinin kuruluş sistemi itibariyle, akıllı şehirlerin ihtiyaç duyduğu, yağmur suyunun geri kazanımı ile faydalı su rezervinin artışıyla birlikte, temiz enerji üretimi potansiyeline ve sürdürülebilir şehirleşmeye katkıda bulunacaktır.

A6.2. “Su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve su tasarrufunun sağlanması açısından binalarda olduğu kadar, yağmur suyunun yeraltında depolanarak kullanılması teknolojisinin de yaygınlaştırılarak hayata geçirilmesi önem taşımaktadır.” Bu projenin uygulanmasıyla, sel nedeniyle oluşan afetleri önleyen yönetim stratejisine geçmede önemli bir katkısı olacaktır [6,7].

A6.3. Su, insanın temel ihtiyaçlarını karşılamanın yanında gelişmenin de kaynağıdır. Sürekli bir döngü içinde yenilenebilir bir kaynak olmasına rağmen; nüfus artışı, hızlı kentleşme ve iklim şartlarındaki değişimler nedeniyle çağımızda birçok ülke su fakiri haline gelmiştir. Bu tablo içinde Türkiye bölge ülkelere nazaran daha iyi durumda görünmekle birlikte kişi başına düşen su miktarı ile dünya ülkelerinin gerisinde kalmaktadır. Binalarda su tüketimini azaltmak amacıyla su korunumu stratejilerinden yağmur suyunun kullanılması bir çözüm önerisi niteliğindedir [8].

A6.4. Yağmur suyunun büyük miktarlarda, yeraltında depolanarak hazır tutulması, şehirde yaşayan insanlar için gerekli ve hayati önemde olduğu kadar, sürdürülebilir su rezervi artışına da önemli bir iyileştirme sağlayacaktır.

A Kısım için Kaynakça

- [1] Uyumaz, A. (1991). *Yağmur suyu drenajı*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.
- [2] Yağmur suyu filtreleme ve depolama sistemi. *SFR-Su Teknolojileri*. <http://www.sfr.com.tr/yagmur-suyu-hasati-s6.html> adresinden erişilebilir (erişim tarihi: 05.06.2016)
- [3] Tezel, G. (2005). *Meskûn bölgelerdeki yollarda yağmur suyu drenaj sistemlerinin hidroliği ve tasarımı* (Mastır tezi). İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- [4] <http://www.sungersehirler.com/6121-yagmur-suyu-yonetimi-SungerSehirlerHaberDetayi.aspx> adresinden erişilebilir (erişim tarihi: 20.09.2017).
- [5] Dünya Su Forumu. (26 Mart 2009). Dünya Su Forumu 16 mart pazartesi’nden 22 mart pazar 2009’a kadar İstanbul, Türkiye’de toplandı. *Dünya Su Forumu Bülteni*, 82(23).

- [6] Eren, B., Aygün, A., Likos, S., & Damar, A. İ. (2016) Yağmur suyu hasadı: Sakarya üniversitesi esentepe kampüs örneği. In *4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science*.
- [7] Cantez, İ. S. (2013). *Sertifisyona dayalı sürdürülebilir yapı üretim sürecine ilişkin Türkiye koşullarında uygun modele yönelik sistem yaklaşımları* (Doktora tezi). Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [8] Şahin, N. İ. (2011). Binalarda yağmur suyunun kullanılması. *MMO, Tesisat Mühendisliği*, 125, 21-32.

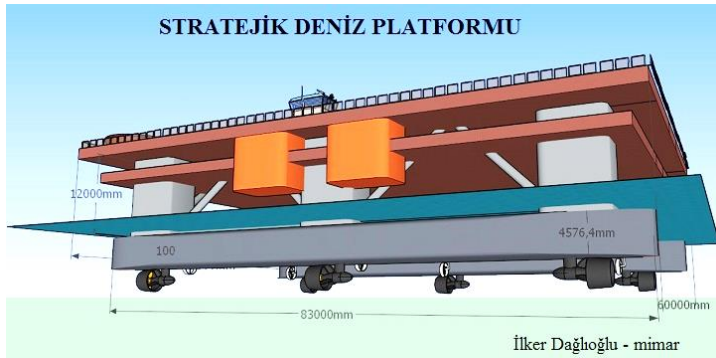
B. DENİZ PLATFORMLARI

B1. Giriş

B1.1. Stratejik Deniz Platformu üzerinde, deprem tehlikesine karşı geniş bir toplanma alanı oluşturulması planlanarak, acil durumlarda kullanılması öncelikli hedef olarak önerilmektedir. Projelendirilmesinde yeni bir yöntem önerilmektedir.

B1.2. Stratejik deniz platformu kullanımı için özellikle Marmara Denizi çok elverişlidir. Platform yüksekliği tsunami tehlike sınırının çok üstündedir. Batan gemi enkazlarını çıkarmada da yararlanılabilir.

B1.3. Platformun devrilme ve batma tehlikesi düşüktür. Platformun iki tarafında yer alan, yekpare yüzer yastık üstünde yer alan 3'er taşıyıcı ayak olmak üzere; toplamda 6 ana taşıyıcı ayak bulunmaktadır. Bu nedenle rijit yapısı ve en boy oranı dengesi korunmuştur. (Tarihsel verilere bakıldığında Marmara'da tsunami yüksekliği 5 metre olarak ölçülmüştür. Platform bu tehlike sınırının çok üstündedir.)



B2. Stratejik Deniz Platformlarının Tasarım ve Yapım Yöntemi

B2.1. Platformunun tasarımı dalgalardan az etkilenecek yapıda tasarlanmış taşıyıcı iki adet mono blok sualtı gövdesi üzerine oturmakta, platformun 83 metre uzunluğundaki her 2 uzun kenarı üzerinde 3'er adet olmak üzere 8 metre x 6 metre ebatlarındaki, 6 adet ana taşıyıcı ayak üzerinde yükselmektedir. Bu nedenle dalgalardan ve rüzgârdan az etkilenmesi sağlanmıştır.

B2.2. Stratejik deniz platformu projesinde, ebatları uzunluk 83 metre ve genişlik 60 metre seçilerek, 4980 metrekairelik gövde üstü yüzey alanı oluşturulmuştur. Üst yüzeyin hemen altında, kat ağırlığı daha az olan ilave katta acil müdahale ve hizmet odaları tasarlanmıştır. Platformun su üstü yüksekliği 12 metre olarak seçilmiştir. 4980 metrekairelik platform alanında, servis yolları boşlukları bırakıldıktan sonra, 3216,38 metrekairelik kısmı, toplanma alanı olarak kullanılmaya imkân vermektedir. Oturma vaziyette 6433 kişilik toplanma alanı sağlanmış olmaktadır. Bu toplanma alanında, platform yüzeyine montajlı ve gömülü birleşik oturma grupları da teşkil edilebilir.

B2.3. Platformun 83 metre x 60 metre olan üst yüzeyini oluştururken, taşıyıcı 6 adet ayak, dış kenarlardan 5'er metre çekilerek projelendirilmektedir. Bu sayede, platformların yan yana gelerek kenetlenme işlemini gerçekleştirmesine olanak verirken, 60 metrelik cephedeki mesafe de, 38 metreye indirilerek, teknik nedenlerle oluşan giriş ebatlarının küçültülmesi gerçekleştirilerek, imalatta kolaylık ve maliyette tasarruf sağlanmıştır.

B2.4. Stratejik deniz platformunun +12,00 metre kotunun hemen altında, +7,50 metre kotunda olmak üzere kenarlarda montajlı ilk yardım, barınma, müdahale ve teknik hizmet odalarının bulunmasıyla ilk yardım ve sağlık hizmetlerinde kullanılabilir.

B2.5. Kritik uzunluk olarak 83 metre seçilmesi ile 3 veya 4 platformun bir araya getirilmesiyle, denizde askerî pist olarak, lojistik ve havadan intikalin aktif şekilde kullanılması da rahatlıkla mümkün olmaktadır. Platformların modüler olarak birleştirilmesi suretiyle benzerlerinden farklı ve çok amaçlı kullanılacak geniş bir yüzey oluşturmaktadır.

B2.6. Platformun yapısında, düşey ulaşımı sağlayan çelik merdiven ve büyük asansör planlanmıştır.

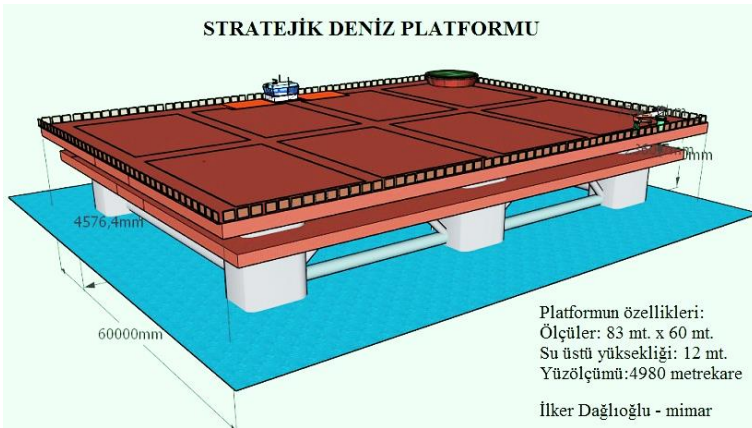
B3. Stratejik Deniz Platformlarının Teknik Özellikleri

B3.1. Stratejik deniz platformları birbirine modüler olarak eklenebilir özelliktedir. Tek başına veya yan yana eklenmek suretiyle, birlikte kullanılmayı mümkün hâle getirmektedir.

B3.2. Platform yüksekliği 12 metre olarak seçilmiş olup, 4980 metre-karelik platform alanında, acil servis yolları boşlukları bırakıldıktan sonra, insan kullanımı ve barındırılması için 3155 metre-karelik faydalı alan sağlanmaktadır. Bu durumda oturur durumda yaklaşık 6310 kişilik toplanma alanı, hizmet, ulaşım ve diğer ihtiyaçlar için de 1728,40 metre-kare alanın kullanımına olanak tanımaktadır.

B3.3. Askerî amaçlı kullanılacak platformlarda, en az bir platformda (ünitenin); üst/ana yüzeyin altında en az 2 ayrı kat yapılmasına imkân tanımakta, buradan ağır yükleri yüzeye çıkarmaya yarayan 49,80 metre-karelik büyük bir asansör ve merdiven bulunmaktadır.

B3.4. Stratejik deniz platformunun, çelikten imal edilen taşıyıcı 6 adet ana ayak ve gövdeyi çevreleyen ana kirişleri, kapalı dev kutu profil şeklindedir. Dev kutu profil oluşturulması korozyondan korumayı sağlamakta, bu profiller karbon elfayla da sarılarak mukavemeti ve uzun ömür niteliği kazandırılmaktadır.



B3.5. Stratejik deniz platformunda, emniyet bakımından 2,5 metre yükseltilmiş helikopter pistinin bulunmasıyla hava ulaşımı da sağlanabilmektedir. Platformun yapısı çelik esaslı olup, platformun üst ana gövdesi ve kritik parçalar yüksek mukavemetli karbon/polimer, esaslı malzemelerle takviye edilmiştir.

B3.6. Platformda 6 adet manevra motoru mevcuttur. Platformların birbirine kenetlenmesi bu şekilde gerçekleşmektedir. Kenetlenmeyi sağlamaya yarayan yaklaşma, kenet yuvaları tertiplenmiştir. Platformun hizmet yerine römork vasıtasıyla çekilerek götürülmesi öngörüldükçe, daha güçlü motor yapısıyla değiştirilmesine olanak verdiğinden, bu tercihte kendi başına hareket ve ilerleme olanağı da bulunmaktadır.

B3.7. Platformun teknik yapısı, ihtiyaç duyulan hizmetlere uygun biçimde, ilave ve değişikliklerin kolaylıkla yapılmasına imkân tanımaktadır. Bu sayede, petrol ve gaz sondaj platformu olarak ta kullanılabilir. Yapısında küçük değişikliklerle farklı işlevlere bürünebilmesi önemli bir avantajdır.

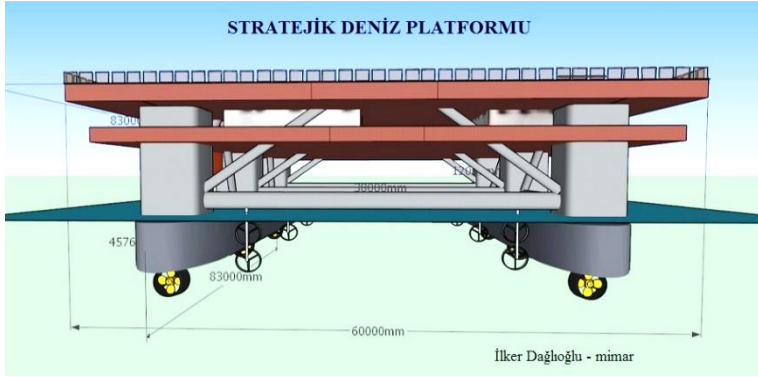
B3.8. Taşıyıcı ayaklar arasındaki kirişlere montajlı olarak imal edilen, su altında akıntıdan elektrik elde etme özelliği bulunan, her iki tarafta 3'er adet 2 sıra hâlinde, 12 adet su tribünü mevcuttur. Taşınma sırasında su üstüne kaldırılacak şekilde, hareketli parçalardan teşkil edilmiştir. Platform, boş haliyle 12 metre yüksekliğinde 2 katlı olarak tasarlanmıştır.

B4. Stratejik Deniz Platformlarının Kullanım Yerleri

B4.1. Uzay çalışmaları ve uzaya uydu gönderilmesi amacıyla stratejik deniz platformunun benzerleri genelde tek amaçlı (petrol ve gaz çıkarma, uydu gönderme) olarak dünyada kullanılmaya başlanılmıştır.

B4.2. Deprem sonrası acil toplanma yeri, hastane, ilk yardım, derin deniz sondajı çalışmaları, petrol ve gaz çıkarma, deniz karakolu, lojistik üs, denizde hava desteği, kritik önemdeki yüklerin taşınması gibi çok amaçlı işlevlerde kullanılmaya uygundur.

B4.3. Uzay ve stratejik çalışmalarında kullanılmak amacıyla, platform üzerine büyük küre radar sistemleri kurularak istenilen yere götürülebilir.



B5. Dünyadaki Mevcut Durum

B5.1. Deniz jeopolitiği açısından, dünya nüfusunun % 95'i sahillerin 1000 kilometresi içinde, dünya başkentlerinin % 80'i kıyılardadır. Denizler, “Güvenlik için derinliğine savunma alanı, emperyal emeller için güç intikal alanı, hizmet ve mal mübadelesi için ulaştırma ortamı alanı, bilimsel/teknolojik ilerlemeler için meydan okuma alanıdır.” Karalar üzerinde petrol ve doğal gaz çıkarılabilecek alanlar azalmaktadır. Teknoloji denizlere yönelmiştir.

B5.2. Enerji ve değerli madenlerin temini bakımından, “dünyada tüketilen petrolün kabaca % 30'u, doğal gazın % 50'si denizlerden çıkarıldı. Dünyada tüketilen birincil enerjinin % 23,7'si doğal gazla, % 32,6'si petrolle karşılanmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar artsa da fosil yakıtlara bağımlılık 2040 yılında bile % 80'ler civarında olacaktır.” Doğal gazın öncelik ve önemi artmaktadır.

B5.3. Deniz platformları, derin su sondajı yapılmasına olanak tanımaktadır. “1985 yılından sonra teknolojiye yaşanan gelişmeler ile 400 metreden daha derin alanlara erişim kolaylaştı. 2000 yılından itibaren derinlik limiti ortadan kalktı. 2020 yılında küresel temelde günlük üretilen petrolün % 10'u 400 metreden daha derinlerde açılan kuyulardan sağlanacak. Kıbrıs çevresinin son tahlilde 3 milyar varil petrol ve 140 milyar metreküp gaz rezervine, Levant bölgesinin 4,2 milyar varil petrol, 1 trilyon metreküp gaza sahip olduğu değerlendiriliyor. Doğu

Akdeniz ispatlanmış gaz rezervlerinin dünya rezervlerinin % 4,7'sine denk gelmektedir. Türkiye'nin tüketimi 50 milyar metreküp.”

B5.4. Bu gerçekler ışığında, ülkemiz açısından stratejik deniz platformlarına sahip olmak önemli faydalar sağlayacaktır.

B6. Stratejik Deniz Platformlarının Avantajları

B6.1. Üzerinde fazla personel çalışmadığı ve suya olan yüzey teması sınırlı olduğu için de bakım giderleri düşüktür.

B6.2. Stratejik deniz platformlarının üretimi ekonomiktir, bu nedenle kısa sürede üretilerek hizmete alınabilir.

B6.3. İnsan yerleşiminin olmadığı açık deniz sahalarından uydu fırlatmada çevre kirliliği riski asgari seviyeye inmektedir. Fırlatılan uydulardan ayrılan parçaların tekrar kurtarılarak geri kazanımını da olanaklı hâle getirmektedir.

B6.4. Askerî amaçla denizde, lojistik, gözetleme, ileri karakol, hava ulaşımında çok yönlü kabiliyetler için uygun olanaklar sağlamaktadır.

B7. Sonuç

B7.1. Yukarıda açıklanan ilkeler, nedenler ve avantajlar ışığında, ülkemizde ve dünyada stratejik deniz platformlarının daha da geliştirilip kullanılmasında artış olacağı, bu doğrultuda, Türkiye'nin ulusal çıkarlarına ve dünya insanlarına olumlu katkılar sağlayacağı açıktır.

B7.2. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin jeopolitik avantajının en iyi biçimde kullanılmasına yardımcı olmak ve stratejik ülke çıkarlarımız doğrultusunda, stratejik deniz platformlarından bir an önce yararlanılmaya başlanmalıdır.

B7.3. “Mavi uygarlığın geleceği, denizlerimizin diplerindedir. Gelecekte, açıkdeniz sondaj ve destek platformlarının inşası için, Türk tersaneleri kullanılabilir [1].”

B7.4. Marmara Denizi'nin sağladığı imkânlardan yararlanmayı artıracak önemli bir projedir.

B7.5. Denize yakın noktalarda gerçekleşebilecek depremlerden sonra, stratejik deniz platformu çekilerek, hızla hizmet yerine götürülerek, toplanma yeri, lojistik destek, acil yardım, gıda ve diğer yardımların ulaştırılması konusunda yararlanılabilecektir.

B7.6. Uydu fırlatma rampası konusunda ideal konum sunmaktadır. İnsan nüfusunun bulunmadığı deniz alanlarında, çevre kirliliğine etkisi en az miktara indirilmiş olması ve uzaya fırlatılan füzelerin düşme tehlikesine karşı önlem alınmış olmaktadır. Ayrıca füzelerin tekrar kullanılması için fırlatma sonrası ayrılan füze ünitelerinin paraşütle denize emniyetli inişi sağlanarak, geri kazanımı da mümkün olmaktadır.

Teşekkür

Pîrî Reis Üniversitesine, İleri Teknolojiler V. Çalıştayı Başkanı Prof. Dr. M. Oktay Alniak'a, Çalıştay Başkan Yrd. Öğr. Gör. N. Murat Koray'a ve yazım düzenine ilişkin yardımlarından dolayı Uzm. Yusuf Fuat Gülver'e teşekkür ederim.

B Kısmı için Kaynakça

- [1] Gürdeniz, C. (E. Amiral) (2017). Türk denizcilik gücü içinde deniz dibi madenciliğinin potansiyali ve önemi. *Koç Üniversitesi Denizcilik Forumu*.

SOSYAL BİLİMLERDE İLERİ TEKNOLOJİ UYGULAMALARI**Ergün DEMİREL**

*Yrd. Doç. Dr., Pîri Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul,
edemirel@pirireis.edu.tr*

Özet

Bir ülkenin gelişip kalkınmasında en önemli faktörlerden birisi yapılan bilimsel çalışmalardır. Bilim alanındaki çalışmalar sadece fen bilimlerini değil sosyal bilimleri de kapsamaları gerekmektedir.

20. yüzyılın son çeyreğinde yüksek teknoloji alanında önemli adımlar atılmıştır. Bu gelişmeler, fen bilimlerini oldukça etkilemiş yeni kavramlar ve hatta yeni bilim dalları ortaya çıkarmıştır. Yüksek teknolojilerin fen bilimlerine olan katkısının sosyal bilimleri de daha geniş kapsamlı olarak etkilemesi kaçınılmazdır. Özellikle de yüksek matematik, bilgisayar uygulamaları ile desteklenen yüksek teknoloji uygulamalarının sosyal bilimleri etkilemesi, sosyal bilimler programlarında da bu bilim dallarını programına dâhil etmesini gerekli kılacaktır.

Bu araştırmada yüksek teknoloji uygulamalarının sosyal ve beşeri bilimleri ne şekilde kapsayabileceği ve bu konu ile ilgili neler yapılması gerektiği incelenecektir.

Anahtar Sözcükler: Yüksek teknolojiler, sosyal bilimler, teknolojik gelişmelerin sosyal bilimleri etkilemesi, yirmibirinci yüzyılda sosyal bilimler.

Abstract

One of the most important factors in the improvement and development of a country is the scientific studies. Studies in the field of science need to be included not only science but also social sciences.

Important steps have been taken in the field of high technology in the last quarter of the 20th century. These developments have strongly influenced the field of science and created new concepts, even new branches of science have

been created. It is inevitable that the contributions of high technologies to the sciences will have a broader impact on social sciences. In particular, the application of high-tech applications, supported by higher mathematics and computer science applications, will require social sciences to include these sciences in their sciences.

In this research, it will be examined what high technology applications can be adopted to the social and human sciences and what needs to be done on this subject.

Keywords: High Technologies, social sciences, impact of the technologic improvements on social sciences, social sciences in the 21st century.

1. Giriş

20'nci yüzyılın gelecekçilerinden Alvin Toffler (1980) Üçüncü Dalga (Third Wawe) kitabında Dünyamızdaki evrimi üç safhada tanımlamıştır;

- 1. Dalga: Tarım Toplumu,
- 2. Dalga: Sanayi Toplumu (Otomotiv, Petro-Kimya, Metalurji),
- 3. Dalga: Post-Endüstri Toplumu (Diğer bir ifade ile High Technolgy-Yüksek Teknoloji Dönemi).

Sanayi Toplumu yoğun üretim, dağıtım, tüketime dayalı faaliyetleri kapsıyordu. 1950'li yıllardan itibaren gelişmiş ülkeler Sanayi Toplumundan daha kârlı ve verimli olan Yüksek Teknoloji (Bilgi) Toplumuna geçmeye başladılar ve gelişmekte olan ülkeler de Sanayi Toplumuna geçmeye başladılar. Türkiye, Polonya, Tayvan, Hindistan, Çin bu ülkeler arasında sayılabilir. Bilgisayar ve Elektronik-Uzay ve Oşinografi-Genetik bilimleri bu 3. Dalganın temel unsurlarını oluşturuyor.

Maynard ve Mehrrens (1993) ise yayınladıkları “Dördüncü Dalga: 21. yüzyılda İş Hayatı” kitabı ile Dördüncü Dalga tanımını getirdiler. Bu ise aslında yeni bir dalgadan çok 3. Dalga olan Yüksek Teknolojinin küreselleşmesini içeriyordu. Dördüncü dalga günümüzde Bilgi Çağı olarak adlandırılıyor.

Kevin (2017) yeni yayınladığı “Geleceğimizi Şekillendirecek 12 Teknolojik Kuvvet” adlı kitabında “iş hayatında şu ana kadar neler oldu, şu anda neler

oluyordan çok gelecekte neler olacağını” irdelemeye çalıştı. Yeni Dünya Düzeninde fikirlerin (idea), bilginin, yaratıcılığın, vizyonun ve çalışanların hem iş hem de özel hayatını gözeten yeni tip bir yöneticilikten bahsediyordu. Çevre hassasiyeti ve bunun uluslararası politikalara etkisini değerlendiriyordu. Bir ifade ile Yüksek Teknoloji veya Bilgi Çağının “sosyal yaşantımıza” etkisini değerlendiriyordu.

20. yüzyılın ortalarından itibaren Bilimsel Araştırmalarda Matematiksel Yöntemlerden sosyal bilimciler de yararlanmaya başlamışlardır. Bunun sonucu olarak artık iktisat, işletme gibi bilim alanlarının lisans ve yüksek lisans eğitim programlarında matematik, lineer cebir ve bilgisayar dersleri de ilave edilmiştir. Günümüzde yüksek teknoloji uygulamalarından “Büyük Veri, Veri Madenciliği, Yapay Zekâ, Nesnelerin İnterneti” gibi konular özellikle veri toplama alanı fazla geniş olan araştırmalarda kullanılmak üzere sosyal bilimlerde araştırma yapanların da ilgisini çekmektedir.

Kısaca özetlersek Yüksek Teknoloji sadece teknoloji ve endüstriyi etkilemiyor sosyal hayatımızı da ciddi bir şekilde etkileyen önemli bir faktör olarak ortaya çıkıyor. Bu da sosyal bilimler alanında yaptığımız bilimsel çalışmalara yüksek teknolojilerin de dâhil edilmesi gerektiğini ortaya çıkarıyor.

2. Araştırma Metodu

Bu araştırmanın amacı günümüzde oldukça gelişen ve ülkelerin kalkınmışlık refah düzeyini artıran yüksek teknolojilerin sosyal bilimler alanında kullanım olanaklarını incelemektir.

Araştırmada meta sentez yöntemi kullanılarak; yüksek teknoloji alanındaki gelişmeler incelenmiş, elde edilen bulgular yorumlanarak bunların sosyal bilimler alanında kullanılabilme olanakları değerlendirilmiş, benzer ve farklı yönler ortaya konularak yeni fikirler üretilmeye çalışılmıştır. Günümüzde sosyal bilimler de yüksek teknolojinin temel dayanağı olan matematik ve fen bilimlerinden yararlanmaya başlamış ve bu konular sosyal bilimler eğitim programlarında da yer almaya başlamıştır. Bu gelişme sosyal bilimlerin yüksek teknolojilerden yararlanmasını kolaylaştıracaktır.

Bu çalışmanın sonuçları genel mahiyette olup her bir sonuç başlı başına bir araştırma konusu olabilecektir. Bu sonuçlar ışığında yapılacak çalışmalar

sonucunda ortaya konulacak yöntemlerin yüksek teknoloji alanında sosyal bilimlerde de yaygın olarak kullanılmasına hizmet edeceği değerlendirilmektedir.

3. İnceleme

3.1. Veri Madenciliği ve Nesnelerin İnterneti

21. yüzyılın başlarında yüksek teknolojinin günlük yaşantımıza giren iki önemli gelişmesi Big Data (Büyük Veri) ve Nesnelerin İnterneti (Internet of Things) olmuştur.

Veri Madenciliği, Büyük Veri, Yapay Zekâ (Artificial Intelligence) birlikte gelişen bilim alanlarıdır. Büyük Veri yüksek hacimli, yüksek hızlı ve değişkenlerin kolaylıkla uygulanabildiği bir veri depolama ve kullanma imkânı sunmuştur. Büyük çaplı verileri yüksek hızlı olarak işleme sokabilen ve değişik şekilde yorumlanmasını sağlayan Büyük Veri kapsamlı problemlerin çözümünde süratli ve güvenilir çözümler sunabilmektedir. Büyük Veri sistemleri ile desteklenen Yapay Zekâ; analitik tabanlı çözümler, endüstriyel çözümler, ulaşım, havacılık ve uzay çalışmaları, finans, sağlık, hizmet ve tarım alanlarında önemli uygulamalara alanlarına sahiptir. Fen bilimlerinde geniş bir uygulaması olan Yapay Zekânın sosyal bilimlerde de yaygınlaşması beklenmektedir.

Nesnelerin interneti; çeşitli haberleşme protokolleri sayesinde birbirleri ile iletişim kurarak ve birbirlerine bağlanan, karşılıklı olarak bilgi paylaşımı yapabilen bir akıllı (smart) bir ağ oluşturmuş sistem ve cihazları ifade etmektedir. IoT kavramı, üretim, ulaştırma, bankacılık, hatta evimizde kullandığımız ev aletlerini kapsamaktadır. İnsanlar ile sistemler, sistemler ile sistemler birbirleriyle kolaylıkla ilişkilendirilebiliyor.

Avrupa Komisyonu 2015 yılında yaptığı bir araştırma raporu ile Avrupa Sanayisinin IoT (Nesnelerin İnterneti) ve Cloud (Bulut) sistemlerinin bütünleştirilmesini değerlendirdi ve bu sistemler ile ilgili araştırma ve inovasyon çalışmalarının sanayiye adaptasyonu ile ilgili öneriler getirdi. Bu rapordan hemen sonra Avrupa Komisyonu 2017 yılında kişiler ile nesnelere birbirine bağlayacak olan Nesnelerin İnterneti vasıtasıyla gerek sosyal sistemin ve gerekse ekonominin dijitalizasyonunu öncelikli bir proje olarak ele aldı. 2020 yılına kadar Avrupa Birliğinin bu amaçla 1 trilyon Avroyu harcaması kararlaştırılmış bulunuyor.

Uzun yıllardır istatistik metotlar sosyal bilimlerde de kullanılmaktadır. Veri madenciliği istatistiksel bir yöntemler serisi olarak kabul edilebilir. Ancak veri madenciliği, geleneksel istatistikten farklı olarak mantıksal kurallar dizilimi ve niteliksel modeller çıkartabilir. Sosyal bilimlerde niteliksel bilgilerin yorumlanması oldukça zordur. Veri madenciliğinin nitel modeller çıkartabilme yeteneğinin kullanılması sosyal bilimlere önemli katkı sağlayacaktır.

3.2. Bilgi (Enformasyon) Bankalarından Yararlanma

Hâlen kapsamlı bilgiler, özellikle de ticari amaçlı bilgiler şirketler tarafından depolanmakta ve kullanıcılara satılmaktadır. Buna örnek olarak Emerging Markets Information Service (EMIS) ve Lexis-Nexis^{††} gösterebiliriz. EMIS sistemi 125 ülkedeki 2 milyonun üzerindeki şirkete ait bilgileri kapsamaktadır. Bu bilgi bankaları sadece ticari şirketlere değil, ekonomi konularında araştırmalar yapan bilim adamları tarafından da kullanılmaktadır. Buna bir örnek olarak “Geçiş ekonomilerinde Bilgi Teknolojileri yatırımları ve piyasa değerlendirmeleri” (Dobija vd., 2012) konulu bir bilimsel makaleyi gösterebiliriz. Bu kapsamlı bilimsel makalede araştırmacılar EMIS ve Lexis-Nexis veri bankasından yararlanmışlardır. Daha önceki yıllarda üniversiteler ve araştırma merkezleri sadece basılı ve dijital bilimsel yayınlar için harcama yaparken bundan sonra bilgi bankalarına da üye olmak ve bunların kapsamlı veri depolarından istifade etmek durumunda kalacaklardır. Keza sosyal bilimler alanında çalışma yapanlar Enformasyon (Bilgi) Teknolojileri ile ilgili konferanslar, forumlara katılarak araştırmaları için bu gelişmelerden de istifade etmeli ve bunlardan yararlanarak yeni modeller sunma imkânı yaratmalıdırlar. Buna yurt dışından bir örnek olarak; Roztacki ve Weinstroffer (2009), ICER Borsalarının IT yatırımlarına reaksiyonu ile ilgili bir modeli Avrupa Bilgi Teknolojileri Konferansı-2009’da sunmuş olmalarını verebiliriz. Özetle, artık sosyal bilimlerle ilgili akademik çalışmalar yapan kişilerin Bilgi Teknolojileri ile ilgili çalışmalarını yakından izlemeleri ve bunlardan istifade ile kendi bilim dallarında daha kapsamlı çalışmalar yapmaları mümkün olacaktır.

^{††} Lexis-Nexis Grubu İşletme, risk yönetimi ve hukuk konularında bilgisayar destekli araştırmalar yapan bir kuruluştur.

3.3. Laplace Dönüşümleri Mantığını Kullanma

Laplace Dönüşümleri matematikte sınır değer problemleri dahil diferansiyel denklemleri çözmekte ve olasılık teorisinde mühendislik alanında doğrusal sistemleri zamandan bağımsız modellemekte kullanılan bir dönüşümdür. Genel anlamda bir fonksiyonun tanım kümesini zamandan frekansa çevirir. Zaman tanım kümesinde çözmesi zor olan diferansiyel denklemler frekans tanım kümesinde daha basit cebirsel denklemlere dönüştüğünden diferansiyel denklemleri çözmekte kullanılır. Sistemin mantığı belli bir alanda (domain) çözülemeyen problemleri daha kolay çözümlene yapılabilecek bir alana taşımak ve burada elde edilen sonuçları bazı uygulamalar yaparak orijinal alanına taşımak suretiyle problemi çözmektir.

Sosyal bilimlerde sık karşılanan sorunlardan birisi, veri toplamada zorluk olan belli bir alanda (mesela Türkiye) çalışma yapabilmektir. Bu durumda Laplace Dönüşümleri mantığı dâhilinde veri toplanabilen daha uygun bir alana gidilerek (mesela ABD) , oradaki verilere göre problem çözülebilir. Daha sonra da bu çözüm bazı düzeltmelerle orijinal alanına (Türkiye) taşınarak bir çözüme ulaşılabilir.

3.4. Araştırma ve Geliştirme Çalışmalarında Yapay Yöntemlerin Kullanılması

Meredith vd.'nin (1989) tanımladığı Bilimsel Araştırma Yöntemleri tablosu sosyal ve beşeri bilimlerde, özellikle yönetim/işletme bilimlerinde yaygın olarak kabul görmüştür. Tablo 1'e baktığımızda sosyal bilimlerde yapay yöntemlerin kullanılmasında modelleme, benzetim, ilk örnek (prototip) yaratma, kavramsal modelleme gibi daha çok fen bilimlerinin kullandığı yöntemleri görürüz. Bu yöntemlerin kullanımı için kapsamlı bir bilgi teknolojisi desteğine ihtiyaç duyulacağı açıktır. Sosyal bilimler alanında bilgi teknolojilerinden istifadesinin artırılması bu alanda yapay yöntemlerin kullanılması olanağını önemli ölçüde artıracaktır.

Tablo 1. Bilimsel Araştırma Metotları (Kaynak: Meredith vd., 1989)

	DOĞAL YÖNTEMLER		YAPAY YÖNTEMLER	
		Objektif gerçeklerin doğrudan gözlemlenmesi	Objektif gerçeklerin kişiler tarafından algılanması	Objektif gerçeklerin suni olarak yeniden yaratılması
GEREKÇE BULMA	Aksiyomatik			Neden araştırması/Mantık/ Teoremler * Kurallara dayalı Modelleme * Tanımlayıcı Modelleme
	Mantıklı Olgucu (Pozitivist) Yaklaşım / Deneyimci Yaklaşım	* Saha çalışmaları * Saha deneyleri	*Yapılandırılmış Görüşmeler * Sörvey Araştırmaları	* Prototip yaratma * Fiziki modelleme * Laboratuvar deneyleri * Simülasyon
	Yorumlamacı Yaklaşım	* Eylem araştırmaları * Vaka (Case) Çalışmaları	* Tarihsel Analiz * DELPHI Yöntemi * Yoğun Görüşmeler *Uzman Panelleri * İleriye yönelik tahminler/ Senaryolar	* Kavramsal Modelleme * Yorumlama
	VAROLUŞÇU YAKLAŞIM	Eleştirel Teori	*İç gözlemlerin Yansıtılması	

3.5. Hesaplamalı Düşünme (Computational Thinking)

Günümüzde bilgisayar teknolojileri bizlere problem çözmeye yardımcı olmakta ve çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bir sorunu çözmeden önce, sorunun kendisi doğru anlaşılmalı ve çözüm yolları anlaşılmalıdır. Hesaplamalı düşünme, karmaşık bir problemi anlamamıza, sorunun ne olduğunu anlamamıza ve olası çözümleri geliştirmemize izin verir. Daha sonra bu çözümleri bir bilgisayarın, bir insanın veya her ikisinin de anlayabileceği şekilde sunabiliriz. Burada önemli olan kişinin bilgisayarı, bilgisayarın da insanı anlayabilmesidir. (<http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>). Hesaplamalı Düşünme günümüzde yeni bir bilim dalı olarak yükselmektedir.

Hesaplamalı Düşünmenin dört temel tekniği (köşe taşı) vardır;

- Ayrışma (Decomposition): Karmaşık bir sorunun veya sistemin daha küçük, daha yönetilebilir parçalara bölünmesi.
- Kalıp Tanıma (Patern Recognition): Problemler arasında ve içinde benzerlikler aranması.
- Soyutlama (Abstraction): Yalnızca önemli bilgilere odaklanılarak ilgisiz ayrıntıların yok sayılması.
- Algoritmalar (Algorithms): Soruna adım adım bir çözüm geliştirilmesi veya sorunu çözmek için izlenecek kuralların belirlenmesi.

Dikkatlerinizi çekeceği üzere, burada kullanılan terimler bilgisayar terimleridir. Sosyal bilimlerin de problem çözümünde Hesaplamalı Düşünce bilimi/yönteminden yararlanması uygun olacaktır. Dikkatlerinizi çekeceği üzere, burada kullanılan terimler bilgisayar terimleridir ve bu bilim bilgisayarlara dayalıdır. Bu bilim dalının da çok yakın bir gelecekte sosyal bilimler alanına da gireceği değerlendirilmektedir.

3.6. Eğitim

Sosyal bilimler alanında yüksek teknolojilerin ortaya çıkardığı imkânlardan özellikle de gelişmiş bilgi teknolojileri/bilgisayar uygulamalarından istifade edebilmek için bu uygulamaların altyapısını oluşturan matematik ve bilgisayar konularında da eğitim alınması gerekmektedir. Sosyal bilimler alanında mevcut bazı lisans programları incelendiğinde; işletme programlarında 3 kredilik Matematik, 2-4 kredilik Sayısal Yöntemler, 2-4 kredilik Karar Destek Sistemleri dersleri görülmektedir. İktisat programlarında ise 3-6 kredilik Matematik, 6 kredilik İstatistik, 3-6 kredilik Temel Bilgi Teknolojileri dersleri görülmektedir.

Özellikle problem çözmeye çok büyük kolaylıklar sağlayacak Hesaplamalı Düşünme konusunda bilgi ve beceri kazanabilmeleri için sosyal bilimlerin lisans ve lisansüstü programlarında yeterli bilimsel altyapıyı sağlayacak şekilde matematik, olasılık, istatistik ve bilgisayar teknoloji derslerinin eklenmesi veya mevcut programların gözden geçirilmesinde fayda görülmektedir. Ülkemizin de uygulanmasını kabul ettiği Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (EQF-Europen Qualification Framework) Meslek Yeterlilik Komitelerinin, Akademik Program düzenleyicilerinin ve Yüksek Öğretim Kurumu ve Yüksek Öğretim Akreditasyon Kurumunun bu konuyu incelemesinde yarar vardır.

3.7. Bir Sosyal Bilim Dalından Örnek

Deniz İşletmeciliği bir sosyal bilim dalıdır. Bu dalın üç temel özelliği vardır; uluslararası bir çalışma alanıdır, büyük ölçüde kayıt dışı bir ekonomik faaliyet olup saydam değildir, doğru değerlendirme yapabilmek için “second guess” (başkalarının değerlendirmelerinden yararlanarak değerlendirme yapma) metodu uygulamak gereklidir. Bir örnek olarak; Bu bilim dalına ait “saydam olmayan” verilerin toplanmasında temel kaynaklar olarak IMO, UNCTAD, OECD, BIMCO/ISF, ICS, CLARKSON, PLUTO gibi kaynakları kullanmaktayız. Ancak bu veriler arasında ciddi farklılıklar bulunmakta olup, verilerin güvenliğini kontrol edebilmek için “second guess” uygulaması yapmaktayız. Büyük Veri, Veri Bankalarının kullanımı gibi metotların kullanımı “second guess” uygulamasını kolaylaştıracak ve daha sağlıklı değerlendirmeler yapmamızı sağlayacaktır.

Deniz İşletmeciliğinde temel sorunlardan birisi de donatan, işletme şirketi, acenteler, limanlar, gönderen, alıcı, forwarder, liman makamları, denizcilik idaresi ve gemi arasında sağlıklı ve kesintisiz bir ilişkiyi sürdürebilmektir. İnsanlar ve Nesnelere arasında bağlantıyı sağlayan Nesnelere İnterneti (IoT) bu bilim dalına ve uygulamalarına büyük katkı sağlayacaktır.

4. Sonuç ve Öneriler

4.1. Veri Madenciliği, Yapay Zekâ ve Nesnelere İnterneti

Üniversitelerin ve araştırma merkezlerinin artması AR-GE çalışmalarına verilen önemin artması sonucu araştırmaların sayısı oldukça artmıştır. İnternet kullanımının yaygınlaşması ile araştırmacıların bu kaynaklara ulaşma imkânı da kolaylaşmıştır. Bir konuda çok fazla sayıda araştırma, makale ve yayının bulunması araştırmacının bir veri madencisi gibi çalışarak hedeflenen esas kaynakları atlamadan ancak bilgi karmaşası içerisinde de girmeden verileri değerlendirmesini gerekli kılmaktadır. Bu konuda Büyük Veri sistemleri ile desteklenen Yapay Zekâ uygulamaları sosyal bilimlerdeki araştırmaları oldukça kolaylaştıracaktır. Fen bilimlerinde geniş bir uygulaması olan Yapay Zekânın sosyal bilimler alanında da yaygınlaşması ve araştırmacıların bu metotları kullanmasının kolaylaştırılması için çalışmalar yapılması gerekli görülmektedir.

Nesnelerin interneti; çeşitli haberleşme protokolleri sayesinde birbirleri ile iletişim kurarak ve birbirlerine bağlanan, karşılıklı olarak bilgi paylaşımı yapabilen akıllı (smart) bir ağ oluşturmuş sistem ve cihazları ifade etmektedir. IoT kavramının Dünyanın farklı bölgelerindeki araştırmacılar ve araştırma merkezleri arasında oldukça güçlü bir iletişim imkânı doğurabileceği değerlendirilmektedir.

4.2. Bilgi (Enformasyon) Bankalarından Yararlanma

Hâlen ticari amaçlı bilgiler şirketler tarafından depolanmakta ve kullanıcılara satılmaktadır. Bu bilgi bankaları sadece ticari şirketlerce değil, aynı zamanda ekonomi konularında araştırma yapan bilim adamları tarafından da kullanılmalıdır. Daha önceki yıllarda üniversiteler ve araştırma merkezleri sadece basılı ve dijital bilimsel yayınlar için harcama yaparken, bundan sonra bilgi bankalarına da üye olmak ve bunların kapsamlı veri depolarından istifade konusunu da değerlendirmelidir.

Sosyal bilimler alanında çalışma yapanlar Enformasyon (Bilgi) Teknolojileri ile ilgili konferanslar, forumlara katılarak araştırmaları için bu gelişmelerden de istifade etmeli ve bunlardan yararlanarak yeni modeller sunma imkânı yaratmalıdırlar. Bilgi Teknolojileri ile ilgili çalışmaların yakından izlenmesi ve bundan istifade edilmesi sosyal bilim dallarına daha kapsamlı ve güvenilir çalışmalar yapmalarını sağlayacaktır.

4.3. Laplace Dönüşümleri Mantığının Kullanımı

Laplace Dönüşümleri mantığı belli bir alanda (domain) çözülemeyen problemleri daha kolay çözümlene yapılabilecek bir alana taşımak ve burada elde edilen sonuçları bazı uygulamalar yaparak orijinal alanına taşımak suretiyle problemi çözmektir.

Sosyal bilimlerde sıklıkla belli bir inceleme sahasında veri toplanmasında zorluk çekilmesi ve bu nedenle araştırmaların kısıtlanması durumunda, Laplace Dönüşümleri mantığı kullanılarak veri toplanabilen daha uygun bir sahaya gidilerek, oradaki verilere göre problem çözülebilir. Daha sonra da bu çözüm bazı düzeltmelerle araştırma yapılmak istenen ancak veri toplama güçlüğü olan alana taşınarak bir çözüme ulaşılabilir. Bu konuda da kapsamlı bir inceleme yapılması sosyal bilimlerde veri toplama imkânı kısıtlı alanlarda araştırma yapılmasını kolaylaştıracaktır.

4.5. Araştırma ve Geliştirme Çalışmalarında Yapay Yöntemlerin Kullanılması

Daha çok niteliksel değerler ile uğraşan sosyal bilimlerde “yapay araştırma” (modelleme, benzetim, ilk örnek [prototip] yaratma, kavramsal modelleme yöntemleri vb.) kullanılması güçtür. Özellikle benzetim ve modellemede nitel değerlerin nicel değerlere çevrilmesinde hata payı yüksektir. Hâlen fen bilimlerinde yapay yöntemlerin kullanımı için kapsamlı olarak bilgi teknolojisi desteği kullanılmaktadır. Sosyal bilimler alanında bilgi teknolojilerinden istifade olanaklarının artırılması, bu bilim alanında yapay yöntemlerin kullanılması olanağını önemli ölçüde artıracaktır.

4.6. Hesaplamalı Düşünce

Hesaplamalı Düşünce bilimi/yöntemleri çağımızın yükselen değerlerinden birisi olup, çok yakın bir gelecekte sosyal bilimler alanına da gireceği değerlendirilmektedir. Oldukça karmaşık sosyal ve beşeri olayların değerlendirilmesinde ve bu alanlardaki problemlerin çözümünde Hesaplamalı Düşünce bilimi/yönteminden yararlanması uygun olacaktır.

4.7. Eğitim

Sosyal bilimler alanında yüksek teknolojilerin ortaya çıkardığı imkânlardan özellikle de gelişmiş bilgi teknolojileri/bilgisayar uygulamalarından istifade edebilmek için bu uygulamaların altyapısını oluşturan matematik ve bilgisayar konularında da eğitim alınması gerekmektedir. Sosyal bilimler alanında mevcut bazı lisans programları incelendiğinde; Matematik, Bilgisayar Teknolojileri, Olasılık, İstatistik gibi konuların günümüzün Bilgi/Bilişim Teknolojilerini kavrama ve kullanmada yetersiz kalacağı değerlendirilmektedir

Özellikle problem çözmede çok büyük kolaylıklar sağlayacak Hesaplamalı Düşünme konusunda bilgi ve beceri kazanabilmeleri için sosyal bilimlerin lisans ve lisansüstü programlarında yeterli bilimsel altyapıyı sağlayacak şekilde matematik, olasılık, istatistik ve bilgisayar teknolojisi derslerinin eklenmesi veya mevcut programların bu bakış açısıyla gözden geçirilmesinde fayda görülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Toffler, A. (1980). *Third vawe*, Bantam Books, ISBN: 0-517-32719-8 ISBN: 0-553-24698-4.
- [2] Maynard, H.B., & Mehrtens, S. E. (1993). *Fourth wave: Business in the 21st century*. Berrett-Koehler Publishers ISBN 10: 1576750027, ISBN 13: 9781576750025.
- [3] Kevin, K. (1996). *The inevitable: Understanding the 12 technological forces that will shape our future*. ISBN-10: 0143110373, ISBN-13: 978-0143110378.
- [4] European Comission. (2017). Commission and its priorities. *Policies, Information and Services* <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/internet-of-things> adresinden alınmıştır (12.09.2017).
- [5] European Comission, (2015). Definition of a Research and Innovation Policy Leveraging Cloud Computing and IoT Combination, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-research-and-inovation-policy-leveraging-cloud-computing-and-iot-combination> adresinden alınmıştır (18.09.2017).
- [6] Polat, S., & Ay, O. (2016). Meta sentez: Kavramsal bir çözümleme (meta synthesis: A conceptual analysis). *Journal of Qualitative Research in Education*, 4(1), 52-64. <http://dx.doi.org/10.14689/issn.2148> adresinden alınmıştır (11.09.2017).
- [7] Büyük Veri, Yapay Zekâ ve Siber Güvenlik. <https://medium.com/@fahrettinf/big-data-yapay-zeka-ve-siber-guvenlik-9b0387978cf1> adresinden alınmıştır (12.09.2017).
- [8] Roztocki, N., & Weistroffer, H.R. (2009). Stock market reaction to information technology investments: Towards an explanatory model. In *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems (ECIS 2009)*.
- [9] Dobija, D., Klimczak, K. M., Roztocki N., & Weistroffer H. R. (2012). Information technology investment announcements and market value in transition economies: Evidence from Warsaw Stock Exchange. *The Journal of Strategic Information Systems*, 21(4), 308-319. Doi: 10.1016/j.jsis.2012.07.003
- [10] Emerging Markets Information Service (EMIS). <https://www.emis.com/php/store/> adresinden alınmıştır (02.09.2017).
- [11] Lexis-Nexis, <https://en.wikipedia.org/wiki/LexisNexis> adresinden alınmıştır (12.09.2017)
- [12] Meredith, J. R. vd. (1989). Alternative research paradigms in operations. *Journal of Operations Management* 8, 4.
- [13] Introduction to Computational Thinking. <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision> adresinden alınmıştır (12.09.2017)

- [14] European Qualification Framework. <https://ec.europa.eu/ploteus/en/content/descriptors-page> adresinden alınmıştır (12.09.2017).
- [15] Laplace dönüşümü, <https://tr.wikipedia.org> adresinden alınmıştır.

THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL INVENTION ON MARITIME TRANSPORT ACTIVITY

Tansel ERKMEN

Dr. Öğr. Gör., Pîri Reis Üniversitesi, terkmen@pirireis.edu.tr

Özet

Denizcilik endüstrisi, teknolojik değişikliklerden ve çevre düzenlemelerinden kaynaklanan tehditlere her zamankinden daha fazla maruz kalmaktadır. Bu nedenle, Deniz taşımacılığı yeni gelişmeleri takip etmek ve uygulayabilmek için uyguladığı iş modelini geliştirecek bazı teknolojileri içine alması gerekmektedir. Yıllardır, deniz ekonomistleri ve deniz tarihçileri, deniz teknoloji inovasyonlarının denizcilik üzerindeki rolünü anlamaya çalışmıştır. Birçok alanda olduğu gibi, çabalarının geliştirilmesi ve olgunlaşması için zaman gerekmektedir. Geçen on yılda bu çabalar, denizcilik sektöründeki büyümeyi iyileştiren buluşları teşvik etmek isteyenler için somut, önemli ve entelektüel ilginç sonuçlar üreten bir noktaya gelmiştir.

Anahtar Sözcükler: Teknolojik buluş, denizcilik endüstrisi, denizcilik verimliliği, akıllı gemi, denizcilikte değer zinciri.

Abstract

The maritime industry faces more threats than ever under normal business conditions, based on technological changes and environmental regulations. Therefore, Maritime transport should include various technologies that could compromise existing business relationships and encourage innovators to develop explanations to address the latest issues. For decades, maritime economists and maritime historians have tried to improve their understanding of the role of the marine technology innovation. As in many fields of inventive activity, their efforts took time to develop and improve. Over the past decade, these efforts have reached a point where they produce concrete, substantial and intellectually

interesting results for those who are interested in promoting inventions that improve growth in the maritime sector.

Keywords: *Technological invention, maritime industry, maritime efficiency, smart ship, value chain in maritime.*

1. Introduction

Present society is mainly based on maritime transport and its proper functioning. Most authorities assume that the international business environment will have a big transformation around the next ten years than over the last few hundred. These changes will push major change in the commercial operations of international companies, particularly as regards the role of logistics. As global companies strive to gain a competitive edge on the market, new distribution organizations appear. The factors of change in the shipping system are of eight main categories: efficiency, security, technology, energy and the environment, data storing, retailers' effects, economy and finances. Since all these forces are at stake simultaneously, it is difficult to evaluate their respective contribution to innovation and change. The maritime transportation system is international in nature, as it serves global trade by linking markets to different parts of the world, transporting 90 % of freight and freight across the globe to a relatively low-cost value for goods shipped. The arrival of globalization has encouraged international companies to focus production in less cost places. Similarly, the globalization of production and marketing through focused factories requires a new global logistics strategy. As a result, international companies have tried to implement their international logistics strategies in two ways; the use of central inventories and the rearrangement of the final assembly. Delaying or delayed arrangement is another logistic policy that can be effective in getting the benefit of reducing standardization costs while maximizing marketing effectiveness through localization. This strategy is based on the principle of product design using common programs, components, or modules, but at the same time final assembly or customization is handled at the ultimate destination of the market where consumer requirements are best known.

2. Maritime Efficiency

Since the Industrial Revolution, the population has grown more than 10 times and is expected to continue to grow to around 9 billion people by 2050. Most people on Earth have improved thanks to technical and social innovation, economic growth land cooperation and international trade. The marine industry is part of our society. Like all industries, it promotes sustainable patterns in our society. Although this industry contributes, it can also be part of the solution. The supply chain (maritime) can be optimized by further improving the integration of the various modes of transport. This can be done better by ensuring that ports are efficiently linked (both physically and organizationally) to load terminals and logistics platforms. This means that the efficiency and effectiveness of the supply chain could have improved significantly. The maritime cluster has shown that supply chain optimization is a matter of great concern. Moreover, industry consultations have shown that the business sector, in particular transport, sees opportunities and also the need to further improve the efficiency of the transport chain, with particular attention to internal links. One of the main key initiatives of the EU 2020 Strategy, namely the “An industrial policy for the era of globalization” initiative, focused on improving the business environment, 1) reduce the transaction costs of doing business in Europe, 2) promoting clusters, and 3) improving access to finance. It also includes the promotion of technologies and production methods that help reduce the use of natural resources”.

3. A Sustainable Maritime Transportation System

The maritime transport system, which is part of the largest logistics chain serving cross-border distribution of goods from one place to another, often at long distances, is subject to a complex set of policies and rules. Materials will be subjected to marine infrastructure, policies and economic, social and environmental conditions. They then relocate to a port system for international carriage where different sets of rules are applied. These rules are based on commercial rules applicable at international level, as well as on world standards, rules and regulations developed by the IMO. To provide reliable and uninterrupted service in the most efficient manner, maritime transport must offer safe, secure, efficient and reliable freight transport worldwide, minimizing

pollution, maximizing energy efficiency and ensuring conservation. of resources. To this end, the complexity of the interrelationship between the actors of the maritime transport system must be acknowledged and taken into account when it comes to specific actions.

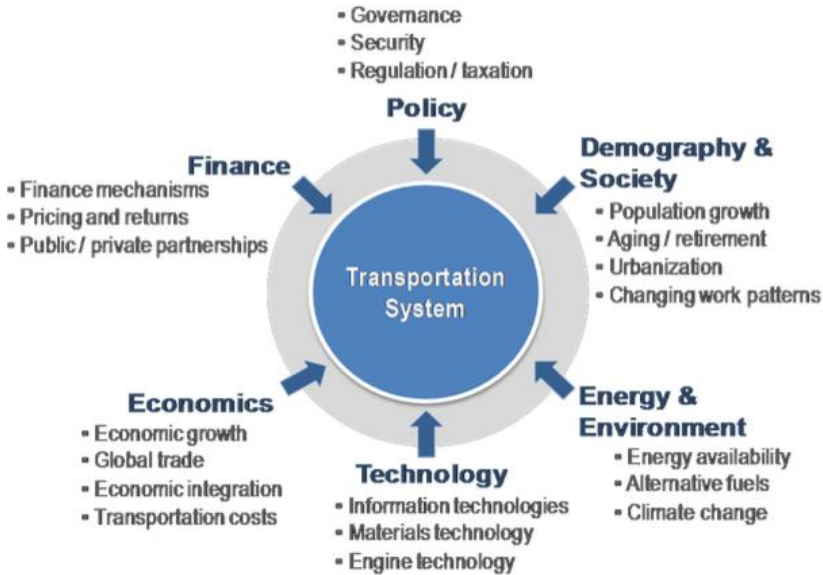


Figure 1. Transportation System

Source: Customized from ICF International (2008), Long-term Strategic Issues Faced by the Transport Sector, Future-Focused Future Research Framework, National Cooperative Highway Research Prog., 20-80.

4. Economics of Maritime

The economic status of any shipping operation will be determined by the relative levels of costs (capital and operating) and revenues. As discussed previously, demand and freight rates, which determine revenues, are presently at severely depressed levels in all shipping sectors. The current economy of marine operations has led the business to a minimum of labor. Industrial developments have led to main changes in the role of human workers, many of which remove the operator of the control system. In some, these types of automation have reduced the size of the crew from 30 to 40 crew members, to 15 to 20 crew members. Smarter actions could and should lead to lesser demands and improve

risk management. Less incidents mean less work for the insurance industry and the legal industry. Maritime projects, due to their size and complexity technology, are becoming more and more capital. In many cases, only bigger financial institutions, often in collaboration with the public sector, can provide an adequate level of capitalization. The value of the incoming and outgoing activities are probably important factors behind their funding.

5. Environmental Impact of Maritime

International shipping produces more emissions from energy use than all but five countries, ranking in between Japan and Germany. The shipping sector is responsible for 2.7 percent of global carbon dioxide emissions, roughly equal to 870 million metric tons per year^{††}. The International Maritime Organization (IMO) estimates that shipping emissions will increase by a factor of two to three by 2050 under business as usual conditions. Due to local and international pressures, all ports around the world undertake various environmental regulations such as limiting the minimum and dragging the ship's engine, focusing on noise and polluting emissions as they have a clear local impact. For example, it is common for a truck to finish its life cycle in transport operations. Climate change is also a problem that can increase the sustainability of transport systems, particularly in terms of a more stringent regulatory framework. However, as maritime transport accounts for only 2.3% of greenhouse gas emissions attributable to the consumption^{§§} of fossil fuels, industry is a low priority objective.

^{††} U.S. Energy Information Association. "International Energy Statistics: Total Carbon Dioxide Emissions from the Consumption of Energy (Million Metric Tons)." Accessed September 2012.

^{§§} McCollum, D., G. Gould and D. Greene (2009), Greenhouse gas emissions from aviation and maritime transport: mitigation potential and policy.

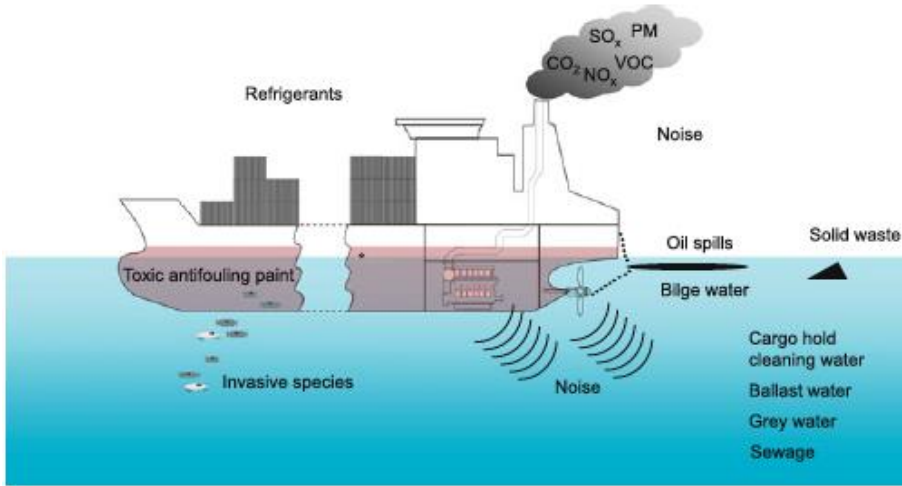


Figure-2: Effects of Maritime Transport on the Environment While Using the Vessel.

6. Safety of Maritime

Maritime safety is one of the essentials for the maritime sector. The current shipping industry has a number of codes, conventions and guidelines that set the limits for safety and efficiency in shipping. The development of the shipping industry has resulted in the great development of ship's technology, design, size, propulsion and safety. Consequently, the development of new technology in the shipping industry has led to changes in the education system in recent decades. Technology has been an important safety factor from the introduction of gyrocompasses and the first use of navigation to detect icebergs 1914 for compulsory use of electronic displays and information systems (ECDIS) 2012. Military innovations contributed to improvements in the mid 20s - for example, in Radar and in wireless communication – while later technologies such as automatic radar tracking (ARPA), Global Positioning Systems (GPS) and Automatic Identification System (AIS) reduce accidents that improve awareness, situational through greater access to real-time information. However, experts warn of dependence on single technologies, citing examples where reliance on technology has led to major incidents.

7. Smart Ships

Some people believe that intelligent ship and intelligent companies are only possible through broadband telecommunications and that this generates vast amounts of information. The ships built more efficiently, and that means robotic shipyards. Built ships are more computerized, more efficient and developed for this purpose. We could see small for local routes and some larger boats for longer ones. This will probably evolve depending on what the transport innovators demand and become the main players. Intelligent ships, intelligent operations and even automated ships lead to a scale operation that requires large ship management companies. The big charterers who rent these ships will increasingly depend on these large management companies to operate the ships. The charterer or leasing company may be the management company's account. Everything is possible when the efficiency of a model of intelligent operations at the maritime industry is introduced. We are not so sure. The automatic or intelligent boats can operate without constant contact with the coast. Even when contact is needed, they may rely on more modest machine-level communications. Analytical and decision support could reside on board, and only in urgent times communications and data would increase. As long as there is a crew on board, there will be need for further communications for wellness purposes. I believe that maritime communications providers could be particularly at risk in the same way as some companies. Current technology achievements enable new and more efficient information systems that can help transport organizations and ensure greater efficiency in the form of more detail of user and travel information for companies and people who carry the real transport function. In this section, attention is focused on intelligent solutions that address the following topics; information and communication technologies, e-freight, telematics applications, electronic applications, monitoring and monitoring and satellite communication.

8. Technology in Maritime

Automation has transformed many navigators into system administrators who are responsible for coordinating and monitoring multiple automated systems. The use of ship automation has had impacts on the bridge and engineering department. Automation will reduce workloads. Automation will reduce human

error. Integration of the supply chain has also favored (and favored) the application of information technologies. Since a higher level of control over the flow of goods has been established, in particular within vertical combination, the need for electronic information exchange has emerged. In recent years, it has also been seen that information technology has become a key issue for security (electronic manifesto) and has pushed the industry to progress according to early notification schemes of the transported cargo. Stricter supply chain management exercises, production forces in the terminal real estate sector, economies of scale in maritime transport, and better integration with the internal load distribution have led to several terminal automation strategies that require a large investment of capital. Automation can be applied to three intermodal stages inside the terminal. The first refers to the transshipment with the loading and unloading sequence. The second concerns container management and garden management, such as stacking. The third involves the interface between terminal and ground transport systems. For shipping segments that are integral to the shipping business, it's easy to imagine the electronic cargo booking and digital port loads with the ecommerce giant own ships, their own ports or sections, and control the entire logistics chain. Some progress in maritime are;

- Automatic data recording,
- Position fixing brackets,
- Limited navigation guide,
- Collision prevention systems, load planning aids,
- Automatic tracing of paths and
- Diagnostic Aids.

Information technologies have multiplier effects on maritime transport, in particular on the management of intermodal goods. The range of applications is impressive, from the loading and unloading of container ships, stacking container storage, navigation (GPS), programming (pick-up and delivery), access to the gate and track the location of a container. IT also has great potential to facilitate trade facilitation through more effective customs procedures as cargo information is standardized and trades. Improvements in materials and motors are also possible with the expected benefits in transport and terminals, for example in terms of performance. A refers particularly to terminal automation, which is particularly suitable for doors with good volume and acute property pressures. For both ports and maritime transport, short and medium terms underline a

streamlining process. The exploitation of comparative advantages, which have been a driving force of globalization, generates lower productivity gains and many suppliers are reviewing their subcontracting strategies. It can be expected that containerization will reach a maturity stage, at least in advanced economies, and that future growth potential will be more limited to niche markets such as commodities. Internal access regimes are developing as important factors in port competition, particularly in the light of the unbranched transshipment function. The control of internal access regimes is linked to the creation of port groups. It refers to the impact of the agglomeration and the degree of internal cohesion and competition within a port. Cluster management is linked to the combination and relationships between organizations and institutions that promote coordination and continue projects that improve the cluster as a whole through regional strategies. The main benefits of cluster management are better access to innovative ideas and skills, better access to suppliers and customers, better access to capital and a general reduction in transaction costs.

9. Retailers Effects

Worldwide traders, such as Alibaba, Amazon and Walmart, start shaking the shipment world, especially in the parcel industry. These key e-commerce operators are beginning to change the shipping space, as they strive to have more control over logistics and directly on transportation. Until recently they had concentrated on logistics and delivery of a thousand miles. Until now, e-commerce players are based on specialized shipping companies such as FedEx and UPS. Maritime transport has largely been ignored. Ports, especially large gateways, face a wide range of local constraints that hamper their development and effectiveness. The lack of land available for expansion is one of the most acute problems. This problem is exacerbated by deep water requirements for handling larger ships. The increase in port traffic can also lead to disadvantages, as local road and rail systems are heavy. Environmental limitations and local opposition to the development of the port are also important. The regionalization of ports therefore allows partial limitation of local restrictions by extending them. World production and consumption have substantially changed distribution with the emergence of regional production systems and large consumer markets. No location can effectively meet the needs of deploying a complex network of

activities. For example, free zones are globally embedded near many load centers but see a ZF as functionally integrated can be misleading because each business has its own chain dimension. The regionalization of ports therefore allows the development of a distribution network closer to fragmented production and consumption systems. With regard to the design of the latest generation of ultra large container ships, it is becoming clearer that the great followers (MSC, COSCO and CMA-CGM) do not blindly follow the path of the first Maersk Line users. Their approach to wait and see has brought slightly shorter jets than the Maersk giants (350-370 m instead of 396 m Emma Maersk), reaching almost the same capacity as units. Its more compact dimensions make these boats fit perfectly into the new Panama Canal locks (the Emma Maersk is oversized) and will result in better maneuverability of flexible rivers to the major compulsory staircases, such as the Schelda in Antwerp river the river Elbe to Hamburg. Therefore, the size and configuration of larger container ships are "adjusted" to optimize the existing and projected nautical profile of sea routes and ports in the world.

10. The Line Between the Logistics and Maritime

The line between logistics, e-commerce and the loader is beginning to disappear. For years, FedEx has operated its airplane and delivered packages. Now they will face the direct competition of e-commerce companies. The natural progression would be that global freight forwarders began leasing their goods in the maritime industry, challenging the traditional maritime business model. If you rent airplanes, own airports and manage your logistics, why not ships, ports and port operations? The complexity of global distribution and freight networks has favored the emergence of intermediate centers linking different circulation systems. Internal transport has also been expanded with the creation of walkways and corridors, contributing to the increase of global trade through intermodal options (such as railways and barges) for regionalized ports. The integration of the supply chain supported by information technologies has been beneficial to the global distribution of goods and will continue to be so in the future with better use of existing resources. Even so, many drivers who have driven growth in shipping and port industries are in question. Containerization can enter a maturity phase where growth prospects are more limited. However, there is substantial

room for growth, especially if the bulk shipment segments are reconciled with containerization. This, with the continued rationalization of ports and navigation networks, as well as the expansion of the Panama Canal, can lead to the creation of a global maritime distribution system consisting of an equatorial circus, ocean-going pendulum services and North-South connectors interlaced by intermediate centers. Among the factors most likely to influence this sector in the future are security issues, end-to-end property pressures, economies of scale, environmental concerns, in particular ports, the integration of information technologies, progress in terminal automation and the search for capital for funding. Since industry is predominantly private, oligopolistic with multinational activities, areas of public policy engagement are more limited than other modes. However, as many stakeholders are interested in developing a more efficient maritime / terrestrial interface through internal transport, this trend has new areas of public policy participation. An emerging governance structure refers to the development of port clusters where carriers and maritime actors can better coordinate their operational and investment strategies. The Liner Shipping Connectivity Index (LSCI) aims to capture the level of integration of an existing country's landline network to measure internal connectivity delivery. LSCI can be considered a proxy for access to global trade. The higher the index, the easier it is to access a maritime transport system of high-capacity goods and frequency and thus to effectively participate in international trade. Therefore, LSCI can be considered jointly as a measure of maritime transport connectivity and as a measure of commercial facilitation. It reflects the strategies of container transport lines that try to maximize revenue through market coverage. An important emerging feature for several container door terminals involves shipping. It is technically and economically impossible to establish direct transport connections between all countries. It may not be enough volume or the doors are too distant. Unlike bulk transport, container shipping networks are established as port call sequences along a path often structured as a pendulum between maritime facades. Therefore, a set of direct or transverse connections is required to connect all pairs of countries through maritime transport. Only 17 % of all pairs of countries are directly linked, while 62 % of all pairs of countries require at least one transfer and 18.6 % of all couples require two changes. The appearance of large intermediate centers favors the concentration of large ships along long-distance, high-capacity routes, while smaller ports can receive services with smaller ships. Consequently, the emergence of intermediate centers has allowed to regulate

services that would otherwise be economically unsuitable. However, there is a limit to the configuration of the hub-and-ray network and therefore also to the size of the jars distributed on trunk paths.

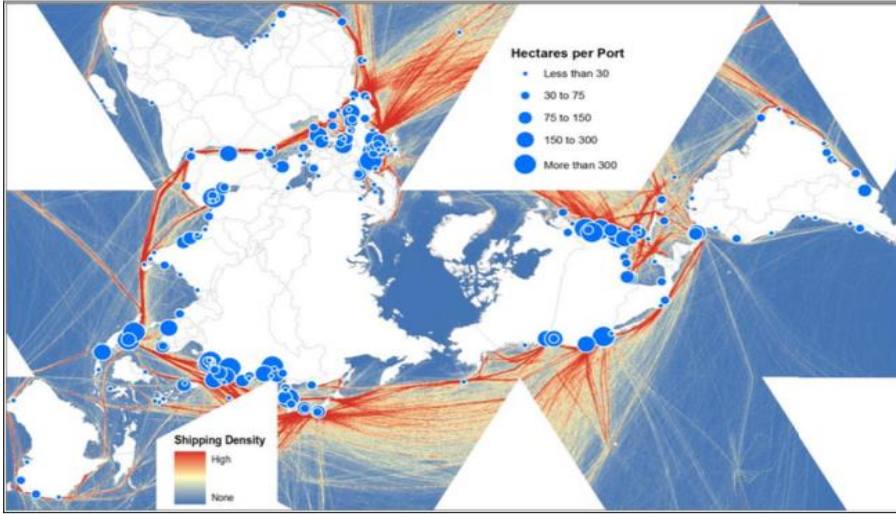


Figure-2 Terminal Area of the Largest Transport Density and Port Holding in the World. Source: Survey of web sites of global terminal operators. Shipping density data adapted from National Center for Ecological Analysis and Synthesis, A Global Map of Human Impacts to Marine Ecosystems.

11. How Technology Effects Maritime?

The maritime Industry faces some big challenges ahead. It is one that disturbs all elements of the maritime industry, it is driven by technology and, in some cases, also by self-causes. If you follow the maritime printing, you cannot miss the shipping calls to change your business model. The broadband revolution that will somehow pave the way for intelligent operations and the upcoming age of unmanned ships. Digitization creates efficiency driven by the basic products and a new world for the maritime industry. Intelligent operation is the result, not the reason. How does this invasion affect the shipping sector in the maritime industry and what does it imply? In the 2015 holiday season, FedEx and UPS delivered only 95 % and 91 % of the packages in time. The e-commerce retailer, not the charger, was the culprit. E-commerce retailers are looking for timely deliveries

and cost savings as well as access to consumer data. In two words, they do it to achieve customer satisfaction. As Amazon enters the shipping company, signs leasing for aircraft and starts compete with FedEx and UPS. Of the three have more than 700 aircraft to rent. Amazon has also expressed interest in acquiring an airport in Germany. Walmart is trying to take control of his expedition, even on ships. We've also seen in the last few weeks, Alibaba enrolls with Maersk, CMA CGM and Zim Lines. In recent years there has been massive investment in port and transport infrastructures, especially after 1995. The main reason for these investments was due to higher future expectations of trade volumes, exacerbated by increased participation in the financial sector^{***}. The maritime industry has become an attractive perspective for several funds pursuing the return. Forecasts were made on future traffic prospects to justify investment in capacity. While before 2000, most have underestimated future traffic forecasts, especially since containerization has entered the acceleration of their growth cycle in recent years tended to exaggerate future traffic forecasting. A common approach was to use the compound annual growth rate (CAGR), which has significantly exaggerated traffic data, especially for long-term projections. This perspective stimulated investment and additional capacity came in line as the world economy was entering a serious recession, aggravating the financial difficulties of the maritime industry. For the first time in decades, maritime and port industries face the prospect of streamlining their goods and services. This implies a change of paradigm linked to the first crisis of globalization.

12. Conclusion

Environmental technologies, digitalization of shipping and intelligent ships and products as well as utilization of oceans' natural resources are seen as necessities for growth. Automation and robotics will be game changers in the production of marine solutions. Circular economy is the rising practice for marine industry. Sustainable business has to use the reduce, reuse and recycle principle. In the future, this is the way to manufacture clean products. It is also important that the regulatory environment is predictable and adjustable, so that there are customers when the innovations arrive to markets. User experience and the needs

^{***} Notteboom, T., J-P Rodrigue and G. De Monie (2010), "The Organizational and Geographical Ramifications of the 2008-09 Financial Crisis on the Maritime Shipping and Port Industries", in P.V.

of the end customer are crucial factors in the today's markets as well as a social responsibility. Safety and risk management are vital and taken in account in all development. The future of the maritime cluster is seen to be directed by application of new energy sources, sustainable business models, usage of marine resources, international regulation changes, digitalization and automation. I must suggest that, due to the financial value of competition, the benefits of technological change in the supply chain are far greater than in the maritime industry alone. A sustainable maritime transport system also needs the support of a strong non-financial system to support its changing economic, social and environmental sustainability needs. The financial sector needs to be adequately assessed on the changing nature of the maritime transport system in order to enable the efficient allocation of long-term resources. For the maritime industry, the impact will be dramatic and not too far. Unmanned ship discussions, intelligent operations and greater efficiency are just a code for the end of the current maritime model. I believe that the evolving model of freight and transport logistics will change the ship's operational and ownership model and that it will create smart maritime operations and need a scale to be more efficient. Therefore, the simple fact of being an intelligent operation does not save some of the entities that own current ships. When we look at how driving for greater efficiency and accompanying could jeopardize current business models, some elements of the players in the maritime industry are today more at risk of others. Shipping companies and terminal operators will review their capacity distribution, prices and leave certain market segments. It is expected that port size and productivity is an important factor in this anticipated rationalization. Due to their price and access inside, large ports can be less affected than smaller ports.

References

- [1] IMO. (2015). *Safety regulations for different types of ships*. London. Retrieved from (accessed on 31 August 2015) http://www.imo.org/en/our_work/Safety/Regulations/Pages/Default.aspx
- [2] Stopford, M. (2008). *Maritime economics*. London: Routledge.
- [3] UNCTAD. (2014). Review of maritime transport. *Vol. UNCTAD/RMT/2014 United Nations Publications. Sales no. E.14. II, D.5*. New York and Geneva.
- [4] AMSA. (2009). *Arctic marine shipping assessment 2009 report* (2nd ed). Arctic Council.
- [5] Polyakov, I. V. et al. (2010). Arctic ocean warming contributes to reduced polar ice cap. *Journal of Physical Oceanography*, 40(12), 2743–2756.
- [6] US Department of Transportation. (2008). *Glossary of shipping terms*. U S Department of Transportation.
- [7] Swedish Transport Administration. (2015). Retrieved from (accessed on 31 August 2015) <https://www.transportstyrelsen.se/sv/Sjofart/Fartyg/>.
- [8] IMO. (2015). *Safety regulations for different types of ships*. London. Retrieved from (accessed on 31 August 2015) http://www.imo.org/en/our_work/Safety/Regulations/Pages/Default.aspx
- [9] Douvere, F. (2008). The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management. *Marine Policy*, 32(5), 762–771.
- [10] European Union. Maritime Spatial Planning. (2014). Retrieved from (accessed on 31 August 2015) http://ec.europa.eu/maritime_affairs/policy/maritime_spatial_planning/index_en.htm
- [11] UNCTAD. (2015). UNCTAD stat. Retrieved from (accessed on 31 August 2015) <http://unctadstat.unctad.org/EN>.
- [12] Kates, R. W., Parris, T. M. & Leiserowitz, A. A. (2005). What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47(3), 8–21.
- [13] Holden, E., Linnerud, K. & Banister, D. (2014). Sustainable development: Our common future revisited. *Global Environmental Change*, 26(0), 130–139.
- [14] Holden, E. & Linnerud, K. (2007). The sustainable development area: satisfying basic needs and safeguarding ecological sustainability. *Sustainable Development*, 15(3), 174–187.
- [15] Hooper, D. et al. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3–35.
- [16] Swedish Environmental Protection Agency. (2012). *Sammanställd information om ekosystemtjänster* (Compiled Information on Ecosystem Services) (In Swedish). Stockholm.

SİMÜLATÖR UYGULAMALARINDA YENİ BİR YAKLAŞIM ÖRNEĞİ: PRÜ SİMÜLATÖRLERİ

Celalettin GÜLLAPOĞLU

*Uz. Yol Kpt., Pîrî Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul,
cgullapoglu@pirireis.edu.tr*

Özet

Pîrî Reis Üniversitesi simülâtörleri, sınırlı uygulamalar ile çok maksatlı, çok işlevselli uygulamaların etkileşimli, gerçek zamanlı ve üç boyutlu ortamlarda, görsel, işitsel, dokunarak, mekaniksel özellikler ve çevresel etkilerinin mükemmel bir bileşkesini sergilemektedir. Simülâtör uygulamalarında; gemiler arasındaki, gemilerle limanlar arasındaki ilişkiler, manevra, haberleşme, harita ve radar eğitimi, buzda seyir, değişik meteorolojik koşullarda, gündüz ve gece, acil manevralar, ihtisasa yönelik özel manevralar, 17 simülasyon ortamında 7 temel simülâtör tipi, 50 değişik tipte gemi, 50 deniz coğrafya alanı, 3000 değişik tipte destekleyici gemi ve obje kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Simülâtörler, Pîrî Reis Üniversitesi simülâtörleri.

Abstract

The complex simulation system that is currently at Pîrî Reis University constitutes the very first example of its kind with its cloud based, remotely accessible, multifunctional and touchscreen operating system. The simulator based trainings include ship to ship and ship to harbour relations, manoeuvring, communications, chart and radar trainings, ice navigation in various meteorological conditions, day and night using 17 simulation mediums, 7 basic simulator types, 50 different type of ships, 50 maritime geographic locations, 3000 various auxiliary vessels and objects. It is composed of different and special type simulators, ranging from the bridge to the engine room, vessel traffic system to fishing, virtual shipyard and harbor simulation to ship modelling, with training classrooms and briefing halls.

Keywords: Simulators, Pîrî Reis University's simulators.

1. Giriş

Simülasyon yani benzetim ve benzetim araçları yani simülatörler, yaşamın her alanında iç içe olunan, özellikle de modern çağın fiziksel ya da kavramsal ortamını biçimlendiricilerdir. Tıptan uzay bilimlerine, askerlikten oyuna en yaygın olarak da eğitime doğrudan katkı sağlayan etmenlerdir.

Beynimiz, yani bütün planlamalarımızı, projelerimizi, hayallerimizi oluşturduğumuz, yaratıcılığımıza olanak sağlayan mükemmel ortam bir simülatör değil midir? Yeryüzündeki en küçük hücreden evren veya evrenlerdeki sayısız galaksiye uzanan sonsuzluk boyutu, içinde taşıdığı bütünlükle bir simülasyon ortamı olarak nitelendirilemez mi?

Simülasyon, hayal gücü ve yaratıcılıkla bir bütünlük oluşturmaktadır. Simülasyon tabanlı uygulamalar çeşitli biçim ve içeriklerle her geçen gün yeni bir yaklaşım ve gelişme göstermektedir. Sanal Gerçeklik (Virtual Reality), Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality), Artırılmış Sanallık (Augmented Virtuality), Karışık Gerçeklik (Mixed Reality) gibi değişik tanımlama ve niteliklerle karşımıza çıkmakta, yararlı ve yararsız tarafları, özellikle de destekleyici donanımların kullanışlılığı yoğun araştırmaların konusu olmaktadır.

Konumuz olan denizcilikle ilgili simülatörler, birkaç yıldan beri denizcilik mesleğinin icrasıyla ayrılmaz bir bütün oluşturmaya başlamıştır. Biz denizciler, simülasyonun yaşamsal ve vazgeçilemez niteliğini en yararlı hedeflere yönelik biçimde eğitim ve tasarruf ölçeklerinde ete kemiğe büründürmeyi başarmış, bununla da yetinmeyerek uygulama biçim, tür ve içeriklerini uluslararası standartlara oturtmuşuzdur.

Gemi kullanma ve yönetimi, fiziksel zindelik, bilgi, beceri ve davranış yeterliliğinin uyumlu bir takım çalışmasıyla bütünleştirilmesini gerektirir. Simülatörlerin tasarım ve mimarileri, gemi sevk ve yönetimindeki bu gereksinimlere hazırlanmayı sağlamak üzere yeterli teknoloji, en yüksek performans hedefine ulaştırma, test etme, emniyetli seyir, görsel ve algı yeterliliği yönlerinden gerçek koşullara en uygun nitelikleri taşımaktadır.

2. Pîrî Reis Üniversitesi Simülâtörleri

Bu bölümde, Pîrî Reis Üniversitesi Simülâtör Merkezinin planlama, gerçekleştirilme aşamaları sıralanmış, izleyen içerikte Simülâtör Merkezini oluşturan bileşenler ve kullanım biçimleri açıklanmıştır.

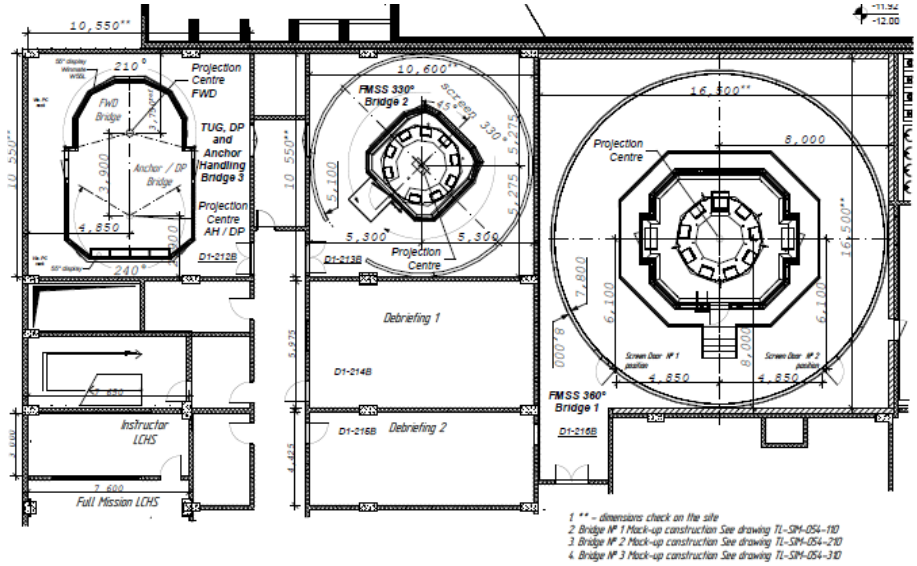
2.1. Planlama ve Gerçekleştirilme Aşamaları

2.1.1. Birinci Aşama

Pîrî Reis Üniversitesindeki simülâtörler grubu, başlangıç aşamasından itibaren yukarıda sayılan gereksinim ve hedeflere yönelik tasarım, işlevsellik, ekonomi ve verimlilik esaslarına uygun olarak planlamaya alınmıştır. Planlama, inceleme ve karar aşaması üç yıldan fazla bir zamana yayılmış, envanterde mevcut simülâtör uygulama, eğitim, arıza, verimlilik, ekonomi, eğitilecek kitlenin sayısal durumu, ihtiyaç duyulan alan yüzölçümü ve temel özellikler ayrıntılarıyla dikkate alınmış, uygulamalardan çıkarılan dersler, öğretim teknikleriyle simülâtörlerin uyum konusu analiz edilmiş; yurt dışındaki benzer simülâtör uygulama ortamları incelenerek ortaya konulacak sistemin yapısı biçimlendirilmeye çalışılmıştır. Simülâtör eğitiminde, özel ihtisasa sahip, denizde görev yapmış ehliyetli eğitimcilerle gerektirir. Pîrî Reis Üniversitesinde nitelikli ve uluslararası sertifikalı 41 simülâtör eğitimcinin bulunması, bu aşamada sistemin geniş kapasiteli olarak planlanmasında önemli rol oynamıştır.

2.1.2. İkinci Aşama

İkinci aşamada, yukarıdaki bileşenler dikkate alınarak yeterli teknik altyapıyı sağlayacak fiziksel yapı üzerinde çalışılmaya başlanmış, simülâtör grubunun yer alacağı bina ortamı mimari bakış açısıyla, sayılan gereksinimlere uygun biçimde planlanmıştır. Yerleştirilecek simülâtör tip ve sayılarına bağlı olarak tahsisli binanın iki katına yayılan toplam 1800 metre karelik bir alan esas alınmıştır (bk. Şekil 1).



Şekil 1. PRÜ Simülör Merkezinin Genel Yerleşimi

2.1.3 Üçüncü Aşama

Üçüncü aşama, üretici firma tercihinin gerçekleştirildiği aşamadır. Temel tercih incelemeleri yaklaşık altı aylık bir süreci kapsamıştır.

2.1.4 Dördüncü Aşama

Dördüncü aşama, en kritik tercihlerin tartışılarak karar verilmesi aşamasıdır. Başlangıcında, kısmen üçüncü aşama ile bazı noktalarda iç içe gerçekleşen bir süreçten bahsedilebilir. Donanım temin ve yerleştirilmesine yön verecek temel tercihlerden biri, özellikle köprüüstü simülörlerinden biri veya birkaçını hareketli platform üzerine oturtmak veya sabit platform üzerine monte etmektir. Dünyadaki benzerleri incelendiğinde, hareketli platform özelliğinin (grup hâlindeki bireylerin gelişigüzel önceden belli olmayan yer değiştirme gereksinimleri nedeniyle), karmaşık matematiksel modellemelere ihtiyaç duyması, buna bağlı olarak maliyet - etkinlik değerlendirmelerinin verimsiz sonuçlar ortaya koyması, hantal donanımsal yapıların sık arıza yapmaları nedenleriyle çeşitli ülkelerde gözlemlendiği üzere etkili kullanılmamaları gibi inceleme bilgileri dikkate alınarak hareketli platformlar tercih dışında bırakılmıştır. Aslında, gözün görme alanı ve insan fizyolojik yapısının denge unsurlarından olan kulak sıvısının müşterek etkileşimleri, çok etkili bir algı ortamı yaratmaktadır. Bu algı nedeniyle

kullanıcı, kendisini hareketli bir zeminde hissetmektedir. Böylece, sabit platformlardaki görsel etkileşimin yarattığı gerçekçi algı, hareketli platform kullanılmasına gerek duyurmamaktadır.

Bilgisayar üniteleri ve bütünleşme, diğer bir deyişle entegrasyon birimlerinin yerel yerleşimini içeren klasik donanım düzeneği mi, yoksa yeni ve bu ölçekte bir simülâtör yönetimi kapsamında denenmemiş özgün, bulut tabanlı yepyeni bir yaklaşım mı olacağı, diğer karar seçeneklerinden birini oluşturmuştur. Simülâtör Merkezinin hizmete girme aşamasında, çok hızlı ilerleyen teknolojik gelişmelerinin gerisinde kalmamak, yatırımın geleceği bakımından önem taşımakta idi. Firma ilgilileriyle birlikte yürütülen bir süreçte bulut tabanlı sistemin gerçekleştirilebileceği kararına varılmış ve çalışmalara başlanmıştır.

2.1.5 Beşinci Aşama

İki yıla yakın bir süre alan montaj, devreye alma, deneme, iyileştirme ve kontrolü içeren beşinci ve son aşama, bugün gelinen noktaya ulaşma aşaması olmuştur.

2.2 Piri Reis Üniversitesi Simülâtörlerinin Nitelik ve İşlevleri

Genel süreç aşamalarının içeriğinde hassas bir yer tutan teknik altyapıda vurgulanması gereken önemli bileşenler şöyle sıralanabilir: 378 bilgisayar, 16 sunucu, 38 projeksiyon (yansıtım) aygıtı, çoğu dokunmatik ve değişik büyüklüklerde 422 görüntü birimi (monitör), 19 ağ ünitesi, her simülâtör ortamı için gerekli (toplam) 150 özel donanım. Özel donanımlardan bazıları, gerçek gemi kullanma, kumanda, mevki koyma, haberleşme konsol ve aygıtları, makine kontrol ve elektrik panelleri olarak sayılabilir. Entegrasyon ve bulut tabanlı bir sistemin temel alındığı ortamda sunucuları tek merkezde toplamanın, görselliği önde tutan (17 ayrı tip simülâtör içeren) bir simülasyon sisteminde grafik işlemci biriminin güncel anlamda en yüksek performansa sahip olması ve güçlü, aynı zamanda da yüksek nitelikli bir ağ yapısının öncelik taşınması yadsınamaz zorunluluklardır.

Bilginin bulut tabanlı merkezden en uç noktalara kesintisiz ve kaliteli düzeyde ulaştırılması, simülâtörler sisteminin sürdürülebilirliğinde birincil önemdedir. Bu çerçevede, 30 yapısal düzenleme (konfigürasyon) kullanılmıştır. Bulut tabanlı sistemin tercih edilmesi, teknik avantajların yanı sıra, hatırı sayılır miktarda ekonomik tasarruf da sağlamıştır (bk. Şekil 2).

<u>Sanallaştırma ile Klasik Bilgisayar Düzenegi Arasındaki Ekonomik Fark: (Örnek Hesaplama)</u>		
Klasik Bilgisayar Düzenegi Maliyeti:		
Saatlik Harcama	237 Kw	59,25 TL
Günlük (8 saat)	1896 Kw	474 TL
Aylık (22 gün)	41.712Kw	10.428 TL
Yıllık	500.544Kw	125.136 TL
Sanal Düzenek Maliyeti:		
Saatlik Harcama	88,3 Kw	22,07 TL
Günlük (8 saat)	706,4 Kw	176,6 TL
Aylık (22 gün)	15.540 Kw	3.885 TL
Yıllık	186480 Kw	46.620 TL
Düzenekler Arasındaki Yıllık Fark:		78.516 TL

Şekil 2. Bulut Tabanlı Sistemin Sağladığı Ekonomik Kazanç (Şekil 2’de yer alan hesaplama değerleri, örnekleme için rastgele seçilmiş olup, gerçek durumu yansıtmamaktadır.)

Bulut tabanlı sistem ve entegrasyon, Üniversitemizin simülör sisteminin birbirini tamamlayan temel niteliklerindedir. Bu sayede belirli bir gemi modelini, hem güverte hem de makine simülör ortamlarında aynı anda kullanabilmek, merkezi kontrol ünitesinden yönetim ve kontrolünü sağlayabilmek mümkün olmaktadır. Mevcut teknik altyapı ve fiziksel simülörler ortamı sayesinde, aynı anda diğer simülörler de çalıştırılabilmekte, böylece eğitim ortamı nicelik bakımından da hatırı sayılır bir ölçüğe ulaştırılabilmektedir. Bu olanaklar sayesinde, Simülör Merkezinde bulunan simülörler ve dersaneler aynı anda 200 öğrenciyi kapsayabilmektedir. Simülör Merkezi bu hâliyle, benzerleri arasında ayrıcalıklı bir kapasiteye sahip durumdadır.

Simülör Merkezinde bulunan simülörler; 2 adet (360 ve 330 derece görüş alanına sahip) Köprüüstü Gemi Kullanma Tam Görev Simülörü, 1 adet (270 derece görüş alanına sahip Römorkör, Dinamik Mevki Muhafaza, Demirleme) Köprüüstü Simülörü (aynı zamanda Yatçılık ve Balıkçılık Simülörü işlevlerini de içermektedir.), Makine Dairesi Tam Görev Simülörü, Sıvı Yük Elleçleme Tam Görev Simülörü, Gemi Trafik Yönetim Sistemi Simülörü, 4 adet İkincil Seyir Köprüüstü simülörü, hareketli platforma sahip Vinç Tam Görev Simülörü, Küresel Deniz Tehlike ve Emniyet Sistemi (GMDSS) Tam Görev Simülörü ve 4 adet Simülör birimi, Gemi, Tersane ve Liman

Modelleme Simülâtörü, simülâtörlere ait yerel kontrol merkezleri ve Simülâtör Eğitim Yönetim Merkezi.

Bireysel simülâtör birimlerini de içeren; Çok İşlevli (NTPRO, Radar, ARPA, ECDIS) Dershane, Çok İşlevli, Sıvı Yük Elleçleme ve Olası Kaza Benzetim Kontrol ve Değerlendirme Sistemi Dershanesi, 2 adet Makine Dairesi Simülâtörü Bireysel Dershanesi, GMDSS Dershanesi, 2 adet Bilgilendirme / Değerlendirme Toplantı Odası, Simülâtör Merkezinin kapsadığı diğer eğitim ortamlarıdır. Dershaneler, sahip oldukları olanak ve yetenekleriyle, basitten en gelişmişine çeşitli düzeylerde eğitimleri, görsel ve mekaniksel aygıtların desteğiyle uygulanmasına ve büyük simülâtörlerde gerçekleştirilecek eğitim uygulama ve senaryolarının ön çalışma ve provalarına ortam sağlamaktadır.

Sayılan bütün birimler, bulut tabanlı sistemden yönetilmektedir.

Mevcut simülasyon sisteminin kaynak kodlarına, kontrollü olarak müdahale edilebilmekte, bu olanak sayesinde bilimsel çalışmalara ortam yaratılabilmektedir. Bu kapsamda, kısmi bir örnek vermek gerekirse, Gemi, Tersane ve Liman Modelleme Simülâtöründe geliştirilen gemi modelleri sisteme entegre edilebilmekte, tasarım ve yapısal özellikleri diğer simülâtörlerde denenebilmektedir.

Simülâtör Merkezinin simülâtör ve dershanelerden oluşan bütünleşik yapısı; sınırlı uygulamalar ve çok amaçlı, çok işlevli uygulamaların, etkileşimli, gerçek zamanlı ve üç boyutlu ortamlarında, görsel, işitsel, dokunsal, mekaniksel özellikler ile çevresel etkilerin ideal bir bileşkesini sergilemektedir.

Simülâtör uygulamalarında; gemiler arasındaki, gemilerle limanlar arasındaki ilişkiler, manevra, haberleşme, harita ve radar eğitimi, buzda seyir, değişik meteorolojik koşullarda, gündüz ve gece yapılan acil manevralar, ihtisasa yönelik özel manevralar, 50 değişik gemi modeli, 50 deniz coğrafya alanı, 3000 değişik tipte destekleyici gemi ve obje kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Gemi modelleri, coğrafya alanları, obje ve destekleyici gemiler istenildiği sayı ve özellikte artırılabilir, sisteme dahil edilebilmektedir.

3. Sonuç

Simülatörlerdeki bütün uygulama ve eğitimler, önceden hazırlanan senaryolara göre yapılmaktadır. Eğitimler tarafından, yönetim, operasyon ve destek düzeylerine göre hazırlanan senaryolar, kullanıcı, takım çalışması, usuller, idame, haberleşme, arıza giderme, özel faaliyetler, vardiya görevleri eğitimlerini kapsamaktadır. Bütün eğitimler, STCW (Uluslararası Gemiadamları Eğitim, Belgelendirme ve Vardiya Tutma Standartları Sözleşmesi) esaslarına uygun olarak gerçekleştirilmektedir.

Senaryoya dayalı eğitimler, uygulama sırasında simülatörün kullanımına bağlı olarak, eğitimler tarafından eğitim bitiminde ölçme ve değerlendirmeye tabi tutulur. Ölçme ve değerlendirmede, simülatör sistemine otomatik kaydı yapılan uygulama bilgilerinin yeniden gözden geçirilme olanağı ve yine sistem tarafından sağlanan eğitim geliştirme ve değerlendirme gömülü uygulaması, eğitimcilere önemli destek sağlamaktadır.

2016-2017 Eğitim döneminde, toplam 1560 saat simülatör uygulama eğitimi gerçekleştirilmiştir. Bu süre, günde sekiz saatlik standart eğitim esas alındığında, 195 eğitim gününe eşdeğerdir.

PRÜ simülatörleri, mevcut olanak, yetenek, fiziksel kapasite ve bulut tabanlı sistemiyle Türkiye’de ilk sırada, Avrupa’daki simülatör emsalleri arasında ilk üç simülatör merkezi içinde yer almakta, dünyada da sayılı simülatör sistemlerinden biri olarak sınıflandırılabilir.

Simülatör Merkezinin mevcut yapısal özelliklerini bütünleyecek şekilde Piri Reis Üniversitesinde 41 nitelikli ve uluslararası sertifikalı simülatör eğitmeninin bulunması, Simülatör Merkezini işlevsellik bakımından hem Ülkemizde hem de Avrupa’da ayrıcalıklı bir konuma yerleştirmektedir.

Açıklama:

Bu bildiri içeriği, Kaynakça kısmında belirtilen çeşitli toplantı ve konferanslarda yaptığım konuşmalar, sunduğum bildirimler, verdiğim röportajlar ve edindiğim mesleki birikimlerden yararlanarak oluşturulmuştur.

Kaynakça

- [1] Güllapoğlu, A. C. (1999-2002). 1999-2002 yılları arasında Dz.K.K.lığında, Donanma K.lığı bağılısı Yıldızlar Suüstü Eğt. Merkezi Komutanı olarak mevcut çeşitli tip ve nitelikteki simülatörlerin, (2008-2017) yılları arasında Pîrî Reis Üniversitesi Simülatörler Koordinatörü olarak simülatörlerin ve simülasyon sistemlerinin yönetim, kullanım, düzenek, eğitim ve proje kapsamında edinilmiş kişisel bilgi ve deneyim birikimi, ulusal ve uluslararası katılımcılara simülatör destekli eğitimler.
- [2] Güllapoğlu, A. C. (2001). Deniz Taktik Okullar (Türkiye) (Simülatör konu ağırlıklı) Toplantısı Başkanlığı.
- [3] Güllapoğlu, A. C. (2002). Deniz Taktik Okullar (ABD) (Simülatör konu ağırlıklı) Toplantısı katılımı.
- [4] Güllapoğlu, A. Celalettin (2009) TÜDEV'in Simülatörleri, *Deniz Ticareti Dergisi*, sayı Ocak 2009, 14-16.
- [5] Güllapoğlu, A. C. (2013). Sanal Gerçeklik (mülakat). *T3 Teknoloji Dergisi*, sayı Temmuz-Ağustos 2013, 67-69.
- [6] Güllapoğlu, A. C. (2013). 13-20 Temmuz 2013, ABD'de SiMUC (Simulation User Conference) Toplantısında Üniversite Temsilciliği.
- [7] Güllapoğlu, A. C. (19-20 Kasım 2015). Application of flexible supplementary formation – (a refinement approach to operate effectively the ERS software in practical training of the ship machinery). In *ICERS12 (International Conference on Engine Room Simulators)*, Bildiri Kitabı.
- [8] STCW. (2010). Uluslararası Gemiadamları Eğitim, Belgelendirme ve Vardiya Tutma Standartları Sözleşmesi.

**TEKNOLOJİYE YÖN VEREN TÜRK MÜHENDİSLERİNDEN
BEŞİ: FAZIL ERDOĞAN, AHMED CEMAL ERİNGEN,
SADIK KAKAÇ, TURHAN NEJAT VEZİROĞLU VE
LOTFİ ASKER ZADEH**

Yusuf F. GÜLVER*

Uzman, Piri Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul, yfgulver@pirireis.edu.tr

Özet

Bu bildiride, Türkiye’deki birçok mühendislik öğrencisinin hatta mezununun ve hocalık yapan bazı mühendislerin bile bilmediği ancak yaptığı araştırmalar veya geliştirdikleri bilimsel kuramlarla dünya teknolojisine yön vermiş ve topluma faydalı olmuş büyük Türk mühendislerinden/bilimcilerinden beşinin özgeçmiş bilgilerine hem konu tasnifli kronolojik şekilde hem de düz yazı olarak yer verilmiştir. Bu büyük mühendislerden ERDOĞAN’ın mekanik, ERİNGEN’in mühendislik bilimi, KAKAÇ ve VEZİROĞLU’nun enerji, ZADEH’in ise bulanık mantık ve endüstriyel uygulamaları alanında çığır açan çalışmaları yer almaktadır.

Anahtar Sözcükler: Erdoğan, F. , Eringen, A. C. , Kakaç, S. , Veziroğlu, T. J., Zadeh, L. A., Türk mühendisleri.

1. Giriş

Teknolojiye yön veren dolayısıyla teknolojinin en ileri olduğu ülkelere baktığımızda, her millettten zeki ve çalışkan gençlerin (öğrenci ve araştırma-

* ERDOĞAN’ın öncülüğünü yapmış olduğu "işlevsel derecelendirilmiş malzemelerin temas mekaniği" ile ilgili bir konuda makine mühendisliği dalında mastırını yapmış, lisansüstü eğitimi esnasında ZADEH’in geliştirdiği ve öncülüğünü yapmış olduğu "bulanık mantık" konusunda ders almış, KAKAÇ ile aynı Üniversitede (TOBB ETÜ, 2008-10) bulunmuş ve onu doğrudan dinleme fırsatı bulmuştur. Hâlihazırda doktora başlamış olan yazar, ERİNGEN’in geliştirdiği "yerel olmayan sürekli ortam mekaniği" alanına da ilgi duymaktadır.

cıların) bir araya getirilip, onlara özgür bir çalışma ortamı ve geniş imkânlar sunulduğunu görmekteyiz. Bu gençler arasında, 1925 Kars doğumlu olup 1948'de İTÜ Makine Mühendisliği'nden mezun olan Fazıl ERDOĞAN (vefat 2015), 1921 Kayseri doğumlu olup 1943'te Yüksek Mühendis Mektebi'nin (sonradan İTÜ) Makine ve Tayyare Bölümü'nden mezun olan Ahmet Cemal ERİNGEN (vefat 2009), 1932 Çorum doğumlu olup 1955'te İTÜ Makine Mühendisliği'nden mezun olan Sadık KAKAÇ, 1924 İstanbul doğumlu olup 1946'da Londra Ü. Makine Mühendisliği'nden mezun olan Turhan Nejat VEZİROĞLU ve 1921 Bakü doğumlu olup 1942'de Tahran Ü. Elektrik Mühendisliği Bölümünden mezun olan Lütfi Ali-Asker ZADE (sonradan Lotfi A. ZADEH, vefat 2017) de yer almaktadır. Gittikleri ülkede kendilerine geniş imkânlar sunulan bu gençlerden ilerleyen yıllarda ERDOĞAN'ın mekanik, ERİNGEN'in mühendislik bilimi alanında, KAKAÇ ve VEZİROĞLU'nun enerji alanında ZADEH'in ise bulanık mantık ve endüstriyel uygulamaları alanında teknolojiye yön veren çalışmalar yaptığını görmekteyiz. Başarılarını neticesinde birçok ödüle layık görülen bu öncü mühendislerden kimisi Nobeleye aday gösterilmiş, kimisi adına altın başarı madalyaları verilmekte, kimisinin konferans açılış konuşmalarında söylediği bir cümlenin ardından yüzlerce araştırmacının araştırma yapacağı yeni dallar oluşmuştur.

İkinci kısımda, bu beş öncü mühendis hakkında özgeçmiş bilgileri verilmiştir. Verilen bilgiler, doğrudan kendi yazdıkları özgeçmişlerden, haklarında yazılan kitap ve makalelerden, ilgili internet sayfalarından veya onları tanıyan öğrenci ve arkadaşlarının sözlerinden derlenerek oluşturulmuştur. Özgeçmiş bilgilerinin dışında, çeşitli yazı veya röportajlarında yapmış oldukları tavsiyelere, haklarındaki anekdotlara da ulaşılabilen kaynaklar dâhilinde yer vermeye çalışılmıştır. Kaynak seçiminde, doğrudan olmayan bilgi kaynaklarının resmî olmasına mümkün meretebe dikkat edilmiş ve bilgiler farklı kaynaklardan kontrol edilerek yazılmıştır. Özgeçmişler, hem düz metin olarak hem de okuyucunun ilgilendiği kısma hızlıca erişebilmesi için tablolarda konu tasnifli kronolojik listeler hâlinde verilmiştir. Tablolarda listelenerek verilmiş özgeçmişlerde, çalışma alanları kolay anlaşılması açısından genelden özele doğru "en genel, genel, özel" olarak tasnif edilerek yazılmıştır (çalışma alanı tasnifinde evrensel kabul görmüş bir standart olmadığından dolayı farklı kaynaklarda farklı çalışma alanlarının yazıldığı da görülmüştür). Akademik yayınlarına ait bibliometrik bilgiler ise "Harzing's Publish or Perish" programı kullanılarak

"Google Scholar" üzerinden (23.X.2017) elde edilmiş ve kısmen tablolarda listelenmiştir.

Bildirinin son kısmı olan üçüncü kısımda ise sınırlı alanda özetlemeye çalışılan beş öncü mühendisin hayatlarının ortak yanları öğrenci ve araştırmacılara örnek olması açısından listelenerek verilmiştir.

2. Kısa Özgeçmişler

2.1. Fazıl ERDOĞAN (1925-2015)

Fazıl ERDOĞAN'ın özgeçmişine ait bilgilere, internette yer alan Lehigh Üniversitesi, seçkin mezunlar sayfasında [12], onuruna düzenlenen etkinliklere ilişkin haber sayfası [21] ve dergi makalesinde [23] ya da vefat etiketinden sonraki anma yazılarında [17, 22] rastlanmıştır. Ayrıca, lisansüstünde kendisinden ders almış iki öğrencisi (M. A. Güler ve M. Şahin) ile de görüşülerek "hocalarını nasıl hatırladıkları" hakkında bilgi alınmıştır.

1925 Kars doğumlu olan ERDOĞAN Makine Mühendisliği alanında lisans ve yüksek lisans eğitimini İstanbul Teknik Üniversitesi'nde doktora eğitimini ise ABD Lehigh Üniversitesi'nde tamamlamıştır.

Doktora sonrası öğretim üyeliğine başlayan ERDOĞAN, Lehigh Üniversitesi Makine Mühendisliği ve Mekanik Bölümü Başkanlığı, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Koleji Dekanlığı gibi idari işlerde de görev yaptıktan sonra kıdemli profesör olarak 2001'de emekli olmuştur.

Çalışma konuları, genel olarak, kırılma ve temas mekaniği ile uygulamalı matematik olan ERDOĞAN, özel olarak, basınçlı kaplar, borularda kırılma mekaniği ve malzeme arayüzey davranışı; türdeş olmayan ve işlevsel derecelendirilmiş ortamların karışık sınır değer problemleri alanlarında öncü çalışmalar yapmıştır. 200'den fazla makale yayınlayan ERDOĞAN'ın en yüksek atfı alan çalışması P. C. Paris ile yaptığı "Çatlak İlerleyiş Yasalarının Kritik Analizi" başlıklı çalışmasıdır (1963, Temel Mühendislik Dergisi). O çalışmada, kapsamlı yorulma deney sonuçlarından hareketle değişken yük altındaki malzemedeki çatlak gelişim oranının gerilme şiddeti ile bağıntısını tespit etmişlerdir [20]. Tespit edilen bu bağıntıya literatürde **Paris-Erdogan Yasası** (bazen sadece Paris Yasası da) denmektedir. ERDOĞAN'ın ikinci sırada yüksek atfı aldığı çalışma ise G. C. Sih ile yaptığı "Düzlem ve Enine Kayma Yükleri

Altındaki Plakada Çatlak Uzaması Üzerine" başlıklı çalışmasıdır (1963, Temel Mühendislik Dergisi). Üçüncüsü ise doktora öğrencisi G. D. Gupta ile yaptığı "Tekil Tümlev (İntegral) Denklemlerin Sayısal Çözümleri Üzerine" adlı çalışmasıdır (1972, Üçaylık Uygulamalı Matematik Dergisi) (23.X.2017 tarihi itibariyle Harzing's Publish or Perish, Google Scholar'a göre, bk. Tablo 1b).

1982'den başlayarak 2001'deki emekliliğine kadar kendisine birçok araştırma ödülü tevdi edilmiş olan ERDOĞAN, lisansüstü öğrencilere mükemmel danışmanlık yaptığından ötürü Hillman Öğretim Üyesi ödülüne de layık görülmüştür (1993). Ödülleri arasında 1993 senesinde aldığı Amerikan Mühendislik Bilimi Birliği'nin A. C. Eringen Madalyası ve Alman nobeli olarak da adlandırılan [25] von Humboldt Kıdemli Bilimci Ödülü de yer almaktadır.


Henüz hayattayken, Lehigh Üniversitesi'nde şerefine bir sempozyum (1998), Honolulu-Hawaii'de bir konferans (2006) düzenlenmiş ve Amerikan Uygulamalı Mekanik Dergisinde bir sayı çıkarılmıştır.

Yaptığı projelerle NASA, NSF gibi devlet kurumlarından bir milyon dolardan fazla teşvik ve bütçe alan ERDOĞAN, bu projelerdeki araştırma işleri ve verdiği lisansüstü dersleri ile kırktan fazla öğrencisinin doktora derecesi alarak yetişmesine vesile olmuştur.

ERDOĞAN, bilim-eğitim çalışmalarının dışında, çeşitli hobilerle de uğraşmıştır. Seyahat eder, kitap okur, kayak sporu ile uğraşır ve çoğunlukla da torunları ile zaman geçirmeyi severmiş.

Lisansüstü eğitimleri sırasında kendisinden ders almış veya birlikte araştırma yapmış mekanikçilerden M. A. Güler ve M. Şahin tarafından ERDOĞAN, bir yandan hoca ve araştırmacı olarak **matematiğe derinlemesine vakıf, sakin, sabırlı, çok titiz inceleme/araştırma yapan, çalışkan** biri, öte yandan da misafirine çay yapma inceliğinde bulunabilecek kadar **mütevazı ve misafirperver** biri olarak nitelendirilmektedir (20 Eylül 2017, Ankara).

Tablo 1a. F. Erdoğan'ın Kısa Özgeçmişi

	<p>Fazıl ERDOĞAN</p> <p>Doğum Tarihi ve Yeri: 1925, Kars-Türkiye.</p> <p>Eğitimi (Lisanstan itibaren)</p> <ul style="list-style-type: none">• Lisans (B.S.), Makine Müh.liği B., İTÜ, İstanbul.• Yüksek Lisans (M.S.), Makine Müh.liği B., İTÜ, İstanbul, 1948.• Doktora (Ph.D.), Makine Müh.liği B., Lehigh Üniv., Bethlehem-Pensilvanya-ABD, 1952-1955. <p>Vefat Tarihi ve Yeri: 2 Ekim 2015, Bethlehem-Pensilvanya.</p>
<p>Çalışma Alanları</p>	
<ul style="list-style-type: none">• En Genel: Mekanik.• Genel Olarak: Kırılma mekaniği (matematiksel ve deneysel), temas mekaniği, uygulamalı matematik.• Özel Olarak: Basıncılı kaplar, borularda kırılma mekaniği ve malzeme arayüzey davranışı; türdeş olmayan ve işlevsel derecelendirilmiş ortamların karışık sınırlı değer problemleri (öncü çalışmalar).	
<p>Kariyeri (İş Tecrübesi)</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Profesör, Makine Müh. ve Mekanik B., Lehigh Üniv., ABD, 1957-2001.• Bölüm Başkanı, Makine Müh. ve Mekanik B, Lehigh Üniv., ABD, 1957-1990'ların sonu.• Muvakkat Dekan, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Koleji, Lehigh Üniv., ABD, 1990'ların sonu-2001.• Kıdemli (Emeritus) Profesör, Makine Müh. ve Mekanik B., Lehigh Üniv., ABD, 2001-2015.	
<p>Ödül ve Başarıları</p>	
<ul style="list-style-type: none">• "Eleanor ve Joseph F. Libsch Araştırma Ödülü," 1982 (akademik mükemmellik, ilgili alanda Üniversitenin ünlenmesi, önemli araştırma başarısı sayesinde).• Alexander von Humboldt Vakfı Kıdemli Bilimci Ödülü, 1983. (Ayrıca 1997'de Ödül sahiplerine tanınan Araştırma Ziyareti teşviği* almıştır.)	

* İnternette yer alan İngilizce özgeçmişlerde, ödül sahiplerine tanınan Araştırma Ziyareti teşviğinden yanlışlıkla ikinci ödül olarak bahsedilmektedir (Vakıf personeli K. Fleck ile e-posta yazışması, 25 Temmuz 2018).

- "Hillman Öğretim Üyesi" ödülü, 1993 (lisansüstü öğrencilere danışmanlıkta mükemmellik sayesinde).
- A. C. Eringen Madalyası, Amerikan Mühendislik Bilimi Birliği, 1993.
- Ulusal Mühendislik Akademisi Üyeliği, 1997.
- Lehigh Üniv.'nde Yapılan "Mekanik ve Uygulamalı Matematikteki Problemler" adlı sempozyumda, Amerika, Avrupa ve Japonya'dan 40 araştırmacının (çoğunluğu zamanında kendi danışmanlığında yetişmiş öğrenciler) huzurunda yöneticiler tarafından onurlandırılması, 1998.
- "G. Whitney Snyder Kıdemli Profesörü" ödülü, 2001.
- Honolulu-Hawaii'de Prof. Fazıl Erdoğan'ın şerefine "Çokölçekli ve İşlevsel Derecelendirilmiş Malzemeler" adlı bir uluslararası konferansın düzenlenmesi, 2006.
- Amerikan Uygulamalı Mekanik Dergisi'nde "Prof. Fazıl Erdoğan'ın türdeş olmayan ve işlevsel derecelendirilmiş malzemelerin karışık sınır değer problemlerine katkıları" şerefine bir sayı, Eylül 2008.
- NASA, Amerikan Ulusal Bilim Kurumu (NSF) gibi kurumlardan toplamda 1,200,000 \$'ın üstünde proje teşvik ve bütçesi almıştır.
- Türk Mühendislik ve Çevre Bilimleri Dergisi Danışma Kurulu Üyeliği.
- Amerikan Makine Mühendisleri Birliği (ASME) Üyeliği.
- Lehigh Sigma-Xi, Bilimsel Araştırma Birliği Üyeliği.
- DuPont Co.'da Araştırmacı Bilimci.
- Alman ve Danimarka Üniversitelerinde Ziyaretçi Profesör.
- 40'tan fazla öğrencisi doktora derecesi kazanmıştır (bunlar arasında Türkiye'den de birçok öğrenci vardır).

Bilimsel Yayınları

200'den fazla makalesi vardır.

Hobileri

Seyahat etmek, okumak, kayak yapmak, torunları ile zaman geçirmek (çoğunlukla).

Ailevi Durumu

Eşi Barbara ile birlikte iki çocuk (Ann Tracy, Turan) ve sekiz torun yetiştirmiştir.

Tablo 1b. F. Erdoğan'ın En Çok Atf Alan Akademik Yayınlarından Örnekler
(Harzing's Publish or Perish, Google Scholar, 23.X.2017)

Cites	Per year	Authors	Title	Year	Publication
h 5559	102.94*	PC Paris, F Erdogan	A critical analysis of crack propagation laws	1963	
h 4158	77.00*	F Erdogan, GC Sih	On the crack extension in plates under plane loading and trans...	1963	Journal of basic ...
h 1157	25.71*	F Erdogan, GD Gupta	On the numerical solution of singular integral equations	1972	Quarterly of Applied mathem...
h 940	21.36*	F Erdogan, GD Gupta, TS C...	Numerical solution of singular integral equations	1973	Methods of analysis and solu...
h 742	14.27*	F Erdogan	Stress distribution in bonded dissimilar materials with cracks	1965	Journal of Applied Mechanics
h 729	21.44*	F Delale, F Erdogan	The crack problem for a nonhomogeneous plane	1983	J. Appl. Mech
h 636	14.13*	TS Cook, F Erdogan	Stresses in bonded materials with a crack perpendicular to the L...	1972	International Journal of Engl...
h 596	12.96*	VL Hein, F Erdogan	Stress singularities in a two-material wedge	1971	International Journal of Fract...
h 586	26.64*	F Erdogan	Fracture mechanics of functionally graded materials	1995	Composites Engineering
h 432	7.85	GC Sih, PC Paris, F Erdogan	Crack-tip, stress-intensity factors for plane extension and plate...	1962	Journal of ...

2.2. Ahmed Cemal ERİNGEN

Ahmed Cemal ERİNGEN'in özgeçmişine ait bilgilere, dergi yazıları, kitap veya ilgili kurumların internet sayfalarından erişilmiştir. Dergi yazıları, ERİNGEN'in çıkardığı Uluslararası Mühendislik Bilimi Dergisinde [8] yayınlanmış doğum yıldönümü anısına çıkan özel kutlama sayısı yazıları veya vefatının ardından yazılmış anma yazılarından oluşmaktadır. Bu yazılardan ikisi ERİNGEN henüz hayatta iken 60. doğum yıldönümü için G. A. Maugin tarafından kaleme alınmış 1982'de yayınlanmış olan "Eringen ve Mühendislik Bilimi" adlı yazı [14] ve C. G. Speziale tarafından 70. doğum yıldönümü için kaleme alınan 1992'de çıkan özel sayıda yayınlanmış olan "İthaf" yazısıdır [28]. 2011'de vefatının ardından ise, G. A. Maugin tarafından kaleme alınan "A. C. Eringen (1921–2009): Mühendislik Bilimine Adanmış Bir Yaşam" adlı [15] ve aynı yazının devamında J. D. Lee ve G. A. Maugin'in birlikte editörlüğünü yaptıkları "A. Cemal Eringen'in Yayınları" adlı [11] anma yazıları yayınlanmıştır. Diğer yararlanılan kaynaklar ise kendisi de mühendislik bilimcisi olan Dr. O. A. Bég'in 2003'te yazdığı "Mühendislik Biliminin Devleri" adlı kitap [1] ve ERİNGEN'in kurucusu olduğu Mühendislik Bilimi Birliğinin internet sayfasıdır [27].

15 Şubat 1921 Kayseri doğumlu olan ERİNGEN, Yüksek Mühendis Mektebi (sonradan İTÜ) Makine ve Tayyare Bölümünü bitirdikten sonra (1943) bir süre mesleki tecrübe edinmiş (1943-1944, 45-46, THK Uçak Fabrikası gibi) ve gittiği Brooklyn Politeknik Enstitüsü Uygulamalı Mekanik Bölümünde bir sene gibi rekor bir sürede doktorasını tamamlamıştır (1947-1948).

ERİNGEN "Fizik, matematik, kimya ve biyolojinin mühendislik problemlerinin çözümüne uygulanması" olarak tanımladığı Mühendislik Bilimi alanının dünyadaki ilk öncülerindendir [1]. 1963 yılında Amerika'da Mühendislik Bilimi Birliği'ni kurmuş ve 11 sene başkanlığını yapmıştır (ondan sonra gelenler birer yıl başkanlık yapmıştır). ERİNGEN'in kurduğu bu birlik 1975'te "Eringen

Madalyası" çıkarmış ve her yıl mühendislik biliminde sürdürülebilir olağanüstü başarılar gösterenlere tevdi etmeye başlamıştır. Bu madalyanın ilki ERİNGEN'e tevdi edilmiş olup, kendisine madalya tevdi edilen diğer Türk mühendisler arasında L. A. ZADEH (1976) ve F. ERDOĞAN (1993) da yer almaktadır.

ERİNGEN hakkında yazı yazarlar arasında onu "Mühendislik Biliminin babası" [1] ve "Mühendislik Bilimcilerinin Abidesi (veya **Mükemmel Mühendislik Bilimcisi**)" [15] olarak tanımlamaktadırlar. Bunların dışında ERİNGEN'in meşhur eğitimciliğine/öğreticiliğine, üretken yazarlığına ve, öğrenci ve çalıştığı araştırmacıları kendi ailesindenmiş gibi hissettiren düzeyde insani değerlere sahip (umumi çekişmelere girmeyen ve öğrenci, arkadaş ve ziyaretçilerine çok nezaketli davranan) biri olduğuna vurgu yapılarak bu değerlerin cazibesine kapılıp gelen öğrencilerden 50 doktora ve mastır öğrencisi yetiştirdiği belirtilmektedir (1992'ye kadar 35 doktora, 15 mastır öğrencisi) [15, 28].


ERİNGEN, Mühendislik Biliminin geniş kapsamlı çalışma alanlarının hemen hepsinde birçok öncü çalışma yapmıştır. Genel olarak kuramsal ve uygulamalı mekaniğin klasik alanları, sürekli ortam fiziği, uygulamalı matematik ve biyomekanik alanında [15]; özel olarak da yerel olmayan ve mikropolar kuramlar, elastik katılar, ağdalı (viskoz) akışkanlar, viskoelastisite, elektromanyetik ve kimyasal tepki gösteren ortamlar, göreceli sürekli ortam mekaniği gibi konular üzerinde yoğunlaşmıştır [28].

Çok üretken bir yazar olan ERİNGEN ardından 23 kitap (bunlardan 10 tanesi editör olduğu veya katkı sağladığı kitaptır), 228 makale, 58 teknik rapor (Genel Teknoloji Firması tarafından basılan) bırakmıştır. Bunların dışında 13 tane teknik olmayan kitap veya makalesi de bulunmaktadır. Yayınlanan ilk çalışması, Türkçe olup, 1937 yılında Erzurum İl Matbaasında basılan "Pembe Zambak" adlı bir şiir kitabıdır [11].

Yüzlerce bilimsel yayın yapmış ERİNGEN'in en yüksek atıf alan çalışması "Yerel Olmayan Elastisitenin Diferansiyel Denklemleri ve Vida Kusur (Dislokasyon) ve Yüzey Dalgaları Çözümleri Üzerine" adlı makalesidir (1983, Uygulamalı Fizik Dergisi). İkinci sırada yüksek atıf alan çalışması ise "Mikropolar Akışkanlar Kuramı" adlı makalesidir (1966, Matematik ve Mekanik Dergisi). Üçüncüsü ise 2012'de yayınlanan "Mikro Sürekli Ortam Alan Kuramları" adlı kitabıdır (23.X.2017 tarihi itibarıyla Harzing's Publish or Perish, Google Scholar'a göre, bk. Tablo 2b).

G. A. Maugin (2011), ERİNGEN'in 7 Aralık 2009'daki vefatının ardından yazdığı anma yazısını "**ufuk açıcı özgün çalışmaları, tükenmez düzenleme ve bilgi/malumat yayma gayreti ile 60 yıldır mühendislik bilimleri camiasına ERİNGEN gibi görev bilinci yüksek ve iyi hizmet eden ikinci bir kimsenin gelmediğini**" belirterek tamamlamıştır.

Tablo 2a. A. C. Eringen'in Kısa Özgeçmiş

	<p>Ahmed Cemal ERİNGEN</p> <p>Doğum Tarihi ve Yeri: 15 Şubat 1921, Kayseri-Türkiye.</p> <p>Eğitimi (Y. Lisanstan itibaren)</p> <ul style="list-style-type: none">• Yüksek Lisans, Makine ve Tayyare B., Yüksek Mühendis Mektebi (sonradan İTÜ), İstanbul, 1943.• Doktora (Ph.D.), Uygulamalı Mekanik, Brooklyn Politeknik Enstitüsü, New York-ABD, 1947-1948. <p>Vefat Tarihi: 7 Aralık 2009.</p>
<p>Çalışma Alanları</p> <ul style="list-style-type: none">• En Genel Olarak: Mühendislik bilimi.• Genel Olarak: Kuramsal ve uygulamalı mekaniğin klasik alanları, sürekli ortam fiziği, uygulamalı matematik ve biyomekanik.• Özel Olarak: Yerel olmayan ve mikropolar kuramlar, elastik katılar, ağdalı (viskoz) akışkanlar, viskoelastisite, elektromanyetik ve kimyasal tepki gösteren ortamlar ve göreceli sürekli ortam mekaniği.	
<p>Kariyeri (İş Tecrübesi)</p> <p>Akademik</p> <ul style="list-style-type: none">• Araştırma Görevlisi, Brooklyn Politeknik Enstitüsü, New York-ABD, 1946-1948.• Öğretim Üyesi, Mekanik B., Illinois Teknoloji Enstitüsü, Chicago-ABD, 1948-1953.• Doçent, Mühendislik Fakültesi, Purdue Üniversitesi, Indiana-ABD, 1953-1955.• Profesör, Mühendislik Bilimi, Purdue Üniversitesi, Indiana-ABD, 1955-1966.• Mühendislik Bilimi Birliğinin Başkanı, ABD, 1963-1973.• Profesör, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Okulu, Sürekli Ortam Mekaniği Kürsü Başkanı, Princeton Üniversitesi, New Jersey-ABD, 1966-1991.	

- Dekanlıktan emekli, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Okulu, Princeton Üniversitesi, New Jersey-ABD, 1991'den itibaren.

Özel Şirket ve Diğerleri

- Uçak Yapı Mühendisi, THK Uçak Fabrikası -Türkiye, 1943-1944.
- İhtisas, Glenn L. Martin uçak şirketi, ABD, 1944-1945.
- Uçak Yapı Bölümü Müdürü, THK Uçak Fabrikası -Türkiye, 1945-1946.

Ödül ve Başarıları

- Yaklaşık bir yılda doktora derecesi almak (Uygulamalı Mekanik, Brooklyn Politeknik Enstitüsü, New York-ABD, 1947-1948).
- Başarı Sertifikası, Brooklyn Politeknik Enstitüsü, 1957.
- Fevkalade Araştırmacı Ödülü, Sigma-Xi Birliği, 1962-1963.
- Mühendislik Bilimi Birliğinin Kurulması, ABD, 1963
- Uluslararası Mühendislik Bilimi Dergisinin çıkarılması, 1963. (2017 itibariyle derginin etki çarpanı 7'dir yani 2015-2016 yıllarında yayınlanan makale başına 2017 yılında 7'şer atıf yapılmıştır).
- Mükemmel Servis Ödülü, Mühendislik Bilimi Birliği, 1973.
- Minnetarlık Belgesi (iki adet), Mühendislik Bilimi Birliği, 1974.
- Mühendislik bilimi alanında sürdürülebilir olağanüstü başarılar gösterenlere verilmek üzere Mühendislik Bilimi Birliği tarafından çıkarılan madalyaya "Eringen Madalyası" adının verilmesi, 1975. (İlk madalya ERİNGEN'e tevdi edilmiştir).
- Edinburgh Kraliyet Birliği Onursal Üyeliği, 1980.
- Fahri Doktora, Glasgow Üniversitesi, 1981.
- En İyi Mühendislik Bilimcisi, Michigan Teknoloji Üniversitesi, 1983.
- Fevkalade Bilimci Ödülü, Türk Amerikan Bilimciler Birliği (ATAS), 15.II.1992.
- Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) Şeref Üyeliği, 1994.*
- Mühendislik Bilimi Birliğinin yıllık teknik toplantıları kapsamında birçok "A. C. Eringen" sempozyumu düzenlenmiştir (Bunlardan bazıları: Eringen madalyalı ve Nobel ödüllü Pierre-Gilles De Gennes'ye adanmış olanı, Washington Devlet Üniv., 27-30 Eylül 1998; "Yerel Olmayan ve Etkileşimli Ortamlar" başlıklı olanı, Pensilvanya Devlet Üniv., 13-16 Ekim 2002).

* Tarih bilgisi, TÜBA personeli A. Komut ile yapılan e-posta yazışması (10 Eylül 2018) sonucunda elde edilmiştir.

<ul style="list-style-type: none">• Uluslararası Mühendislik Bilimi Dergisi'nde Prof. A. Cemal Eringen'in şerefine birçok özel sayı/makale yayınlanmıştır [60. doğum yıldönümü (cilt 20 sayı 2, 1982), 70. doğum yıldönümü (cilt 30 sayı 10, 1992), 81. doğum yıldönümü (cilt 41 sayı 3-5, 2003), özgeçmiş ve akademik çalışmaları hakkında (cilt 49 sayı 12 sayfa 1281-1293, 2011)].• Birçok üniversite ve etkinlikte davetli konuşmacı olmuş seminer ve dersler vermiştir.• 50 öğrencisi doktora veya mastır derecesi kazanmıştır (35 doktora, 15 mastır).
Yayımları <ul style="list-style-type: none">• 23 kitap (bunlardan 10 tanesi editör olduğu veya katkı sağladığı kitaptır).• 228 makale.• 58 teknik rapor (Genel Teknoloji Firması tarafından basılan).• 13 tane teknik olmayan kitap veya makale.
Hobileri <p>Şiir yazmak, keman çalmak.</p>
Ailevi Durumu <p>Eşi ile birlikte dört kız çocuğu yetiştirmiştir.</p>

Tablo 2b. A. C. Eringen'in En Çok Atıf Alan Akademik Yayınlarından Örnekler (Harzing's Publish or Perish, Google Scholar, 23.X.2017)

Cites	Per year	Authors	Title	Year	Publication
2234	65.71*	AC Eringen	On differential equations of nonlocal elasticity and solutions of screw dislo...	1983	Journal of applied physics
2220	43.53*	AC Eringen	Theory of micropolar fluids	1966	Journal of Mathematics and ...
1674	334.80*	AC Eringen	Microcontinuum field theories: I. Foundations and solids	2012	
1405	37.97*	AC Eringen	Mechanics of continua	1980	Huntington, NY, Robert E. K...
1388	92.53*	AC Eringen	Nonlocal continuum field theories	2002	
1368	30.40*	AC Eringen, DGB Edelen	On nonlocal elasticity	1972	International Journal of Engi...
1247	23.53*	AC Eringen, ES Suhubi	Nonlinear theory of simple micro-elastic solids—I	1964	International Journal of Engi...
1204	240.80*	AC Eringen, GA Maugin	Electrodynamics of continua I: foundations and solid media	2012	
1059	19.25*	AC Eringen	Nonlinear theory of continuous media	1962	
1003	19.67*	AC Eringen	Linear theory of micropolar elasticity	1966	Journal of Mathematics and ...

2.3. Sadık KAKAÇ

Sadık KAKAÇ'ın özgeçmişine ait bilgiler, genelde kendisi ile yapılan görüşme ve yazışmalardan elde edilmiştir (Haziran-Temmuz 2017, Kasım 2018). Ayrıca, editörü olduğu Uluslararası Isı ve Kütle Aktarımı Dergisinde yayınlanan doğum yıldönümü kutlama yazıları [2, 3] ile şeref üyesi olduğu TÜBA tarafından yayınlanan video [32] ve dergi [31] röportajlarından da yararlanılmıştır. Bilgiler, KAKAÇ'ın kontrolünden geçtikten sonra yayınlanmıştır.

Sadık KAKAÇ, 1 Ekim 1932'de Çorum'da Kızılırmak kenarındaki Öteyüz denilen yerde bir bağ evinde dünyaya gelmiştir. Çanakkale'de vatan savunmasına katılmış bir baba, ev işlerini idame ettiren bir anne tarafından yetiştirilen KAKAÇ, Cumhuriyet döneminin ilk nesil öğretmenlerinden temel eğitimi almıştır. KAKAÇ'ın anne ve babası, okuma-yazma bilmemesine rağmen bütün imkânlarını oğullarının okuması için vermiş olup, evinden uzakta olduğu zamanlarda "evladım sen en uygununu bilirsin, nasıl arzu ediyorsan öyle yap" diyerek oğullarının her safhada yüksek moral bulmasını sağlamıştır [32].

KAKAÇ, başarılı geçen ilköğretim ve ortaöğretimin ardından, İTÜ Makine Mühendisliği'nde lisans (1955), ABD'deki MIT'de hem Makine Mühendisliği (1959) hem de Nükleer Enerji Mühendisliği (1960) dallarında yüksek lisans ardından da Makine Mühendisliği dalında İngiltere'deki Victoria Manchester Üniversitesinde doktora eğitimini tamamlamıştır (1965).

Akademik hayatına İTÜ'de ders asistanlığı yaparak başlayan (1955-58) KAKAÇ, ODTÜ'de ve Miami Üniversitesi'nde (Florida-ABD) profesörlük, bölüm başkanlığı ve müdürlük gibi görevler icra ettikten sonra 2008'de TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi'ne geçmiştir. TOBB ETÜ Enerji Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi müdürü olan KAKAÇ, eğitim ve araştırma çalışmalarını genç öğrenci ve araştırmacılarla birlikte hâlen devam ettirmektedir.

KAKAÇ genç araştırmacı ve bilimcileri sürekli desteklemiş ve onları teşvik etmiştir. 1960 yılında İTÜ Nükleer Enerji Merkezi'nin kuruluşunda ve 1992'de Uluslararası Isı ve Kütle Merkezi'nin Belgrat'tan ODTÜ'ye taşınmasında önemli rol oynamış; 2010'lu yıllarda TOBB ETÜ'de Su Türbini Tasarım ve Test Merkezi'nin Dr. Selin Aradağ Çelebioğlu yürütücülüğünde kurulmasını teşvik etmiştir (Dünyanın en yüksek kapasiteli test merkezi olan TOBB ETÜ Su Türbini Tasarım ve Test Merkezinde geliştirilen modellerle ilk

kez yüzde yüz yerli ve millî üretim hidroelektrik santral türbinleri elde edilmeye başlanmıştır, 2018 [29]).

KAKAÇ, son 35 yıldır (2012 itibariyle) ısı ve akışkan bilimleri alanında düzenlediği ve yürüttüğü NATO İleri Çalışma Enstitüleri (ASI) ile meşhur bilimcilere çağdaş konularda ders verdirerek bir yandan genç araştırmacıların eğitilmesi ve teşvik edilmesine öte yandan da NATO üyesi olan veya olmayan katılımcılar arasında bilgi paylaşımı ve uluslararası bağlantıların kurulmasına olağanüstü hizmette bulunmuştur. Bu etkinliklerdeki bilimsel içerikler çoğunlukla kitap olarak yayınlanmış olup, etkinlikler esnasında KAKAÇ'ın büyük özen gösterip dikkatli planlama yaptığı ve sıcak misafirperverlik gösterdiği katılımcılar tarafından takdirle bahsedilmektedir [3].

Yüzlerce bilimsel yayın yapmış olan KAKAÇ'ın en yüksek atıf alan çalışması "Tek Fazlı Taşınım İle Isı Aktarımı El Kitabı" adlı R. K. Shah ve W. Aung ile hazırladıkları kitaptır (1987, John Wiley & Sons Inc.). İkinci sırada yüksek atıf alan çalışması ise "Isı Değiştirgeçleri" adlı H. Liu ve A. Pramuanjaroenkij ile yazdıkları kitaptır (2002, ikinci basım, CRC Press). Üçüncüsü ise "Nanoakışkanlarla Taşınım İle Isı Aktarımı İyileştirilmesi Üzerine Değerlendirme" adlı A. Pramuanjaroenkij ile yaptığı çalışmadır (2009, IJHMT) (23.X.2017 tarihi itibariyle Harzing's Publish or Perish, Google Scholar'a göre, bk. Tablo 3b).

Toplamda 78 öğrencisine master veya doktora derecesi kazandırmış olan KAKAÇ kitaplarını, genelde, danışmanı olduğu öğrencilerden en başarılı olanlar ile birlikte yazmış olup, kitap içeriğini yeni basımlarla sürekli güncel tutabilmeyi başarmıştır. KAKAÇ'ın Y. Yener ve C. P. Naveira-Cotta ile yazmış olduğu ve beşinci baskısı 2018'de "CRC Press" yayınevi tarafından yapılan "Isı İletimi (Heat Conduction)" adlı kitap ABD'deki üniversitelerde master ve doktora programlarında ders kitabı olarak en çok tercih edilen eserler arasında yer almaktadır [30].

KAKAÇ, NASA, Amerikan Ulusal Bilim Kurumu (NSF), TÜBİTAK gibi kurumlardan toplamda iki milyon doların üstünde proje teşvik ve bütçesi almıştır (1968-2012). Bilimsel çalışmalarından ötürü mühendislik alanının nobeli olarak adlandırılan Alexander von Humboldt (1989) başta olmak üzere, Luikov Madalyası (2014), ASME, HTD (Isı Aktarımı Bölümü) 75. Yıldönümü Madalyası (2013) gibi; eğitimsel çalışmalarından ötürü, iNEER (Mühendislik

Eğitimi ve Araştırmaları için Uluslararası Teşkilat, 2012) Önderlik Ödülü gibi onun üstünde madalya ve ödül kendisine tevdi edilmiş olan KAKAÇ, Türkiye Bilimler Akademisi şeref üyeliğinin dışında Rusya Federasyonu ve Brezilya Bilimler Akademisi yabancı üyesi olup, Fransa, Romanya ve Ukrayna üniversitelerinden fahri doktora ve Çin Halk Cumhuriyeti'nden ise onursal profesörlük sahibidir (bk. Tablo 3a, Ödül ve Başarılar).

75. doğum yıldönümü şerefine, kabarcık gelişimi dinamiğinin yüzey yakınındaki ısıl sınır tabaka ile birleşik etkisini veren bir terime "Kakaç Sayısı" adı verilmiştir [24].


70. ve 80. doğum yıldönümü şerefine, meslektaşları, arkadaşları ve öğrencileri adına yazılan kutlama yazısında bir bilimci olarak belgelenmiş başarılarının dışında KAKAÇ, **fevkalade nezih davranışları ve gösterdiği tevazudan ötürü kendisine gıpta ile bakılan, candan ve yardımsever oluşu; öğrencilerini gerçeği araştıran bir arkadaş gibi görüşü; yeni bir sözleşmeyi, zorlu bir görevi veya yeni gelişmekte olan bir araştırma konusunu reddettiğinin nadiren duyulabilecek oluşu; uluslararası önderliğinin ve yorulmak bilmez bilimsel değişim etkinliklerinin mücade ettiği ölçüde farklı kültür ve araştırma konularına yaklaşımı ile dünyaya önemli katkılarda bulunuşu** gibi yüksek insani değerleri ile takdir edilmektedir [2,3].

Atatürk'ümüzün "**Yaşamak, çalışmak demektir.**" sözünü kendisine düstur edinden KAKAÇ, meslek hayatı boyunca bir yandan bilimsel araştırma yapıp dersler verirken, öte yandan da çeşitli idari görevleri, işinin gereğinden ödün vermeden yürütmeyi başarmıştır. Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı (ODTÜ, Miami Üniv.), Müdürlük, Genel Sekreterlik (TÜBİTAK'ta vekâleten, TAEK'te asaleten) gibi pek çok idari görevde bulunan KAKAÇ, "yanında çalışanların işi hakkıyla yapıp yapmadığına bakmış olup, hiçbir zaman iktidardaki partinin yanında hareket etmemiş ve gelen politik atama tekliflerine itibar etmemiştir [31].

Kendisinin şeref üyesi olduğu TÜBA tarafından yayınlanan "Bilimi Aydınlatanlar" adlı röportajında [32] yaptığı tavsiyeler arasında KAKAÇ, **akademiye mensupların hem iyi ders vermesi hem de araştırma yapması gerektiğini; her devirde destek verilen önemli çalışma konuları olduğunu, o konularda çalışma yapmak gerektiğini; bilim hayatında destek olmadan olmayacağını; iyi insan olup başkalarına yardım edildiğinde insanın**

kendinin de yardım bulacağını; genç asistanların kabiliyetli olduklarını ve özellikle onların desteğe ihtiyacı olduğunu belirtmiştir.

Tablo 3a. S. Kakaç'ın Kısa Özgeçmişi

 <p>Foto: Baydaş, '05</p>	<p>Sadık KAKAÇ</p> <p>Doğum Tarihi ve Yeri: 1 Ekim 1932, Çorum-Türkiye.</p> <p>Eğitimi (Lisanstan itibaren)</p> <ul style="list-style-type: none">• Lisans (Dipl-Ing), Makine Mühendisliği B., İTÜ, İstanbul, 1955.• Yüksek Lisans (S.M.), Makine Mühendisliği B., MIT, Cambridge-Massachusetts-ABD, 1959.• Yüksek Lisans (S.M.), Nükleer Mühendisliği B., MIT, Cambridge- Massachusetts-ABD, 1960.• Doktora (Ph. D.), Makine Mühendisliği B., Victoria Manchester Üniv., Manchester-İngiltere, 1965.
<p>Çalışma Alanları</p> <ul style="list-style-type: none">• En Genel Olarak: Enerji• Genel Olarak: Isı aktarımı, iki fazlı akışlar, termodinamik, ısı değiştirgeçleri (eşanjörler), enerji teknolojileri ve çevre.• Özel Olarak: İki fazlı ısı aktarımı, mikro ölçekli ısı aktarımı, dokunumla (conduction) ısı aktarımı, taşınım (convection) ısı aktarımı, nükleer reaktör ısı aktarımı, ısı değiştirgeçlerinin ısı aktarımının iyileştirilmesi, mikrokanallarda ısı aktarımı, nanoakışkanlarla taşınım ısı aktarım iyileştirmesi, vb.	
<p>Kariyeri (İş Tecrübesi)</p> <p>Akademik</p> <ul style="list-style-type: none">• Ders Asistanı, Makine Mühendisliği B., İTÜ, İstanbul, 1955-58.• Yrd. Doç. Dr., Makine Mühendisliği B., ODTÜ, Ankara, 1960-65.• Bölüm Başkanı, Makine Mühendisliği B., ODTÜ, Ankara, 1961-62 (vekâleten), 1968-70 (asaleten).• Doç. Dr., Makine Mühendisliği B., ODTÜ, Ankara, 1965-71.• Öğretim Gör., Nükleer Enerji Enstitüsü, İTÜ, Gümüşsuyu-İstanbul, 1967-74.• Müdür, Isı Teknik Araştırma Birimi, TÜBİTAK destekli, 1971-1981.• Profesör, Makine Mühendisliği B., ODTÜ, Ankara, 1971-82.• Ziyaretçi/Ek Profesör, Makine Mühendisliği B., Miami Üniv., Florida-ABD, 1974-75 (ziyaretçi), 1976-80 (ek), 1980-82 (ziyaretçi).	

- Müdür, Lisansüstü Program, Makine Mühendisliği B., Miami Üniv., Florida-ABD, 1986-90.
- Bölüm Başkanı, Makine Mühendisliği B., Miami Üniv., Florida-ABD, 1990-98.
- Profesör, Makine Mühendisliği B., Miami Üniv., Florida-ABD, 1982-2008.
- Profesör, Makine Mühendisliği B., TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniv., Ankara, 2008-devam etmekte.
- Müdür, TOBB ETÜ Enerji Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi.

Diğerleri

- Askerlik, Türk Silahlı Kuvvetleri, 1965-67.
- Genel Sekreter Vekili, TÜBİTAK, Ankara, 1975-76.
- Bilim Kurulu Üyesi, TÜBİTAK, 1972-1980.
- Genel Sekreter, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 1978-1980.
- Ülke Temsilcilikleri, Cento Bilim Koordinasyon Kurulu (1972-74); OECD NEA Yönetim Kurulu (1978-80); NATO Bilim Kurulu (1979-80).

Ödül ve Başarıları

- ABD Hükümet Bursu (Eisenhower bursu, nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanımı), Nükleer Mühendislik B., MIT, 1958-1960.
- UNESCO Araştırma Bursu, İngiltere, 1962-1965.
- Türk Nükleer Forum Ödülü, 1978.
- Alexander von Humboldt Vakfı Kıdemli Bilimci Ödülü, 1989.
- Bilim Ödülü, Türk-Amerikan Bilimciler Birliği, 1994.
- ASME (Amerikan Makine Mühendisleri Birliği) Uluslararası Isı Aktarımı Anı Ödülü, 1997.
- ICHMT Üyelik Ödülü, 1997.
- Hizmet Ödülü, Prof. Dr. Mustafa N. Parlar Eğitim ve Araştırma Vakfı, ODTÜ, Ankara, 1999.
- Şeref Üyesi, TÜBA, 1999.
- Hizmet Ödülü, TÜBİTAK, Ankara, 2000.
- Max Jakob Ödül Komitesi Üyesi, 1999-2005; Başkanı, 2005.
- 75. doğum yıldönümü şerefine, kabarcık gelişimi dinamiğinin yüzey yakınındaki ısıl sınır tabaka ile birleşik etkisini veren bir terime "Kakaç Sayısı" adının verilmesi, 2008.
- Hayat Boyu Başarı Ödülü, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniv., Ankara, 2011.
- iNEER (Mühendislik Eğitimi ve Araştırmaları için Uluslararası Teşkilat) Önderlik Ödülü, Finlandiya, 2012.
- Yabancı Üyelikler, Rusya Federasyonu Bilimler Akademisi, 1998; Brezilya Bilimler Akademisi, 2012; .

- ASME, HTD (Isı Aktarımı Bölümü) 75. Yıldönümü Madalyası, 2013.
- Onursal Üye, ASME, 2013 (normal üyeliği önceden mevcut).
- Luikov Madalyası, ICHMT, 2014.
- Onursal Profesörlükler, Shanghai Elektrik Gücü Enstitüsü ve Xi'an Jiaotong Üniversitesi, Çin Halk Cumhuriyeti.
- Fahri Doktoralar, Ovidius Üniversitesi, Romanya, 1998; Reims Üniversitesi, Fransa, 1999; Odessa Devlet Soğutma Akademisi, Ukrayna, 2009.
- NASA, Amerikan Ulusal Bilim Kurumu (NSF), TÜBİTAK gibi kurumlardan toplamda 2,172,000 \$'ın üstünde proje teşvik ve bütçesi almıştır, 1968-2012.
- Düzenleme, Bilim veya Danışma Kurulu Üyeliği, Eş-Başkanlık veya Panel Başkanlığı gibi görevler, 13 tane uluslararası sempozyum, konferans, çalıştay, seminer veya teknik toplantı, 1973-2007 (2012 itibariyle güncel bilgi).
- Yönetici/Düzenleyici, NATO ASI (İleri Çalışma Enstitüsü) tarafından ısı ve akışkan bilimlerinin alt uzmanlık alanlarında düzenlenen 13 tane 13 gün süreli toplantı, 1976-2009 (2012 itibariyle güncel bilgi).
- 7 tane yabancı veya yerli derginin editör heyeti üyesidir.
- 20 tane yabancı veya yerli profesyonel kuruluşun üyesi (normal, onur veya danışma kurulu). [Üyesi olduğu ve Yönetim Kurulu Üyeliği yaptığı kuruluşlardan biri Uluslararası Isı ve Kütle Merkezi'dir (ICHMT)].
- Birçok Üniversite ve Etkinlikte 50'den fazla davetli konuşmacı olmuş seminer veya dersler vermiştir.
- 78 öğrencisi doktora veya mastır derecesi kazanmıştır (26 doktora, 52 mastır) (2012 itibariyle).

Yayınları (2012 itibariyle)

- 22 kitap (bunlardan 16 tanesi editör olduğu kitaptır).
- 236 makale (103 tanesi hakemli dergi makalesi, 108 tanesi bildiri metni, 25 tanesi Türkçe makale).

Hobileri

Yürümek; gittiği ülkede tarihi özellikle tanıdığı bilimcilerin bulunduğu mekânları ziyaret etmek; ülkemizdeki insanların acılarını, sevinçlerini ve ülkemizin güzel doğasını, zaferlerini ifade eden türkülerini dinlemek.

Ailevi Durumu

Eşi Filiz ile birlikte bir kız çocuğu (Yasemin) ve iki torun (Melda ve Cahit Köksal) yetiştirmiştir.

Tablo 3b. S. Kakaç'ın En Çok Atıf Alan Akademik Yayınlarından Örnekler (Harzing's Publish or Perish, Google Scholar, 23.X.2017)

Cites	Per year	Authors	Title	Year	Publication
h 1474	49.13*	S Kakaç, RK Shah, W ...	Handbook of single-phase convective heat transfer	1987	
h 1193	238.60*	S Kakaç, H Liu, A Pram...	Heat exchangers: selection, rating, and thermal design	2012	
h 1191	148.88*	S Kakaç, A Pramuanja...	Review of convective heat transfer enhancement with nanofluids	2009	International Journal of Heat ...
h 743	39.11*	V Gurau, H Liu, S Kakaç	Two-dimensional model for proton exchange membrane fuel cells	1998	AIChE Journal
h 431	43.10*	S Kakaç, A Pramuanja...	A review of numerical modeling of solid oxide fuel cells	2007	International journal of hydr...
h 388	97.00*	S Kakaç, Y Yener, A Pr...	Convective heat transfer	2013	
h 358	51.14*	S Özeriç, S Kakaç, AG...	Enhanced thermal conductivity of nanofluids: a state-of-the-art review	2010	Microfluidics and Nanofluidics
h 281	11.71*	S Kakaç, Y Yener	Heat conduction	1993	
h 234	26.00*	S Kakaç, B Bon	A review of two-phase flow dynamic instabilities in tube boiling systems	2008	International Journal of Heat ...
h 198	7.62	S Kakaç	Boilers, evaporators, and condensers	1991	

2.4. Turhan Nejat VEZİROĞLU

Turhan Nejat VEZİROĞLU'nun özgeçmişine ait bilgiler, genelde kendisi ve eşi Ayfer Hanım ile yapılan yazışmalarla doğrudan temin edinilen bilgilerdir (2-3 Temmuz 2017, Kasım 2018). Ayrıca, kurucu baş editörü olduğu Uluslararası Hidrojen Enerjisi Dergisinde yayınlanan Miami Üniversitesi emeklilik töreni [26] ve 85. doğum yıldönümü kutlama yazıları [38], eşi Ayfer Hanım tarafından yazılan kitap [37] ve kendisi ile yapılmış dergi ve televizyon röportajları da bilgi kaynakları arasında yer almaktadır [4, 18, 19]. Bilgiler, VEZİROĞLU'nun kontrolünden geçtikten sonra yayınlanmıştır.

24 Ocak 1924 İstanbul doğumlu olan Turhan Nejat VEZİROĞLU, ilk ve ortaokulu İzmir Karşıyaka'da, liseyi İstanbul Pertevniyal Lisesinde okuyarak temel eğitimini tamamlamıştır. Osmanlı Ordusunda subay olan ve Çanakkale'de şehit düşen bir dedenin ardından, en iyi okulda okumasını tavsiye eden terzi bir büyükanne ve öğretmen olan bir anne tarafından yetiştirilmiş olan VEZİROĞLU, temel eğitiminin ardından bir buçuk sene İTÜ'de okuduktan sonra Avrupa imtihanını kazanarak 1943 yılından itibaren eğitimine Londra'da devam etmiştir. VEZİROĞLU Londra Üniversitesi, İmparatorluk Bilim ve Teknoloji Koleji ile Şehir ve Esnaf Loncaları Koleji'nden Makine Mühendisliği dalında lisans (A.C.G.I. ve B.Sc., 1946), Mühendislikte İleri Çalışmalar (D.I.C., 1947) ve Isı Aktarımı (Ph.D., 1951) dallarında lisansüstü çalışmalar yaparak doktora derecesini kazanmıştır.

Askerliğini Ordu Donatım yedeksubayı olarak yapan VEZİROĞLU, T. C. Millî Savunma Bakanlığında ve Toprak Mahsülleri Ofisinde teknik işlerde çalışmış olup, ayrıca İstanbul'da özel şirketlerde mühendislik konularında danışmanlık ve teknik müdürlük gibi görevler icra ettikten sonra akademisyen olmaya karar vermiştir. VEZİROĞLU kendisine sunulan en iyi kadroyu kabul

ederek, 1962’de Amerika’daki Miami Üniversitesi Mühendislik Fakültesi kadrosuna doçent olarak katılmıştır. Görev yaptığı sırada, Mühendislik Fakültesindeki Lisansüstü Çalışmaları kısmının müdürlüğünü yapmış (1965-71) olup, ilk doktora derecesi programını başlatmış (1965); Makine Mühendisliği Bölümü başkanlığı (1971-75) ve araştırmadan sorumlu dekan yardımcılığı(1975-79) yapmış; Temiz Enerji Araştırma Enstitüsünü kurmuş (1973) ve yöneticiliğini yapmış; fosil yakıtların yerine geçebilecek temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde özellikle hidrojen enerjisi üzerinde çalışmalar yapmış ve birçok çalışmayı yönetmiştir. Birleşmiş Milletler Endüstriyel Gelişim Teşkilatının Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezini İstanbul’da kurmuş ve müdürlüğünü yapmıştır. 47 sene Miami Üniversitesinde çalıştıktan sonra “emeritus profesör” unvanı ile emekli olmuştur [26].

“Güneş Hidrojen Enerjisi: Dünyayı Kurtaracak Güç” adlı kitabın eş-yazarı olan VEZİROĞLU, 300’den fazla bilimsel makale, 50’den fazla teknik rapor, 7 kitap bölümü yazmış olup toplamda 160 ciltten fazla miktarda kitap editörlüğü yapmıştır. En çok atıf alan çalışması M. Momirlan ile birlikte yayınladıkları “Hidrojen Enerjisinin Güncel Durumu” başlıklı makalesidir (2002, Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji Dergisi, cilt 6, sayı 1-2, 141-179). İkinci sırada yüksek atıf aldığı çalışması gene M. Momirlan ile birlikte yayınladıkları "Daha Temiz bir Gezegen için Yarının Sürdürülebilir Enerji Sistemi Yakıtı Olarak Hidrojenin Özellikleri" başlıklı makalesidir (2005, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Dergisi). Üçüncüsü ise D. Das ile birlikte yayınladıkları "Biyolojik Hidrojen Üretim İşlemlerindeki Gelişmeler" başlıklı makalesidir (Harzing’s Publish or Perish, Google Scholar, 23.X.2017 tarihi itibarıyla, bk. Tablo 4b).

En mühim katkısının 1973 Enerji krizinden sonra 18 Mart 1974’te düzenlediği "Hidrojen Ekonomisi Miami Enerjisi" (The Hydrogen Energy Miami Energy [THEME]) konferansında hava kirlenmesinin ve küresel ısınmanın kalıcı çözümü olarak hidrojen enerjisini teklif etmesinin ve bunun üzerindeki çalışmalarının olduğunu belirten VEZİROĞLU, Uluslararası Hidrojen Enerji Birliğini (IAHE) kurarak (1976); Uluslararası Hidrojen Enerji Dergisini (IJHE) çıkararak (1976); iki yılda bir düzenlenen Dünya Hidrojen Enerji Konferanslarını (WHEC, 1976’dan itibaren) ve Dünya Hidrojen Teknolojileri Kongrelerini (WHTC, 2005’ten itibaren) başlatarak hidrojen enerji sistemleri alanında çalışma yapan bilimci ve mühendislere öncülük etmiştir.

Toplamda 300'den fazla açılış konuşması, davetli konuşma (televizyon programları dâhil), ders veya seminer veren VEZİROĞLU, Konferans, sempozyum v.b. bilimsel etkinliklerin toplamda 60'tan fazlasının başkanlık, eş-başkanlık veya onursal başkanlığını; 40'tan fazlasının da düzenleme/danışma kurulu üyeliğini yapmıştır. Türkiye ve ABD dışında konuşmacı, ders veren veya danışman olarak davet edildiği ülkeler arasında Almanya, Arjantin, Avustralya, Bayreyn, Brezilya, Çin, Filipinler, Fransa, Hindistan, İngiltere, İsviçre, İtalya, Japonya, Kanada, Kolombiya, Kuveyt, Malezya, Mısır, Nepal, Pakistan, Rusya, Suudi Arabistan gibi ülkeler yer almaktadır.


Birçok Kuruma danışmanlık yapmış ve 20 civarında profesyonel kurumun üyesi olan VEZİROĞLU, birçok ödüle layık bulunmuştur. Bu ödüller arasında, örnek olarak, Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı bilim ödülü (1974), Onursal Profesörlük (Xian Jiaotong Üniv., Çin, 1981), I. V. Kurchatov Madalyası (Atom Enerjisi Enstitüsü, SSCB, 1982), İnsanlık için Enerji Ödülü (Küresel Enerji Birliği, 1986), Bilimler Akademisi Üyeliği (Arjantin, 1988) zikredilebilir. Patagonya'da (Arjantin, Santa Cruz) bir parka ismi verilmiştir (Sergio Edgardo Acevedo ile birlikte, 18 Nisan 2005). VEZİROĞLU "**hidrojen ekonomisi**" kavramını çıkardığı ve yerleşmesi için verdiği mücadeleden ötürü 2000 yılında **Nobel Ödülüne aday gösterilmiştir** (Azerbaycan Ulusal Bilimler Akademisi tarafından).

VEZİROĞLU hakkında yazılan kitaba [37] verilen "**Hidrojen Romantigi**," yapılan sunumlardan birine [13] verilen "**Prof. Dr. Nejat Veziroğlu'nun Yaşamı–Bir Yenilenebilir Enerji Yaşamı**" başlıkları ve onla yapılan röportajlarda yer alan "**Hidrojen Ailesi**" [4] gibi tabirler VEZİROĞLU'nun kendisini ve ailesini insanlığın ve doğanın temizlik ve esenliği için çare olarak gördüğü yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı hidrojen enerji sistemlerinin geliştirilmesine adanmış olduğunun bir göstergesidir.

Yetişmekte olan gençlerimizin daima Ziya Paşa'nın meşhur "**Âyinesi iştir kişinin lâfa bakılmaz. Şahsın görünür rütbe-i aklı eserinde.**" sözünü öğütleyen VEZİROĞLU, **gençlerimizin anadil olarak Türkçeyi ve yabancı dil olarak da İngilizceyi çok iyi öğrenmeleri gerektiğini; meslek eğitimlerini ise Türkçe almalarını önermektedir. Ülkemize ise Avrupa Birliğine girmesi yerine, bütün Türk Cumhuriyetleriyle birlikte bir Türk Birliği kurmasını ve ortak abece üzerinde anlaşılıp onun kullanılmasını kuvvetle önermektedir** (3 Temmuz 2017, e-posta ile yazışma). **Hidrojen enerji sistemine geçilince her**

ülkenin kendi enerjisini üretebileceğini ve dolayısıyla "enerji savaşlarının" ortadan kalkacağını belirten VEZİROĞLU'nun Türkiye'nin enerjiye, ekonomiye, siyasete, topluma ve eğitime dair problemlerinin çözümüne yönelik Amerika'dan Türkiye'deki devlet kurumlarındaki yetkililere gönderdiği öneriler, uyarılar ve talepler "Dünya Barışı için Türkiye, Dünya Barışı için Hidrojen" adlı bir kitapta derlenmiştir [9, 19].

Tablo 4a. T. N. Veziroğlu'nun Kısa Özgeçmişi (04/2017 itibarıyla günceldir)

 <p>Fotoğraf kaynağı: [18]</p>	<p>Turhan Nejat VEZİROĞLU</p> <p>Doğum Tarihi ve Yeri: 24 Ocak 1924, İstanbul-Türkiye.</p> <p>Eğitimi (İTÜ'deki 1,5 yıl lisans eğitiminden sonra)</p> <ul style="list-style-type: none">• Lisans (A.C.G.I.), Makine Mühendisliği B., Şehir ve Esnaf Loncaları Koleji (The City and Guilds College), Londra-İngiltere, 1946.• Lisans (B.Sc.), Makine Mühendisliği B., Londra Üniversitesi, İngiltere, 1946.• Yüksek Lisans (D.I.C.), Bilim, Mühendislik ve Teknoloji İmparatorluk Koleji, İleri Araştırmalar, Londra-İngiltere, 1947.• Doktora (Ph.D.), Isı Aktarımı, Londra Üniversitesi, İngiltere, 1951.
<p>Çalışma Alanları</p> <ul style="list-style-type: none">• En Genel Olarak: Enerji• Genel Olarak: Isı aktarımı, madde aktarımı, nükleer mühendislik, güneş enerjisi ve hidrojen enerjisi.• Özel Olarak: Kaynar sulu reaktörlerde kararsızlık, arayer ısı aktarımı, yenilenebilir enerji kaynakları, hidrojen enerjisi sistemleri.	
<p>Kariyeri (İş Tecrübesi)</p> <p>Akademik</p> <ul style="list-style-type: none">• Doç. Dr., Miami Üniv., Makine Mühendisliği B., Florida-ABD, 1962-66.• Müdür, Miami Üniv., Lisansüstü Çalışmalar, Florida-ABD, 1965-71.• Profesör, Miami Üniv., Makine Mühendisliği B., Florida-ABD, 1966-2009.• Ziyaretçi Profesör, ODTÜ, Ankara, 1969-70 (güz), 1970, 71, 73, 74 (yaz).• Bölüm Başkanlığı, Miami Üniv., Makine Mühendisliği B., Florida-ABD, 1971-75.	

- Dekan Yardımcısı, Miami Üniv., Florida-ABD, 1975-79.
- Müdür, Temiz Enerji Araştırma Enstitüsü, Miami Üniv., Florida-ABD, 1974-2009.
- Başkan, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Birliği, 1975'ten beri.
- Kıdemli (Emeritus) Profesör, Makine Mühendisliği B., Miami Üniv., Florida-ABD, 2009'dan beri (emekliliğinden itibaren).

Özel Şirket ve Diğerleri

- Ruston-Bucyrus, Ltd., Lincoln, İngiltere, 1943 yaz.
- Alfred Herbert, Ltd., Coventry, İngiltere, 1945 yaz.
- İcatlar ve Projeler Bürosu, Milli Savunma Bakanlığı, Ankara, 1952-53.
- Mühendis ve Bilim Danışmanı, Toprak Mahsülleri Ofisi, Ankara, 1954-56.
- Mühendislik Danışmanı, İstanbul, 1957-58.
- Teknik Müdür, K. Veziroğlu İnşaat Şirketi, İstanbul, 1959-61.
- Kurucu Müdür, Birleşmiş Milletler Endüstriyel Gelişim Kurulu – Uluslararası Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezi (UNIDO-ICHET), 2004-2007.

Ödül ve Başarıları

- Temas Eden Yüzeyler Arasında Isı Aktarımı alanında Üstün Hizmet Liyakat Beratı, Uluslararası Biyografi Sözlüğü, Londra-İngiltere, 1969.
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Bilim Ödülü, 1975.
- Paris Şehri Madalyası, 2. Uluslararası Metallerde Hidrojen Kongresinde verilen "Hidrojen Enerji Sistemleri ve İçerimleri" adlı ders anısına, 1977.
- Onursal Profesörlük, Çin Halk Cumhuriyeti Eğitim Bakanlığı, 1981.
- I. V. Kurchatov Madalyası, Kurchatov Atom Enerjisi Enstitüsü (genelde enerji özelde de hidrojen enerjisi araştırmalarına katkılarından ötürü), Moskova-SSCB, 1982.
- Günümüzde Teknolojide Kim Kimdir (Who's Who in Technology Today), 1982.
- İnsanlık için Enerji Ödülü, Yoksulluğun ve Açlığın Ortadan Kaldırılması için Küresel Enerji Cemiyeti, 1986.
- Bilim Üstün Hizmet Ödülü, Türkiye Kültür Bakanlığı, İstanbul, 7 Haziran 1991.
- Üyelik Ödülü, Amerikan Nükleer Cemiyeti.
- 1995 ATAS Yıllık Bilim Ödülü, Washington, DC, 21 Ocak 1995.
- Üstün Öğretim Üyesi, Phi Beta Delta, 3 Nisan 1996.
- Ömür Boyu Üye Beratı (Charter Life Member), Enerji Mühendisleri Birliği, 1998.

- Onursal Doktora, Anadolu Üniv. (hidrojen enerjisi üzerine çalışmalarından ötürü), Eskişehir, 20 Ekim 1998.
- Üye, Miami Üniversitesi Üniversite Kurucuları Cemiyeti, 28 Ocak 1999.
- Azerbaycan Bilimler Akademisi tarafından “Hidrojen Enerjisi” fikrini ortaya atması ve gerçekleştirmesindeki çalışmalarından dolayı Nobel Ödülüne aday gösterilmesi, 21-24 Eylül 2000.
- Onursal Baş Editör, Bilimler ve Mühendislik: Araştırma ve Uygulamalar Uluslararası Dergisi (IJSE/RA), Mart 2001.
- Fahri Doktora, Donetsk Devlet Üniv., Ukrayna, Mart 2001.
- "Geleceğimiz Hidrojen Enerjisidir, Çevre ve Ekonomi" (Robert Siblingrud) adlı kitapta "Hidrojen Önderi" olarak adlandırılması, Ağustos 2001.
- Onursal Baş Editör, Alternatif Enerji ve Ekoloji için Uluslararası Bilim Dergisi (ISJAE), Mart 2002.
- 2003 Çevre için Dünya Teknoloji Ödülü, Temmuz 2003.
- Johnson A. Edosomwan Akademik Üretkenlik Ödülü, 2004.
- BWW Cemiyeti / IAPGS 500 Seçkin Profesörü ve Bilgini, Ocak 2004.
- Arjantin Santa Cruz'da bir parka isminin verilmesi (Sergio Edgardo Acevedo ile birlikte), 18 Nisan 2005.
- 2004 Yılı Dürüst Oyun (fairplay) Ödülü, Türkiye Millî Olimpiyat Komitesi Başkanlığı, İstanbul, 26 Mayıs 2005.
- Evrensel Kardeşlikten Dünya Barışına Çağrı Ödülü, Dünya Kardeşlik Birliği Mevlâna Yüce Vakfı (dünya barışı ve insanlığın geleceğine katkılarından ötürü), 1 Kasım 2005.
- Fahri Doktora, Osmangazi Üniv., Eskişehir, 28 Kasım 2005.
- Yıllık Profesyonel Hizmette Mükemmellik Ödülü, Beykoz Rotary Kulübü (hidrojen ekonomisi önerisi ve hidrojen enerjisi tesisi için uğraşlarından ötürü), 14 Aralık 2005.
- 50 Yıllık Üstün Hizmet Ödülü, Makine Mühendisleri Odası, Mersin, 16 Aralık 2005.
- 2005 Yılı Bilimcisi Ödülü, mezunu olduğu, Pertevniyal Lisesi, 10 Nisan 2006.
- PICMET Mükemmellik Madalyası, Portland Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Merkezi, 11 Temmuz 2006.
- Miras Cemiyeti (Heritage Society) Sertifikası ve Rozeti, Miami Üniversitesinin hediye ve tereke işleri planlamasına cömert katkılarından ötürü, 3 Mayıs 2007.
- Uzun Dönem Hizmet için 45 Yıl Plaketi, Miami Üniv., Temmuz 2007.
- Onursal Üyelik, Avrupa Doğa Bilimleri Akademisi, Büyük Şovalye Ödülü ile sunulmuştur, 18 Kasım 2007.

- "Antonie de Saint Exupéry Nişanı," Bilim ve Teknik Merkezi (Dünya gezegeninde yaşayan insanların yaşam niteliklerini artırmasından dolayı), Sarov, Rusya, Temmuz 2007.
- Santilli-Galilei Altın Madalyası, Telesio-Galilei Bilim Akademisi (doğru bilimsel demokrasiye ömür boyu bağlılıktan ötürü), Londra-İngiltere, 5 Temmuz 2008.
- Küresel Başaran Ödülü, (kendisini küresel enerji çevre ve sürdürülebilirlik konularına adanmış olması ve küresel ısınmaya karşı savaşmasından ötürü) Küresel Isınma Üzerine Küresel Konferans (GCGW 2008), İstanbul, 7-10 Temmuz 2008.
- Dr. Y. Nayudamma Ödülü, RMK Mühendislik Koleji (NCDA ile iş birliği ile) (bilim, mühendislik ve teknolojiye fevkalade kişilikten ötürü), Tamil Nadu, Hindistan, 31 Ağustos 2009.
- Emeklilik Kutlama Töreni, Miami Üniversitesi Rektörlüğü tarafından, 2009.
- 85. doğum yıldönümü kutlama yazısı, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Dergisi, 2011.
- Kurucu Baş Editör, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Dergisi, 1976'dan beri (yılıda 52 sayı çıkarmaktadır).
- 6 tane uluslararası derginin editör heyeti üyesidir ("Uluslararası Enerji" ve "Uluslararası Hidrojen Enerjisi Dergisi"nin Baş Editörüdür).
- 20 tane yabancı veya yerli profesyonel kuruluşun üyesi (normal, onur veya danışma kurulu).
- Başkan, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Birliği, 1975'ten beri.
- Başkan, Dünya Birleşimi ve Parlemanto Birliği, Enerji Komisyonu.
- NASA, Amerikan Ulusal Bilim Kurumu (NSF), DARPA (Savunma İleri Araştırma Projeleri Dairesi) gibi kurumlardan toplamda 7,000,000 \$'ın üstünde proje teşvik ve bütçesi almıştır (çalıştay ve konferans gibi etkinlik bütçeleri dâhil olup, araştırma projelerinin bir kısmı Türkiye, Japonya, Çin, Rusya, Mısır, Pakistan, Hindistan, Avusturya, İspanya gibi ülkelerle ortak yapılmıştır), 1973'ten itibaren.
- Toplamda 300'den fazla açılış konuşması, davetli konuşma (televizyon programları dâhil), ders veya seminer vermiştir.
- Konferans, sempozyum v.b. bilimsel etkinliklerin toplamda 60'tan fazlasının başkanlık, eş-başkanlık veya onursal başkanlığını; 40'tan fazlasının da düzenleme/danışma kurulu üyeliğini yapmıştır.
- 65 öğrencisi doktora veya mastır derecesi kazanmıştır (28 doktora, 37 mastır).

Öğrencilik Yıllarındaki Sosyokültürel Başarılarından Bazıları

- Kurucu, Londra Türk Öğrenci Derneği, 1945.
- Başkan, Londra Türk Öğrenci Derneği, 1945-49.

<ul style="list-style-type: none">• Başkan, Londra İmparatorluk Koleji, Satranç Kulübü, 1945-49.• Satranç Şampiyonu, Londra İmparatorluk Koleji, 1946, 47, 48.• Satranç Şampiyonu, Londra Üniv., 1948.• Ayrıca Scotland Yard (1949) ve Kostarika (1950) Satranç Şampiyonlarını yenmiştir.
Yayımları <ul style="list-style-type: none">• 90 kitap (bunlardan 89 tanesi editör veya eş-editör olduğu kitap, bir tanesi de eş-yazar olduğu kitaptır).• 7 tane kitap bölümü.• 60 tane proje raporu.• 300'den fazla makale.
Hobileri <p>Satranç oynamak, müzikal gösterilere gitmek, komedi temsil ve filmleri seyretmek, seyahat etmek.</p>
Ailevi Durumu <p>İlk eşi Bengi (1961-1998) ile birlikte iki çocuk (Emre Alp ve Oya); ikinci eşi Ayfer (2006'dan beri) ile birlikte bir çocuk (Lili Ferruh) yetiştirmiştir.</p>

Tablo 4b. T. N. Veziroğlu'nun En Çok Atıf Alan Akademik Yayınlarından Örnekler (Harzing's Publish or Perish, Google Scholar, 23.X.2017)

Cites	Per year	Authors	Title	Year	Publication
513	34.20*	M Momirian, TN Veziro...	Current status of hydrogen energy	2002	Renewable and sustainable e...
500	41.67*	M Momirian, TN Veziro...	The properties of hydrogen as fuel tomorrow in sustainable energy syste...	2005	International journal of hydr...
468	52.00*	D Das, TN Veziroğlu	Advances in biological hydrogen production processes	2008	International journal of hydr...
454	50.44*	NZ Muradov, TN Vezir...	"Green" path from fossil-based to hydrogen economy: an overview of c...	2008	International Journal of Hydr...
321	26.75*	SA Sherif, F Barbir, TN ...	Wind energy and the hydrogen economy—review of the technology	2005	Solar energy
263	29.22*	TN Veziroğlu, S Şahi	21st Century's energy: Hydrogen energy system	2008	Energy conversion and man...
259	32.38*	Y Yürüm, A Taralp, TN...	Storage of hydrogen in nanostructured carbon materials	2009	International journal of hydr...
218	16.77*	E Fakiçoğlu, Y Yürüm, T...	A review of hydrogen storage systems based on boron and its compoun...	2004	International journal of hydr...
194	9.24	..., KS Yigit, HT Liu, S K...	Performance analysis of photovoltaic thermal air heaters	1996	Energy Conversion and ...
182	15.17*	..., HA Hamed, NR Mo...	Studies on the photocatalytic hydrogen production using suspended mo...	2005	International Journal of ...

2.5. Lotfi Asker ZADEH (Lütfi Asker ZADE)

Lotfi Asker ZADEH'e ait aşağıda verilen bilgiler, hayatı ve çalışmalarını ile ilgili kendi kaleme aldığı makale [49], eşi Fay (Fanya) Hanım tarafından yazılmış kitap [48], çalıştığı üniversitenin internet sayfası [34, 35], hakkında yapılmış belgeseller [40, 41, 44], onla yapılan röportajlar [6, 39, 42, 46, 47], kendi sunum videosu [43], vefat haberi [16] ve tarihiye yazıları [36, 45] incelenerek derlenmiştir.

4 Şubat 1921 Bakü doğumlu olan ve, özel hocalar ve hizmetçilerin olduğu varlıklı bir ailede, hekim bir anne ve, gazeteci ve iş adamı bir baba tarafından ailenin tek çocuğu olarak yetiştirilen Lütü Ali-Asker ZADE (sonradan Lotfi Asker ZADEH), temel eğitiminin ilk üç yıllık kısmını Bakü'de almış devamını ise Tahran'da bitirmiş ve ardından girdiği sınavda ülke üçüncüsü olarak dereceye girerek Tahran Üniversitesini kazanmıştır. Henüz Bakü'de iken mühendis olmaya karar vermiş olan ZADEH, Elektrik Mühendisliği dalını seçerek Tahran Üniversitesinden lisans (1942), ABD MIT Üniversitesinden mastır (1946) ve ABD Kolombiya Üniversitesinden de doktora (1949) derecelerini alarak mezun olmuştur [47].

Eğitim hayatı boyunca birbirinin zıttı kültürel ortamlarda bulunmuş olan ZADEH, bilim, bilimciler ve mühendislerin övüldüğü, Tanrı inancının suç sayıldığı Bakü'deki Sovyet rejimi zihniyetiyle yönetilen okul ortamının ardından, ilahilerin okunduğu presbiteryen misyoner hocaların yer aldığı Tahran'daki dini zihniyetle yönetilen kolej ortamında ve çoğu Fransa'da eğitim almış hocaların yer aldığı laik şahlık rejimi zihniyetiyle yönetilen bir üniversite ortamında bulunmuştur. Bu ortamların hiçbirinden etkilenmeden eğitimini tamamlamayı başaran ZADEH'in dünya görüşü, öğrencilik yılları sonrasında da, içerisinde bulunduğu ortamdaki hâkim görüşten etkilenmemiştir. Tahran'daki üniversite yıllarında çalışma odasına sıradışılığa bağlılığının bir göstergesi olarak, "**yalnız**" yazılı bir afiş asan ZADEH, bütün ömrü boyunca **sıradışı** olmuş ve çevremizdeki dünyada olup bitenleri daha iyi anlamamızı sağlayan olağanüstü kuramlar geliştirmeyi başarmıştır [49].

MIT'deki yüksek lisans eğitimi sırasında en çok Prof. Guillemin'in "devre kuramı" derslerinden etkilenen ZADEH, 1956-57 yıllarında, merak güdümlü temel araştırmaların yapıldığı araştırmacıların çalışma konu ve gidişatını serbestçe seçebildikleri bir Enstitü olarak Princeton-New Jersey'de kurulmuş olan A. Einstein, K. Gödel, J. R. Oppenheimer, J. von Neumann gibi meşhur bilimcileri bünyesinde barındırmış olan İleri Araştırma Enstitüsü'ne ziyaretçi araştırmacı olarak katılmış ve özellikle mantıkta akıl hocası olarak adlandırdığı Stephen Kleene tarafından verilen mantık derslerini esinlendirici bulmuştur. ZADEH, 1950'lerde özellikle olasılık kuramı ve onun karar verme analizine uygulaması üzerinde çalışmış olup o yıllardaki en iyi dostları olan Herbert Robbins ve Richard Bellman isimli büyük matematikçilerin onun entellektüel görünüşünde güçlü etkisi olduğunu belirtmektedir [7, 49].

ZADEH, yeni eğitim programı geliştirerek Bölüm başkanlığını yaptığı, Kaliforniya Üniv.'ndeki Elektrik Mühendisliği Bölümünü 1967'de "Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimi" Bölümüne dönüştürmüştür. Ardından bu örnek alınmış ve ABD'deki birçok üniversitede de benzer şekilde bölümler Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği olarak kurgulanmaya başlanmıştır. Bu başarısından dolayı IEEE (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) eğitim madalyası kendisine tevdi edilmiştir [49].

ZADEH "belirsizliğin belirli mantığı" olarak tanımladığı Bulanık Mantığın gerekliliğini 1961'de görmüş ve temel fikirlerini 1964 yazında geliştirmiştir. Kuramla ilgili "Bulanık Kümeler" adlı ilk temel çalışmasını –kuşkulu veya muhalif görüşlere rağmen– kendisinin de editör heyetinde yer aldığı Bilişim ve Kontrol dergisinde 1965'te yayımlatabilmiş ve kuram 1970'lerin başından itibaren kabul görmeye ve sanayide uygulanmaya başlamıştır (özellikle Japonya'da). Günümüzde modern teknolojinin birçok ürününde bir çeşit bulanık mantık kullanılmaktadır. İstenmeyen e-posta filtreleri, video kameralarda görüntü sabitleme, çamaşır makineleri motor kontrolü, arabalarda seyir kontrolü, sürücüsüz metro trenlerinin kontrolü, nükleer güç santrallerinin kontrolü, gemilerin denge kontrolü, deprem tahmini ve kanser teşhisi gibi birçok alanda bulanık mantık temelli sistemler kullanılmaktadır [39, 49].

1965'ten itibaren hemen hemen bütün araştırmasını “bulanık küme kuramı” ve “bulanık mantık” üzerine yapan ZADEH'in [49] yakın tanıdıklarından biri ve "Türkiye Bulanık Sistemler Derneği"nin kurucusu (2007) ve onursal başkanı olan Prof. Dr. İ. Burhan Türkşen'in ZADEH ve geliştirdiği bulanık mantık kuramı üzerine düşünceleri şöyledir: "Bilim dünyasına değişik zamanlarda katkısı bulunmuş birçok alim var; fakat, bunlar arasında Lütfi A. Zade'nin yeri çok mühim. Aristoteles'in başlattığı iki değerli mantık bilim dünyasına 2000 küsür seneden beri hükmetmiş vaziyette. Lütfi A. Zade'nin görüşüyle bu baskıdan kurtulup bilim dünyası olarak yepyeni bir şekilde dünya hadiselerini, olaylarını değerlendirmek imkânı buluyoruz. İki değerli mantık mesela gece ve gündüz arasındaki akşam karanlığını veya sabah aydınlığını belirtmez. Hâlbuki Lütfi A. Zade'nin ortaya koyduğu bu yeni mantık sayesinde biz artık dünyanın ve tabiatın çok karışık problemlerini en iyi şekilde temsil etmek ve o temsillerden yeni cevaplar bulma imkânına sahip oluyoruz. Bu nedenle, **Lütfi A. Zade size yepyeni bir dünya görüşü ortaya çıkarmıştır**, ve bu yeni dünya görüşünün çok yeni problemleri çözeceği kanısındayım. İki değerli mantıkta ırkçılık, dincilik,

politik meseleler gibi ayrımlar ortaya çıkar, hâlbuki Lütfi A. Zade'nin ortaya çıkarttığı sonsuz değerli mantıkta artık bu ayrıcalıklar, mücadeleler ortadan kalkar ve uyumlu bir çözüme varabilmeleri ortaya çıkar. O nedenle **bu yeni bilim/temsil görüşü dünyanın geleceğini değiştirecektir...**" [40].

ZADEH'in yakın tanıdıklarından olan Azerbaycan "Zade İrsi ve Yapay Zekâ Derneği"nin başkanı Prof. Rafiq Əliyev (Rafiq Aliyev) ise "**sadenin sadesi**" olarak adlandırdığı ZADEH ve yaptıklarını şöyle tanıtmaktadır: "Lütfi Zade benim için, ilk başta, **20. ve 21. asrın en büyük bilim duayenidir**. Mukayese her zaman hatalıdır ancak daha anlaşılır. Einstein fizikte devrim yaptı ve ona kadar gelen 'Newton mekaniğinin her şeye kadir olduğu' fikrini altüst etti. Onun bilime verdiği bir sınır oldu, bu sınıra kadar Newton mekaniği yani klasik mekanik işler, bu sınırdan sonra ise yüksek hızlar mekaniği yani Einstein mekaniği. Fakat, Lütfi Zade 1965'te bulanık mantık kuramını teklif etmekle Aristoteles mantığının çerçevesini, iyi anlamda, dağıttı, genişletti. Matematiği ikileştirdi. Bugün dünyada iki matematik okunuyor: biri klasik, diğeri bulanık, Zade matematiği. Matematik değiştiyse, bilimin dilleri değişti, onlara yaklaşımlar değişti. Zade, fiziği, kimyayı, tabiat bilimlerinin çoğunu değiştirdi. Bu nedenle Zade, benim için, 20. ve 21. asrın en romantik bilimcilerinden biridir. Romantik, o bakımdan ki, bir ömürde 6-7 bilimsel kuram teklif etmek ve bütün dünyayı hayran bırakmak, bütün dünyanın bu kavramlar etrafında işlemesi tabiki her adama kısmet olmaz. Zade böyle bir insandır." [41].

Birçok uluslararası kuruluştan kırktan fazla madalya, ödül ve teşvik almış olan ZADEH'e, 2008 yılında Azerbaycan Devlet Şeref Ödülü, Dostluk Nişanı tevdi edilmiştir. Ayrıca, insan dili ve düşüncesinin belirsiz yönlerini yakalayan ve bu sayede yapay zekâ ve makinelerin otomatik kontrolü gibi alanlardaki sorunları çözen bir matematik sistem olarak Bulanık Mantık alanının kurucu ve geliştiricisi olduğu için 2009 yılında Elektrik Mühendisliği alanında ABD Franklin Enstitüsü tarafından Benjamin Franklin Madalyası tevdi edilmiştir [6, 39].

Hayatı boyunca **para-merkezliliğin karşıtı** olan ZADEH, amacının "zengin ve güçlü olmak değil, topluma katkıda bulunma arayışı, toplum gelişimi" olduğunu belirtmiştir [39, 49]. Geliştirdiği kuramlar bilim, mühendislik ve teknolojide birçok alanda uygulanıp başarılı sonuçlar elde edildikçe ZADEH'in ünü hızla artmıştır. Kendisine; Almanya, Amerika, Avusturya, Azerbaycan, Çek C., Finlandiya, Fransa, Hindistan, İspanya, Japonya, Kanada, Polonya, Romanya

ve Türkiye gibi ülkelerin üniversitelerinden otuzdan fazla onursal doktora tevdi edilmiştir [34, 43].

ZADEH'in 250'den fazla bilimsel çalışması arasında 1965'te yayınlanmış olan "Bulnaık Kümeler" başlıklı makale, Bilgisayar Bilimleri alanında en yüksek atıf alan makaledir [5]. İkinci sırada en çok atıf alan çalışması "Karmaşık Sistemler ve Karar İşlemlerinin Analizi için Yeni bir Yaklaşımın Ana Hatları" başlıklı makaledir [1973, *IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics*, (1), 28-44]. Üçüncüsü ise "Dilbilimsel Değişken Kavramı ve Yaklaşık Akıl Yürütmeye Uygulaması-I" başlıklı makaledir [1975, *Information sciences*, 8(3), 199-249.] (Harzing's Publish or Perish, Google Scholar, 23.X.2017 tarihi itibariyle, bk. Tablo 5b).

Anlattığı konuda derin bilgi birikiminin yanı sıra çevresindekilere karşı nezih ve espirili davranmayı seven ZADEH, tane tane ve kavramların anlamları üzerinde durarak derslerinde sunum yaparken kimi zaman çok uzun antenlerle nerdeyse sınıfın ortasından yansılarını gösterir, kimi zaman da anten açık kürsüde iken dinleyenlere döndüğünde ön sıradakiler kendilerine anten çaracak diye endişe edermiş. Yakınları onun birçok vecizeleşmiş sözüne tanıklık etmiştir. Mesela bölüm başkanlığı yaptığı sıralarda kapısının üstünde şu sözler yazarmış: "Burada hayatta kalabilmek için kendinizi öldürmeniz lazım." ZADEH, söylediğinden dolayı tenkide uğradığını hissedenin, tenkit edene "bunu iltifat olarak aldığımı" söylemesinin tenkide uğrayanın kan basıncının düşmesine yardımcı olacağını; tartışmaya giren bir kişinin ise karşı tarafa "Sizinle tamamen aynı fikirdeyim, söylemediğiniz her şey konusunda." demesinin çok faydalı olacağını söylemektedir [48].

Doğduğu şehir olan Bakü'deki bir televizyon kanalındaki röportajda, gençlerin daha çok televizyon vasıtasıyla bilgi kazandığını; bunun birçok durumda zarar verdiğini çünkü gençlerin seyirci kaldıklarını ve çoğunlukla da elektronik reklamlarda medyanın kendisini cazibe merkezi hâline getirdiğini; Gençleri bilgilendirmeyen birçok "show" programı yerine gençlerin geniş dünya görüşüne sahip olmasında büyük rol oynayacak nitelikli programların yapılması gerektiğini; Bu asrın asıl felsefesinin bilgi olduğunu, bilgiye sahip olanın güçlü olacağını ve güçlü olanın da hep kazanacağını; **Küresel gelişim yolunu tutanların eğitim ve bilimin açarlarıyla ilgilenmeleri gerektiğini**; bilimcilere değer verilip onların desteklenmeleri gerektiğini; bilimde **yabancı kurumsal geleneklerin aynen alınması yerine ülkeye özgü olanların korunup geliştiril-**

mesinin gerekliliğini; Ülke dışına okumaya yollanan öğrencilerin mezun olduktan sonra ülkeye dönüşlerinin sağlanması gerektiğini vurgulamıştır [42].

Son on yılında kendisi ile çalışma fırsatı bulmuş ve ZADEH tarafından bir aile ferdi gibi davranılmış olan Azerbaycan Teknik Üniversitesi'nden Prof. Şehnaz Şahbazova'ya "**Dünya Esnek Hesaplama Konferansları**"nın devam ettirilmesinin ve bulanık mantığa dayalı "**Bilgi Temelli Sistemler Uluslararası Bilimsel Araştırma Enstitüsü**"nün kurulmasının gerekliliği ZADEH tarafından önemle vurgulanmıştır [44].


6 Eylül 2017'de vefat eden ZADEH'in naaşı vasiyeti üzerine [44] Bakü'ye götürülerek Azerbaycan Bilimler Akademisinde yapılan törenin ardından Ulusal Şeref Mezarlığına defnedilmiştir [45].

ZADEH'in vefat haberlerinde veya onla ilgili taziye yazılarında yer alan "Matematiksel Bulanık Mantığın Babası 96 Yaşında Vefat Etti." (The New York Times [16]) gibi başlıklar veya "Sadece Ölüm, Yenilikçi Araştırma Çalışmalarını Durdurdu" [36] gibi sözler onun bilgelik ve çalışkanlığının bir sonucudur.

Babası İranlı Azeri Türkü, annesi ise Rus olan ZADEH'in hayatı Azerbaycan, İran ve Amerika'da geçmiştir. Her üç ülkenin kültüründen de etkilenmiş olan ZADEH, Bulanık Mantığı geliştirirken "**mücadeleye/tartışmaya girmekten korkmamak**" gibi karakterinde yer alan daha çok Türk geleneğinin muhtemelen faydalı olduğunu belirtmiştir [47]. **Genç bilimcilere, bir işte başarılı olmadıklarında (veya işi yapamadıklarında) pes etmeden/bezmeden daha çok çalışarak kararlılıkla devam etmeleri** tavsiyesinde bulunmuştur [46].

Genelde "**yalnız**" çalışarak ürettiği, matematiğin temel kavramlarından biri olan küme kavramını yeniden tanımlayarak başlattığı, olağanüstü kuramlarla ZADEH'in açtığı yolda, Bulanık Mantık alanında, 20'den fazla bilimsel dergi yayına başlamış, araştırmacılar tarafından yüzbinlerce makale yazılmış, sadece ABD patent veri bankasına 33 binden fazla patent ve uygulama kaydedilmiş olduğunu [36] düşünürsek, ZADEH'in yaptıkları ile "toplum gelişimi"ne katkıda bulunmuş ve bıraktığı kuramlarla gelecekte de gelişime katkıda bulunacak olan en büyük bilimciler/mühendisler arasında yer aldığını söyleyebiliriz.

Tablo 5a. L. A. Zadeh'in Kısa Özgeçmişi

 <p>Fotoğraf kaynağı: [35]</p>	<p>Lotfi Asker ZADEH (Lütfi Asker ZADE) (Azerbaycan'da, Lütfi Ələsgər-Zadə veya Lütfi Zadə.)</p> <p>Doğum Tarihi ve Yeri: 4 Şubat 1921, Bakü-Azerbaycan. Eğitimi (lisansan itibaren)</p> <ul style="list-style-type: none">• Lisans (B. S.), Elektrik Mühendisliği B., Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Okulu, Tahran Üniversitesi, Tahran-İran, 1942.• Yüksek Lisans (S.M.), Elektrik Mühendisliği B., MIT, Cambridge-Massachusetts-ABD, 1946.• Doktora (Ph.D.), Elektrik Mühendisliği B., Columbia Üniversitesi, New York-ABD, 1949. <p>Vefat Tarihi ve Yeri: 6 Eylül 2017, Berkeley-Kaliforniya (Bakü'de 29 Eylül 2017'de toprağa verilmiştir).</p>
<p>Çalışma Alanları</p> <ul style="list-style-type: none">• En Genel Olarak: Mantık, uygulamalı matematik, elektrik mühendisliği, bilgisayar bilimleri, bilişim bilimi, dilbilim.• Genel Olarak: Bulanık mantık, yapay zekâ, kontrol, robotik, esnek hesaplama.• Özel Olarak: Bulanık mantık sistemleri, karar analizi, uzman sistemler ve sinir ağları, doğal dillerin anlambilimi, algılamanın hesaplamalı kuramı, kavrayış, bilişim sistemleri ve akıllı sistemlerinin tasarım ve analizi, kelimelerle hesaplama, genişletilmiş bulanık mantık, Z-sayıları, v.d. [1965 öncesinde doğrusal sistemler kuramı, özdevinirler (automata) kuramı]. (Diğer özel çalışma konuları için Ödüller ve Başarılar başlığı altındaki "Temel Bilimsel Katkıları" kısmına bk.)	
<p>Kariyeri (İş Tecrübesi)</p> <p>Akademik</p> <ul style="list-style-type: none">• Öğretim Görevlisi, Elektrik Mühendisliği B., Kolombiya Üniv., New York, 1946-49.• Doçent, Elektrik Mühendisliği B., Kolombiya Üniv., New York, 1954-57.• Ziyaretçi Araştırmacı (Üye), İleri Araştırma Enstitüsü, Princeton, New Jersey, 1956-57.• Profesör, Elektrik Mühendisliği B., Kolombiya Üniv., New York, 1957-59.• Profesör, Elektrik Mühendisliği B. (1967'den itibaren Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimi B.), Kaliforniya Üniv., Berkeley-CA, 1959-1991	

- Bölüm Başkanı, Elektrik Mühendisliği B. (1967'den itibaren Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimi B.), Kaliforniya Üniv., Berkeley-CA, 1963-1968.
- Kıdemli Profesör (emeritus, emeklilik sonrası), Kaliforniya Üniv., Berkeley-CA, 1991-2017.
- Müdür, Esnek Hesaplama Girişimi (Initiative in Soft Computing), Kaliforniya Üniv., Berkeley-California, 1991-2017.

Özel Şirket ve Diğerleri

- Mühendis, Uluslararası Elektronik Şirketi, New York, 1944 yazı.
- Ziyaretçi Profesör, Elektrik Mühendisliği B., MIT, 1962, 68.
- Ziyaretçi Bilimci, IBM Araştırma Laboratuvarı, San Jose, CA, 1968, 73, 77.
- Ziyaretçi Akademisyen, SRI Yapay Zekâ Merkezi, 1981.
- Ziyaretçi Akademisyen, Dil ve Bilişim Çalışmaları Merkezi, Stanford Üniv., 1987-88.

Ödül ve Başarıları

- Yeni eğitim programı geliştirmesi, California Üniv.'ndeki Elektrik Mühendisliği Bölümünü "Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimi" Bölümüne dönüştürmüştür, 1967.
- Burs ve Teşvikler, NSF (ABD Ulusal Bilim Kurumu), 1956-57, 1962-63; Gugenheim Kuruluşu, 1968.
- Eğitim Madalyası, IEEE, 1973.
- A. C. Eringen Madalyası, Mühendislik Bilimi Birliği, 1976.
- Yüzyıl Madalyası, IEEE, 1984.
- Honda Ödülü, Honda Kuruluşu, 1989.
- Berkeley Atıf Ödülü, Kaliforniya Üniv., 1991.
- Richard W. Hamming Madalyası, IEEE (Bilişim Bilimi ve Sistemleri alanında bulanık kümelerin kavramsallaştırılmasını içeren ufuk açıcı/yaratıcı katkılarından dolayı), 1992.
- Takdirname, Uluslararası Yapay Zekâ Kuruluşu (Yapay Zekâya özel katkılarından dolayı), 1992.
- Karnpé de Fériet Madalyası, 1992.
- Rufus Oldenburger Madalyası, ASME (ABD Makine Mühendisleri Birliği) (sistem kuramı, karar analizi, bulanık küme kuramı ve yapay zekâya uygulamaları, dilbilim, mantık, uzman sistemler, sinir ağları alanında ufuk açıcı/yaratıcı çalışmalarından dolayı), 1993.
- Temel Araştırmalar için Grigore Moisil Ödülü, 1993.

- En İyi Makale Ödülü, 2nci Uluslararası Bulanık Kuram Teknolojisi Konferansı, 1993.
- IEEE Onur Madalyası, IEEE (Bulanık Mantık ve çeşitli uygulamalarının geliştirilmesinde öncü çalışmalarından dolayı), 1995.
- Okawa Ödülü, Japonya, 1996.
- Bilişim Bilimi Ödülü, AIM (tarih belirtilmemiştir).
- Bernard Bolzano Onur Madalyası, Çek Bilimler Akademisi, 1997.
- IEEE-SMC Joseph G. Wohl Olağanüstü Kariyer Ödülü, 1997.
- ESNEK Bilimsel Katkı Anı Madalyası, Japonya Bulanık Kuram Birliği, 1998.
- Feigenbaum Madalyası, 1998.
- Richard E. Bellman Kontrol Mirası Ödülü, 1998.
- IFSA Takdirname, 1999.
- Bulanık Sistemler Öncü Ödülü, 2000.
- ACM-AAI Allen Newell Ödülü, 2000.
- IEEE-SMC Norbert Wiener Ödülü (tarih belirtilmemiş).
- InTech Magazin Kitlenin Öncüsü, 2003.
- V. Kaufmann Ödülü, SIGEF (Bulanık Küme Yönetimi ve Ekonomisi için Uluslararası Birlik), 2004.
- Nicolaus Copernicus Madalyası, Polonya Bilimler Akademisi, 2005.
- J. Keith Brimacombe IPMM Ödülü (tarih belirtilmemiş).
- Silikon Vadisi Mühendislik Onur Listesi, 2006.
- Heinz Nixdorf Müzesi Forumu, Onur Listesi, Almanya (tarih belirtilmemiş).
- Egleston Madalyası, Kolombiya Mühendislik Mezunlar Birliği (tarih belirtilmemiştir).
- Devlet Şeref Ödülü, Dostluk Nişanı, Azerbaycan, 2008.
- Benjamin Franklin Madalyası, 2009.
- Temellendirim Madalyası, Esnek Hesaplama Gelişimi Vakfı (tarih belirtilmemiştir).
- Disiplinler Ötesi Ödül ve Madalyası, Tasarım ve Süreç Bilimleri Birliği (tarih belirtilmemiştir).
- AI (Yapay Zekâ) Onur Listesi, 2011.
- Malumatta (bilgi+tecrübe) Sınırdakiler/Öncüler Ödülü, BBVA, İspanya, 2012.
- Ömürboyu Başarı Ödülü, PAAIA (İranlı Amerikalıların Kamu İşleri İttifakı), 2012.
- Altın Kaz Ödülü, 2017.
- Onursal Doktora (30'dan fazla).

- Üye: IEEE (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü, 1958); ABD Ulusal Mühendislik Akademisi (1973); AAAS (Amerikan Bilim Gelişimi Birliği, 1976); ACM (Hesaplayan Makineler Birliği, 1994), AAAI (Yapay Zekâ Gelişimi Birliği, 1991); Bilgisayar Bilimleri ve Siberetik Bölümü, Rusya Doğal Bilimler Akademisi (1992); Avusturya Siberetik Çalışmalar Birliği, Onursal (1992); IFSA (Uluslararası Bulanık Sistemler Birliği, 1997); NAISO-IAAC (Doğal ve Yapay Zekâ Sistemleri Kuruluşu Uluslararası Akademik Danışma Kurulu) Onursal; Bilgi Sistemleri Enstitüsü (Yönetim Kurulu); Uluslararası Genel Sistemler Çalışmaları Enstitüsü (Kıdemli Danışma Kurulu); Uluslararası Sinir Ağları Birliği (Yönetim Kurulu); Japonya Ulusal Bilişim Enstitüsü (Danışma Kurulu); Romanya Eğitim ve Bulanık Sistemler ve Yapay Zekâ Merkezi (Danışma Kurulu); Finlandiya Bilimler Akademisi; Polonya Bilimler Akademisi; Kore Bilim ve Teknoloji Akademisi; Bulgaristan Bilimler Akademisi; Azerbaycan Bilimler Akademisi (Onursal); 70'ten fazla derginin editör heyeti.
- Onursal Başkan, Japonya Biyomedikal Bulanık Sistemler Birliği, İspanya Bulanık Mantık ve Teknolojileri Birliği.
- Kendisinin doğum yıldönümü ve onuruna; ve kurucusu olduğu bulanık mantık kuramının yıldönümü onuruna birçok yazı, kitap veya bilimsel toplantı atfedilmiştir.

Temel Bilimsel Katkıları (1949-2014 arası)

- 1949: Zamana bağlı şebekelere (networks) dayalı frekans alanının geliştirilmesi.
- 1950: Wiener tahmin kuramının genişletilmesi (J. R. Ragazzini ile).
- 1952: Günümüzde dijital sinyal işlemede yaygın olarak kullanılan Z-Dönüşüm yaklaşımının geliştirilmesi (J. R. Ragazzini ile).
- 1953: Doğrusal olmayan filtreler kuramının geliştirilmesi.
- 1956: Sistem tanılama probleminin formüle edilmesi.
- 1963: Doğrusal sistemlerin analizinde durum uzay yaklaşımının başlatılması (C. A. Desoer ile).
- 1965: Bulanık kümeler kuramının başlatılması.
- 1970: Bulanık ortamda karar verme kuramının geliştirilmesi (R. E. Bellman ile).
- 1973: Dilbilimsel değişken kavramının ve bulanık eğer-ise kurallarının çıkarılması.
- 1978: Olabilirlik/mümkünlük (possibility) kuramının ve anlam temsili dilinin (PRUF) geliştirilmesi.
- 1979: Yaklaşık akıl yürütme kuramının geliştirilmesi.
- 1985: Olağanlık ve sağduyulu akıl yürütme kuramının geliştirilmesi.
- 1986: Ölçme-puan anlambiliminin geliştirilmesi.

- 1988: Eğilim (dispositional) mantığının geliştirilmesi.
- 1991: Bulanık kuralların, grafiklerin ve olabilirliklerin hesabının çıkarılması; esnek hesaplamanın geliştirilmesi.
- 1996: Kelimelerle hesaplama yönteminin geliştirilmesi.
- 1997: Bulanık bilgi tanelenmesi kuramının geliştirilmesi.
- 1999: Algılamının hesaplamalı kuramının geliştirilmesi.
- 2002, 2005, 2006: Belirsizliğin genelleştirilmiş kuramının geliştirilmesi.
- 2009: Genişletilmiş bulanık mantık kuramının geliştirilmesi.
- 2011: Z-sayı kavramının çıkartılması.
- 2013: Doğruluk ve anlam için yeni bir yaklaşımın geliştirilmesi.
- 2014: Olasılık ve olabilirliğin benzeşim temelli tanımlarının yapılması.

Yayımları

- 20 kitap (bunlardan 14 tanesi editör veya eş-editör olduğu kitap, 4 tanesi yazar veya eş-yazar olduğu, 2 tanesi de seçme bildirilerinden editörler tarafından oluşturulmuş kitaptır). (Bilgi kaynakları: "amazon.com," [44])
- 250 'den fazla makale (hemen hemen hepsi tek yazarlı).

Hobileri

Dans etmek, fotoğraf çekmek, benzer eşya koleksiyonu, televizyon seyretmek (haberler, Rus programları, tenis turnuvaları).

ZADE, tatil yerine konferans, sempozyum gibi bilimsel toplantılara katılmak için seyahatler yapar ve her gün gecenin geç vakitlerine kadar bütün dünyadan kendisine yazılan mektuplara eşinin yardımıyla cevap yazdırır.

Ailevi Durumu

Eşi Fay (Fanya) ile birlikte iki çocuk (Norman ve Stella) yetiştirmiştir.

Tablo 5b. L. A. Zadeh'nin En Çok Atıf Alan Akademik Yayınlarından Örnekler (Harzing's Publish or Perish, Google Scholar, 23.X.2017)

Cites	Per year	Authors	Title	Year	Publication
71967	1383.98*	LA Zadeh	Fuzzy sets	1965	Information and control
22342	507.77*	LA Zadeh	Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decisi...	1973	IEEE Transactions on syste...
13686	325.86*	LA Zadeh	The concept of a linguistic variable and its application to approximate rea...	1975	Information sciences
8511	181.09*	RE Belman, LA Zadeh	Decision-making in a fuzzy environment	1970	Management science
6069	116.71*	LA Zadeh	Information and control	1965	Fuzzy sets
2910	138.57*	LA Zadeh	Fuzzy logic= computing with words	1996	IEEE transactions on fuzzy s...
2613	56.80*	LA Zadeh	Similarity relations and fuzzy orderings	1971	Information sciences
2588	52.82*	LA Zadeh	Probability measures of fuzzy events	1968	Journal of mathematical anal...
2450	122.50*	LA Zadeh	Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in hu...	1997	Fuzzy sets and systems
2039	59.97*	LA Zadeh	A computational approach to fuzzy quantifiers in natural languages	1983	Computers & Mathematics w...

3. Beş Öncü Mühendisin/Bilimcinin Hayatlarındaki Ortak Yanlar

Yukarıda bahsedilen beş öncü mühendisin/ bilimcinin hayat hikayelerine baktığımızda genelde şu ortak yanları görebiliriz:

- i. Kendi memleketlerinde temel eğitimlerini hatta lisans düzeyinde yüksek eğitimlerini anadillerinde aldıktan sonra daha ileri eğitim için nispeten nitelikli eğitimin verildiği yabancı ülkelere gitmiş olmaları.
- ii. Türkiye'de doğmuş olanların Cumhuriyet döneminin ilk nesil öğretmenleri tarafından yetiştirilmiş olmaları.
- iii. Bilim-eğitim hayatında zorluklarla mücadele etmiş ve durmadan ilerlemiş olmaları.
- iv. Gittikleri ülkede onlara geniş imkânlar tanınmış ve büyük destekler verilmiş olması.
- v. Ana dilleri dışında en az bir yabancı dili çok iyi öğrenmiş olmaları.
- vi. Hiçbir siyasi akıma kapılmadan bilim-eğitim işi ile uğraşmış olmaları.
- vii. Sağlam matematik bilgisine sahip oluşları ve onu uygulamış olmaları.
- viii. Özgün fikirler/kuramlar geliştirmiş olmaları.
- ix. Toplumla katkı sağlamak ve insanlığın gelişimi için çalışmış olmaları.
- x. Onların memleket sevgisi ve özlemi içinde yaşamaları ve memleketlerinin gelişimi için her fırsatta katkıda bulunmaları.
- xi. Mütevazı, misafirperver ve yardımsever oluşları.
- xii. Bilim-eğitim çalışmaları dışında sanat ve sporla ilgili hobilerinin oluşu.
- xiii. Dünyanın onları bilmesi, sayması ve ödüllere taltif etmesi.

Kaynakça

- [1] Béq, O. A. (2003). *Giants of Engineering Science*. UK:Matador. ISBN 1- 899293-52- 3.
- [2] Cotta, R. M., Padet, J., Minkowycz, W. J., Nigmatulin, R. I., & Yang, W. -J. (2003). Prof. Sadik Kakaç on his 70th birthday. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 46, 2925-2926.
- [3] Cotta, R. M., Jaluria, Y., Mikhailov, M. D., Minkowycz, W. J., Nigmatulin, R. I., & Padet, J. (2012). In celebration Prof. Sadik Kakaç on his 80th birthday. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 55, 4936-4937.
- [4] Derinekonomi. (1 Temmuz 2016). T. N. Veziroğlu ile röportaj [M. Okur].

- <http://www.derinekonomi.com/roportaj/new-york-savcısı-petrolu-hayatimizdan-cikartabilir/> sayfasından erişilebilir.
- [5] Fiala, D., & Tutoky, G. (2017). Computer science papers in web of science: A bibliometric analysis. *Publications*, 5(4), 23.
- [6] the Franklin Institute. (2009). Awards. Lotfi A. Zadeh. Retrieved from <https://www.fi.edu/laureates/lotfi-zadeh>
- [7] IAS. The institute for advanced study. Retrieved from <https://www.ias.edu/about/mission-history>
- [8] International Journal of Engineering Science. (n. d.). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-engineering-science>
- [9] Kale, A. (Derleyen), Noyan, Ö. F. (Ed.) (2004). *Dünya barışı için Türkiye, dünya barışı için hidrojen, prof. dr. T. Nejat Veziroğlu*. İstanbul: Kaynak Yayınları.
- [10] Klir, G. J., & Yuan, B. (ed.) (1996). *Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers by Lotfi A. Zadeh* [Book Series: Advances in Fuzzy Systems — Applications and Theory, vol.6]. World Scientific Publishing Co., Inc..
- [11] Lee, J. D., & Maugin, G. A. (ed.) (2011). Publications by A. Cemal Eringen. *International Journal of Engineering Science*, 49(12), 1284-1293.
- [12] Lehigh. Engineering, distinguished alumni, Fazil Erdogan. (n. d.). Retrieved from <https://www.lehigh.edu/engineering/about/alumni/erdogan.html>
- [13] Liu, H. (2010, September). *Prof. T. Nejat Veziroğlu's life – A life of renewable energy*. 10th International Conference on Clean Energy (ICCE-2010) [Celebrating the Lifelong Contributions of Prof. T.N. Veziroğlu to Clean Energy], *Famagusta, North Cyprus*.
- [14] Maugin, G. A. (1982). A. C. Eringen and engineering science. *Introduction to the special volume of the International Journal of Engineering Science celebrating the 60th Anniversary of Prof. A.C. Eringen*, 20(2), 159-161.
- [15] Maugin, G. A. (2011). A. C. Eringen (1921–2009): A lifelong dedication to engineering science. *International Journal of Engineering Science*, 49(12), 1281-1283.
- [16] Metz, C. (2017, September 11). Lotfi Zadeh, father of mathematical 'fuzzy logic,' dies at 96. *The New York Times*. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2017/09/11/science/lotfi-zadeh-father-of-mathematical-fuzzy-logic-dies-at-96.html?smid=li-share>
- [17] Obituaries, Dr. Fazil Erdogan. (2015, October 6). *Morning Call*, p. A13. Retrieved from <https://www.legacy.com/obituaries/mcall/obituary.aspx?page=lifestory&pid=176025121>
- [18] Odatv. (17 Haziran 2016). T. N. Veziroğlu ile röportaj [E. Seçen]. <http://odatv.com/hidrojen-enerjisi-fikri-nasil-ortaya-cikti-1706161200.html> sayfasından erişilebilir.
- [19] Oktayguney. (2 Şubat 2010). Prof. Nejat Veziroğlu: "Dünya Barışı Hidrojenle Gelecek" [Röportaj, O. Güney].

<http://oktayguney.blogspot.com.tr/2010/02/prof-nejat-veziroglu-dunya-bars.html#!/2010/02/prof-nejat-veziroglu-dunya-bars.html> sayfasından erişilebilir.

- [20] Paris, P., & Erdogan, F. (1963). A critical analysis of crack propagation laws. *Journal of Basic Engineering*, 85(4), 528-533.
- [21] Pfitzer, K. (2008, September 18). Leading mechanics journal dedicates special issue to Fazil Erdogan. *Lehigh University News*. Retrieved from <https://www1.lehigh.edu/news/leading-mechanics-journal-dedicates-special-issue-fazil-erdogan>
- [22] Pfitzer, K. (2015, October 7). In memoriam: Fazil Erdogan, expert in fracture mechanics. *Lehigh University News*. Retrieved from <https://www1.lehigh.edu/news/memorial-fazil-erdogan-expert-fracture-mechanics>
- [23] Pindera, M-J., & Paulino, G. H. (2008). Honoring professor erdogan's seminal contributions to mixed boundary-value problems of inhomogeneous and functionally graded materials, foreword. *Journal of Applied Mechanics - Transactions of the ASME*, Special Issue Honoring Professor Fazil Erdogan's Contributions to Mixed Boundary Value Problems of Inhomogeneous and Functionally Graded Materials, Vol. 75.
- [24] Sarma, P. K., Srinivas, V., Sharma, K. V., & Dharma Rao, V. (2010). Correlation for heat transfer in nucleate boiling on horizontal cylindrical surface. *Heat Transfer Engineering*, 31(6), 449-457.
- [25] Scholl, G. (2013, December). An offer you can't refuse (almost). *Kosmos*. Retrieved from <https://www.humboldt-professur.de/en/artikel/ein-fast-unwiderstehliches-angebot>
- [26] Shalala, D. E. (2009). Testimonial to T. Nejat Veziroğlu on his retirement from the University of Miami, 15 May 2009: In appreciation. *International Journal of Hydrogen Energy*, 34, 7561.
- [27] Society of Engineering Science. (2010, September 21). *SES News*. Retrieved from <http://ses.egr.uh.edu/member-spotlight/cemal-erigen>
- [28] Speziale, C. G. (1992). Dedication. [Guest Editor]. *International Journal of Engineering Science*, 30(10), xi-xii.
- [29] TOBB ETÜ. (Haziran 2018). Makine mühendisliği, haber, millî türbin. <https://www.etu.edu.tr/bolum/makine-muhendisligi/haber/turkiye-de-ilk-kez-yuzde-100-yerli-ve-milli-turbin-uretildi-tasarim-ve-testleri-ilk-kez-tobb-etu-de-gerceklesti> sayfasından erişilebilir.
- [30] TOBB ETÜ. (Ağustos 2018). Makine mühendisliği, haber, kitap. <https://www.etu.edu.tr/tr/haber/makine-muhendisligi-bolumu-ogretim-uyemiz-prof-dr-sadik-kakac-in-kitabi-heat-conduction-abd-de-en-cok-satan-kitaplar-arasinda> sayfasından erişilebilir.
- [31] TÜBA. (Haziran 2016). Röportaj. *TÜBA Günce Dergisi*, 51, 62-69.

- [32] TÜBA. (20 Ekim 2017). Röportaj. Bilimi aydınlatanlar, Prof. Dr. Sadık Kakaç. <https://youtu.be/BUF98bzG6eU> sayfasından erişilebilir.
- [33] TÜBA. (tarih yok). Üyeler, aramızdan ayrılanlar. <http://www.tuba.gov.tr> sayfasından erişilebilir.
- [34] UC Berkeley. (n.d.). EECS, faculty, Lotfi A. Zadeh. Retrieved from (2017, 8 August) <https://people.eecs.berkeley.edu/~zadeh/scv.html>
- [35] UC Berkeley. (n.d.). EECS, faculty, Lotfi A. Zadeh. Retrieved from (2018, October) <https://www2.eecs.berkeley.edu/Faculty/Homepages/zadeh.html>
- [36] UC Senate. (2017). In Memoriam Lotfi A. Zadeh (by Muller, R. S., Russell, S. & Varaiya, P.). Retrieved from <https://senate.universityofcalifornia.edu/in-memoriam/files/lotfi-a-zadeh.html>
- [37] Veziroğlu, A. (2015). *Hidrojen romantigi*. USA: Createspace Independent Publishing Platform. ISBN 10: 1514616173.
- [38] Veziroglu, T. N., Schur, D. V., & Zaginaichenko, S. Yu. (2011). Honoring: 85th anniversary of T. Nejat Veziroglu Honorary Chairman of ICHMS President of International Association for Hydrogen Energy [Organizing Committee of ICHMS'2009]. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36, 1139-1142.
- [39] VideoZadeh. (2009, June 10). 2009 Benjamin Franklin medal winner: Lotfi A. Zadeh. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=2ScTWFcXGo>
- [40] VideoZadeh. (2008, August 25). Az Tv (Azerbaycan), The famous Azerbaijani Scientist- Professor Lutfi zade. Retrived from <https://www.youtube.com/watch?v=2C1joyhi6FY>
<https://www.youtube.com/watch?v=uBaePHkre40>
- [41] VideoZadeh. (27 Kasım 2008). Rafiq Əliyev - "Alim" (Azərbaycan versiyası) 4-cü 7-dən. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=wnHOFr311Ug>
- [42] VideoZadeh. (20 Kasım 2012). İTV (Azerbaycan), lutfi zade ictimai televiziya musahibesi. Retrived from <https://www.youtube.com/watch?v=-e3zcPNNVh4>
- [43] VideoZadeh. (2016, February10). CPAR 2-8-16: Professor Lotfi A. Zadeh. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=Ok0vJ0uykCA>
- [44] VideoZadeh. (2017, 17 Ekim). AzVision.az. Şəhnaz Şahbazzadə ilə Röportaj. <https://www.youtube.com/watch?v=IXff930coYY> sayfasından erişilebilir.
- [45] Zadeh-AzerNews. (2017, September 29). Retrieved from <https://www.azernews.az/nation/119740.html>
- [46] Zadeh-Interview. (2013, May31). Lotfi A. Zadeh [by E. Pain]. *Science Magazine*. Retrieved from <http://www.sciencemag.org/careers/2013/05/lotfi-zadeh>
- [47] Zadeh-Interview. (1994). Interview with Lotfi Zade: Creator of fuzzy logic [by B. Blair]. *Azerbaijan International*, Winter (2.4), 46-47, 49-50. Retrieved from https://www.azer.com/aiweb/categories/magazine/24_folder/24_articles/24_fuzzylogic.html
- [48] Zadeh, F. (1998). *My life and travels with the father of fuzzy logic*. USA: TSI Press.
- [49] Zadeh, L. A. (2011). My life and work—A retrospective view. *Appl. Comput. Math.*, 10(1), Special Issue, 4-9.

MAJOR ADVANCEMENTS ON MARINE DIESEL ENGINES**Seigo HASHIMOTO**

*Öğr. Gör., Pîrî Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul,
shashimoto@pirireis.edu.tr*

Abstract

When we looked back half century in the history of ship's propulsion machinery, most of them were a diesel engine and steam turbine, and the steam turbine was used for rather large ships despite its fuel consumption was approximately three times of the diesel engine, since the maximum power of the diesel engine was about 30,000 kW in 1970th. The power of the diesel engine however, has been rapidly raised with "Oil shock" since 1970th and steam turbines were replaced with diesel engines. The biggest contributing factor of increasing engine power was "Long stroke" other than improvements of materials. In 1970th, the ratio between cylinder bore and stroke was 1.0~1.5 and now it has become 4 with increase of mean effective pressure. Long stroke has caused lower revolution speed contributing to increase of propeller efficiency and lower fuel consumption. The maximum power of one unit of diesel engine is now up to 90,000 kW and approximately 90 % of ships worldwide are propelled by diesel engines due to its lower fuel consumption. An electronic governor was developed at around year of 2000 with advancement of computer technologies as substitute equipment of mechanical governor for more effective control of diesel engines. IMO NOx emission control has been strengthened step by step in recent years and the electronic governor has contributed to reduction of NOx emission from ships as well as reduction of fuel consumption solving "Trade-off problem" between fuel consumption and NOx emission.

This article describes these two advancements which are "Long stroke" and "Electronic governor" as major advancements on marine diesel engines.

Introduction / Brief Description

Long stroke

A two-stroke diesel engine is the most common and effective among ship's propulsion machinery including four-stroke diesel engines. The maximum power of the engine was raised as cylinder bore was made larger and the cylinder bore was enlarged up to 120 cm at that age and the maximum power of the engines was about 30,000 kW with 12 cylinders in 1970th, and it was said that further large bore could not be expected due to its mechanical dynamics. Since then, stroke of the engines has made longer resulting in increase of propeller efficiency and this synergy effects made drastic rise in power of diesel engines. Nowadays, the maximum power of diesel engines is up to 90,000 kW with cylinder bore 98 cm and 14 cylinders. In comparison with 1970th for example, given strokes 1.3 m for 1970th and 4 m for now, cylinder volume became 2.4 times of 1970th. As such, three times up of engine power cannot be accomplished only by cylinder volume up and it can be said that mean effective pressure became 1.7 times of 1970th provided that reduction of revolution speed was 25 % from 1970th (from 120 min⁻¹ to 90 min⁻¹). As the result, piston speed became more than 2 times of 1970th and maximum combustion temperature and pressure became higher than 1970th. It can be considered as that these changes in physical condition has been addressed by improvements of materials.

Electronic Governor

A governor works to maintain designated revolution speed regardless engine load which means the revolution speed is determined by maneuvering lever position. Mechanical governor mechanically detects actual revolution speed and control quantity of fuel oil to be injected into cylinders through control rod of fuel oil injection pump to maintain the designated speed. Injection timing and exhaust valve timing are controlled by camshaft and starting action of the engine is controlled by special mechanism which selects suitable cylinders for supplying starting air to start the engine. An electronic governor is an electronic control unit which can control all aforementioned factors with hydraulic oil system and solenoid valves regardless of the piston positions. The control actions have become more accurate and effective than mechanical governor and the electronic governor makes possible to control other functions under its running condition which was impossible with camshaft:

- fuel injection timing (best injection timing in accordance with engine load)
- fuel injection pattern (best injection pattern in accordance with engine load)
- high and stable pressure of fuel injection (especially at low load)
- exhaust valve timing (best valve timing in accordance with engine load and Miller cycle which makes expansion stroke longer against compression)
- starting mechanism (smooth starting action with minimum quantity of air)
- reversing mechanism (smoother and quicker reversing action)
- emergency running (easier fuel cutting running)
- cylinder oil supply (more effective oil supply)

The biggest benefit of adopting an electronic governor is to solve “Trade-off problem” between fuel consumption and NOx emission. Lower combustion temperature is necessary to reduce NOx emission however, the lower temperature causes rise in fuel consumption. In order to address IMO NOx emission control, the most effective injection timing and pattern should be selected under the running condition and the electronic governor has made such control possible.

The development of the electronic governor has brought us drastic changes in structure and control of diesel engines, eliminating camshaft and mechanical control system from the engines.

ÇEVRE VE İNSANA YÖNELİK "INSPIRE" VE COĞRAFİ BİLGİ ALTYAPISI UYGULAMALARI

Onur LENK

*Doç. Dr., Ankara Teknoloji Geliştirme Bölgesi, Cyberpark Cyberplaza,
06800 Bilkent Çankaya / Ankara, honour2404@gmail.com*

Özet

Nesnelerin İnterneti gibi güncel araçlar çevrenin korunması kapsamında Endüstri 4.0 tabanında önemli platformları sunmaktadırlar. Sunulan araçların anlamlı bir bölümü Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin güncel uygulamalarını şekillendiren ve insan yaşam döngüsünde önemli yer tutan ortamlardaki algılayıcılardan toplanan verilerin, büyük veri yığınları hâlinde bulut bilişim uygulamalarıyla işlenmesi ve sonunda yine yaşam döngüsüne hayatı kolaylaştırıcı ve güvenli kılıcı şeklinde dönüşüne olanak sağlamaktadır. Ancak, sunulan her yenilik döngünün belirli kesitine rahatlık kazandırmakla birlikte, sürecin tümünde sürdürülebilir başarıyı getirmeyebilir. Anılan başarının elde edilmesinde uygulanan teknoloji standartlarının, Endüstri 4.0 gereklerinde esnek, süratli ve dinamik olgulara dayanması beklenmelidir. Avrupa Birliği Coğrafi Bilgi Altyapısı (INSPIRE) ilkelerinin, ülke boyutunda uygulanmasında benzer hedefler gözetilerek, coğrafi uygulama modüllerinin geliştirilmesi ve insan hayatına, özellikle çevrenin korunması ana temasında dokunulması öngörülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Coğrafi bilgi altyapısı, çevre ve insana yönelik "inspire."

DENİZCİLİKTE YAPISAL İNTİKAL EKLEMLERİ KULLANIMI

Mustafa OLGUN¹, Yüksel PALACI²

¹ *Lisansüstü Öğr., Yıldız Teknik Üniv., 34349 Beşiktaş / İstanbul,
mustafa.olgun.37@gmail.com*

² *Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniv., 34349 Beşiktaş / İstanbul,
y_palaci@yahoo.com*

Özet

Alüminyum malzemeler ağırlık azaltmak amacıyla gemi yapımında her geçen gün artan bir şekilde kullanılmaktadır. Bu ihtiyaca yönelik, Çelik ve Alüminyum alaşımlarını birbirine ergitme kaynağıyla birleştirmesini sağlayan Yapısal intikal eklemleri en yaygın araçtır. Alüminyum-Çelik intikal ara parçalarının en basit kullanılış şekli, intikal eklemine Alüminyum ile Çelik malzeme arasında dik tutup puntaladıktan sonra önce Alüminyum tarafını MIG Kaynak yöntemi ile kaynatmaktır, bundan sonra çelik tarafı, pasolar arası sıcaklığın 205 °C'yi aşmamasına dikkat ederek, MAG kaynak yöntemi ile birleştirilir.

Ergime sıcaklığı alüminyumun ergime sıcaklığından yaklaşık 1000 °C daha fazla olan çeliğin alüminyum ile ergitmeli kaynak yöntemleri kullanılarak birleştirilmesi, iki malzemenin mekanik özelliklerinde ciddi boyutlarda düşüşe neden olsa da bu yöntemlere olan ilgi azalmamıştır.

Bu çalışmada, intikal eklemleri uygulamalarında mekanik özelliklerinde ciddi boyutlarda düşüşü engellemek için kaynak sırasında sıcaklığa bağlı meydana gelen değişimler incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalarda, kaynağı simüle edebilmek için intikal eklemleri fırın içerisinde farklı sıcaklıklarda ve sürelerde bekletilmiş. Mekanik özelliklerindeki değişim araştırılmıştır. Oluşan faz dönüşümlerini anlamak için sertlik ve mikroyapı karakterizasyonu çalışmaları devam etmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, sıcaklık ve süre artışıyla mukavemetin düştüğü gözlenmiştir. 300 °C ve 15 dakika mukavemet düşüşü için sınır süre ve sıcaklık değeri olarak görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Metal alaşımları, yapısal intikal eklemleri.

Abstract

Aluminum materials are increasingly used in ship construction to reduce weight. Structural Transition Joints are the most common means to combine steel and aluminum alloys with melting. The simplest way of using aluminum-steel interiors is; once the joint is held vertically between Aluminum and Steel material and then centered (puntalamak), firstly welding Aluminum with MIG welding method, then the steel side is, taking care not to exceed the inter-pass temperature 205 ° C, combined by the MAG welding method.

Although steel, whose melting temperature is about 1000 °C higher than the melting temperature of aluminum, has been combined with aluminum using fusion welding methods, the mechanical properties of the two materials have been seriously reduced, but the interest in these methods has not decreased.

In this study, changes in temperature during welding were investigated in order to prevent serious reduction in the mechanical properties of applications of Transition joints. In the experimental studies performed, the Transition joints were kept in the oven at different temperatures and durations in order to simulate the welding. The changes in mechanical properties has been investigated. Hardness and microstructure characterization studies are continuing to understand the phase transformations. According to the results obtained, the strength decreased with increasing temperature and duration. 300 °C and 5 minutes is seen as the limit temperature and duration value for decreasing the resistance.

Keywords: Metallic alloys; structural transition joint.

1. Giriş

Son dönemde endüstriyel uygulamalardaki iyileştirme çalışmaları ve alternatif çözüm arayışları, metalürjik yapı olarak birbirinden tamamen farklı alüminyum ve çeliğin birleştirilmesine dayanan ve başarılı kaynaklı birleştirme sonuçları da sağlayan yeni kaynak yöntem ve tekniklerinin ortaya çıkmasını sağladı.

Özellikle otomotiv ve gemi sanayinde çelik ile alüminyumun birleştirilmesinde kullanılan bazı mekanik (perçin vs.) birleştirme yöntemlerinin imalat

zorluğuna, ağırlık artışına, yüksek maliyete, korozyona ve gerilme yığılmalarına sebep olması, kaynaklı birleştirme uygulamalarına yönelmeye zemin hazırladı.

Arttırılabilen dayanım özellikleri, korozyona olan yüksek dirençleri, yüksek ısı ve elektrik iletkenliği, kolay şekillendirilebilirliği ve hafifliği gibi özellikler de alüminyum ve alaşımlarını çelikten sonra en çok tercih edilen bir malzeme durumuna getirmiş ve çeliklerle kaynaklanabilme kabiliyetlerinin araştırılmasını zaruri kılmıştır. Ergime sıcaklığı alüminyumun ergime sıcaklığından yaklaşık 1000 °C daha fazla olan çeliğin alüminyum ile ergitmeli kaynak yöntemleri kullanılarak birleştirilmesi, iki malzemenin mekanik özelliklerinde ciddi boyutlarda düşüşe neden olsa da bu yöntemlere olan ilgi azalmamıştır [1].

Alüminyumu başka metallere birleştirmek için özel tekniklere sık başvurulur. Bu tekniklerden en önemlisi de, hem alüminyumun hem de başka bir metalin kolaylıkla birleşebileceği bir intikal parçası kullanmaktır. Alüminyum-Çelik intikal ara parçalarının en basit kullanılış şekli, intikal eklemine Alüminyum ile Çelik malzeme arasında dik tutup puntaladıktan sonra önce Alüminyum tarafını MIG Kaynak yöntemi ile kaynatmaktır, bundan sonra çelik tarafı, pasolar arası sıcaklığın 205 °C'yi aşmamasına dikkat ederek, MAG kaynak yöntemi ile birleştirilir.

2. Yapısal İntikal Eklemleri (Structural Transition Joint)

Alüminyum malzemeler ağırlık azaltmak amacıyla gemi yapımında her geçen gün artan bir şekilde kullanılmaktadır. Maliyet ve mukavemet açısından bakıldığında, alüminyum genellikle teknenin bütününde kullanılmamaktadır. Genellikle Tekne kabuğu çelik malzemeden inşa ediliyorken üst binalar alüminyum malzemeden inşa edilmektedir. Bu sayede geminin ağırlık merkezi aşağıya çekilmekte, çelik teknenin ağırlığı azaltılmakta ve bu sayede stabilitesi (denge durumundaki kararlılık) artmaktadır. Bu durum özellikle Ro-Ro feribotları, yatlar ve savaş gemileri açısından oldukça önem arz etmektedir.

Çelik olan tekne gövdesi ve alüminyum olan üst yapılar “STRUCTURAL TRANSITION JOINTS (STJ)” Yapısal İntikal Eklemleri kullanılarak birleştirilmektedir. Bu uygulamaların örneklerini özellikle Yatçılık sektöründe çok sık görmekteyiz. Yapısal İntikal Eklemleri sektörde Ticari isimler olan **Triclad** yada **Triplate** isimleriyle bilinmektedir.

2.1. Yapısal İntikal Eklemlerinde Korozyon

Çeliğin daha düşük galvanik potansiyeli göz önüne alındığında, özellikle arayüzey yakınında alüminyumun aşırı korozyona uğraması beklenebilir. Arayüzey bölgesi, metalin yoğun olarak çalıştığı ve anodun en yakınında bulunan alandır. Çelik ve alüminyum alanları yaklaşık olarak eşit olan boyanmamış numuneler üzerinde yapılan ilk korozyon testlerinde doğal bir izolasyon etkisi ortaya çıktı. Beklendiği gibi Alüminyumun korozyona uğramaya başlamasıyla birlikte arayüzey bölgesinde hafif korozyon oluşumları başladı. Ancak, yüksek iyon derişiminin belirti göstermeyen bir alanı olarak hareket etmek ve korozyonu hızlandırmak yerine penetrasyon (girim/nüfuz) alanı kademeli olarak son derece sert ve etkisiz bir korozyon ürünü olan alüminyum oksit hidratla dolmuştur. Oksit bir yalıtım ögesi (conta, mühür vb.) gibi davranmaktadır ve sisteme çok az nüfuz ettikten sonra pasif hâle getirmektedir.

Katı metalurjik bağ, elektrolitin arayüzeye nüfuz etmesini kısıtlarken, korozyonu engelleyen oksit tabakasının oluşması aşınmayı engelledi. Bu durum, intikal eklemlerinin mekanik bağlantılara göre korozyon dayanımının daha üstün olduğunu göstermektedir [2].

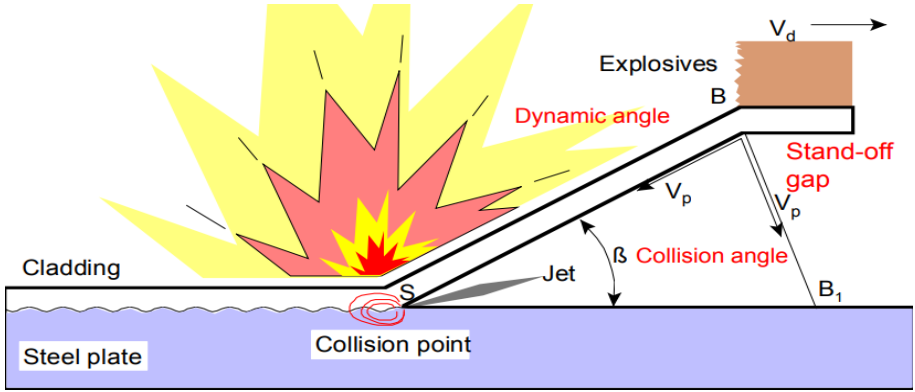
2.2. Patlama Kaynağı ve İntikal Ekleminin Üretim Süreci

Patlamalı kaynak ilk olarak I. Dünya Savaşı sırasında bombalardan kopan küçük parçaların çevresindeki metal yapılara yapışmasıyla fark edilmiştir. Ancak bu konuda 1962 yılına kadar herhangi bir pratik çalışmanın olmadığı belirtilmektedir. Bu yıllarda patlamalı kaynak yönteminin ticari olarak kullanımıyla ilgili olarak ilk patent başvurusu Philipchuk ve Bois tarafından olmuştur. Daha sonra, DuPont firmasından Arnold Holtzman ve ekibi patlamalı kaynak yöntemi ile ilgili çalışmalar yapmış ve 1964 yılında patent almıştır. Patlamalı kaynağın bir tür endüstriyel kullanımı, ısı değiştirici boru hatlarının birleştirilmesinde olmuştur. Patlayıcılar ile metalleri birleştirme işlemlerinin gelişmeleri ise 1940'lı yıllarda başlamıştır. Bu gelişimler daha sonraları çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir. Patlamalı kaynak işleminin detaylı tanımlaması Bahrani ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Patlamalı kaynağın bağlanma mekanizmasının yöntemi ve arayüzeyin farklı birleşme çeşitleri Cowan ve Holtzman tarafından tanımlanmıştır. Daha sonraları da patlamalı kaynak işleminin özellikleri ve uygulama alanlarına literatürlerde rastlanmaktadır [3].

Patlama kaynağı, geleneksel kaynak yöntemleriyle kaynatılmayan birbirinin aynı veya birbirinden farklı iki metal arasında patlayıcı ile elde edilen yüksek basınç yardımıyla yüksek hızda eğimli çarpışma sonucu meydana gelen birleştirme işlemidir. Patlamalı kaynak yönteminde iki parça arasında metalurjik bağ oluşurken arayüzeyde ya hiç ergime olmaz ya da çok az ergime meydana gelir [4-5].

İntikal eklemleri ortam sıcaklığında ve birleşen metallere herhangi bir azalma olmadan üretilmektedirler. Bu özellik, istenmeyen alaşımların oluşmasına imkân vermeden birbirinden farklı birçok metalin birleştirilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir.

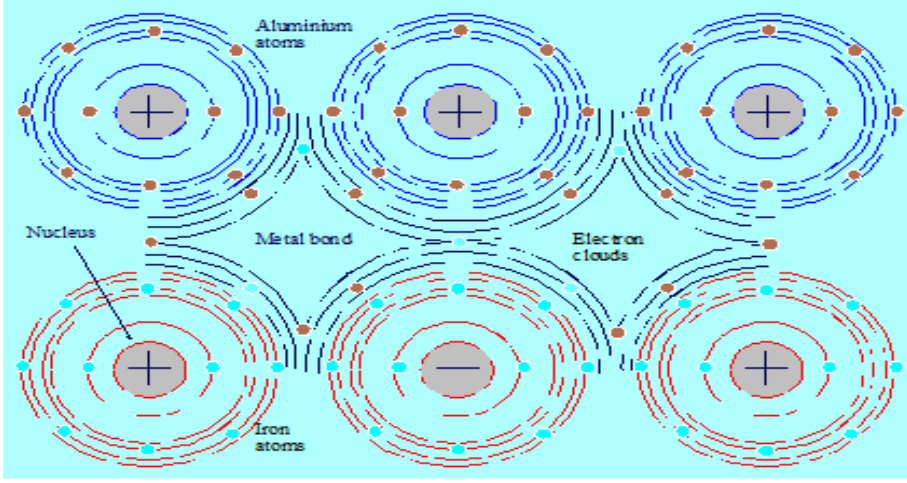
Esasen, bu yöntem, bağ oluşturmak için iki metal arasındaki arayüzeyde son derece yüksek basıncın geçici olarak uygulanmasını içermektedir. Özel olarak üretilmiş olan patlayıcı malzeme büyük miktarda kullanıldığından dolayı fiili kaplama işlemi genellikle yerleşim yerlerinden uzak bölgelerde yapılmaktadır. İlk olarak birleştirilecek iki (veya daha fazla) metal kaplama işlemi için hazırlanmaktadır. Hazırlık sürecinde metal yüzeyler kir ve pastan temizlenmektedir. Yüzeyler, 3 µm'lik bir pürüzlülüğü olan düzgün bir yüzey kaplaması elde etmek için zımparalanmakta veya cilalanmaktadır. Bir sonraki adımda plakalar önceden belirlenmiş aralıklarla birbiri üzerine yerleştirilmektedir. Boşluk ve aralık değerleri, metal kombinasyonu ve metal kalınlıklarına göre farklılık göstermektedir. Boşluk mesafesi tipik olarak, darbe parametrelerinin seçimine bağlı olarak, kaplama sac kalınlığının 0.5 ile 4 katına kadar değişmektedir. Çoğunlukla, daha ince olan metal (kaplama) en üstte bulunmakta ve altta bulunan metalden biraz daha geniş olmaktadır. Fazlalık metallere kalınlıklarına göre tekrar belirlenmektedir. Metaller arasındaki aralık mesafesi kritik olduğu için plakaların düz olması önem arz etmektedir. Plakalar sağlam bir kum zeminine yerleştirilmekte olup, bu sayede plakaların her noktasından homojen (tekdüze) ve eşit şekilde desteklenmesi sağlanmaktadır. İşlem sırasında metal yüzeyleri arasındaki boşluğa herhangi bir yabancı madde girmemesi için özen gösterilmektedir. Bir çerçeve, dolgunun çevresine yerleştirilir ve derinliği, birim alan başına patlayıcı (yüklemenin) miktarının metal kombinasyonu ve katman kalınlığı için öngörülen miktarla uyumlu olmasını sağlamak için tasarlanmıştır.



Şekil 2.1. Çelik ve Alüminyumun İntikal Ekleme Kullanarak Birleştirilmesi

Patlayıcı miktarı, kaplamanın birleşme için optimum hıza kadar hızlandırılmasını sağlamaktadır. Ayrıca plaka üzerindeki patlamanın hızı da, ana metal ve kaplayıcı metal arasındaki açının metaller için optimum olmasını sağlamaktadır. Yüksek basınç yerel olarak metallerin süper plastik davranışları göstermesine neden olmaktadır.

Eğimli çarpışma, metal yüzeylerinden bir tabakanın metal jeti şeklinde, uzaklaşmasına neden olur. Çarpışma esnasında yüzeyden metal jeti şeklinde fıskıran bu tabakanın kalınlığı genellikle 0,05 mm'den daha azdır. Bu metal jeti dışarı atılırken aynı zamanda çarpışan metal yüzeyinin temizliğini de gerçekleştirir. Metal yüzeyinde bulunan oksit, yağ, gibi kaynak için zararlı etkiler oluşan jet ile birlikte dışarı atılmaktadırlar [5,6]. Metallerin birleştiği noktada üretilen yüksek basınç, dışarı atılan yüzey kirleticileri (oksitleri) buharlaştırarak iki bakır yüzey arasındaki moleküler bağı oluşturmaktadır.



Şekil 2.2. Demir ve Alüminyum Arasında Oluşan Metalik Bağ

Birleşim bölgesinden çıkarılan oksit metal tabakası mikron mertebesinde olup, oldukça ince bir tabakadır. Sadece yerel deformasyon sertleşmesi meydana gelmekte olup, genel olarak iki metalin özellikleri değişmeden aynı kalmaktadır. Kaplamadan sonraki metal sıcaklığı, elinizi yüzeye koyabileceğiniz seviyededir. Çoğu durumda arayüzey biraz dalgalı olmaktadır ve arayüzey genişliği birleşimi oluşturan metallere bağlı olarak değişmektedir. Az sayıdaki bağlantıda bazı (zararsız) intermetalikler bulunmaktadır. Bazı kombinasyonlarda, düşük sıcaklıklarda ısı işlem yapılarak bağ özellikleri de geliştirilebilmektedir.

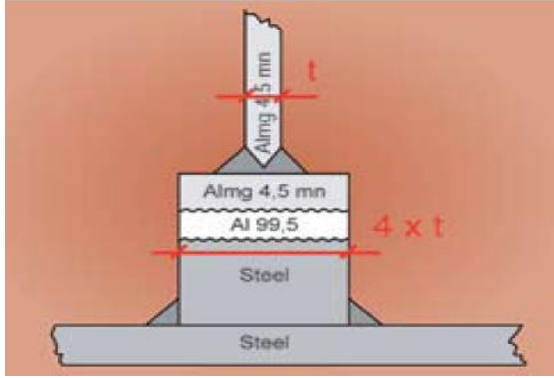
Çoğu durumda, iki metal arasındaki bağ uyumlu olsa da, metal yapıların önemli ölçüde farklı olduğu bazı yerler bulunmaktadır. Böyle durumlarda, bir ara katman kullanarak bağ kalitesi iyileştirilebilir. Böyle bir durum alüminyum alaşımı ile çelik arasında bulunmaktadır; burada ara katman olarak genellikle ticari saflıkta alüminyum malzeme kullanılmaktadır. **Triclad** ya da **Triplate** adlarının kökeni de buradan yani çelik-alüminyum-saf alüminyum birleşiminden gelmektedir. Bazı özel uygulamalarda ara katman için titanyum malzeme de kullanılabilir.



Şekil 2.3. Teknede kullanılan Geçiş Eklemi

2.3. İntikal Eklemi Uygulamalarında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

İntikal eklemlerinde kullanılacak şerit genişliğine karar verilirken; pratik bir kural olarak kullanılan alüminyum plakanın dört katı genişliğinde bir şerit plaka tercih edilerek kullanılmalıdır. Örneğin üst yapıda 6 mm alüminyum levha kullanılıyorsa intikal eklem şeridinin genişliği 24 mm olmalıdır. Bu durumda, alüminyum plakanın kendi mukavemetinden daha güçlü bir birleşime olanak sağlanmaktadır, aynı zamanda kaynak işlemleri sırasında da mükemmel bir ısı azaltımı sağlanmaktadır. Alüminyum levhanın intikal eklem şeridinin ortasına yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Bu hususa dikkat edildiğinde, çelik/alüminyum arayüzeyine çok yakın kaynaklardan kaçınılacak ve arayüzeyin aşırı ısıya maruz kalmasına engel olacak kadar yeterli boşluk bırakılmış olacaktır. Buna ek olarak, kaynak işlemleri sırasında ve sonrasında ısınma ve soğuma sırasında gerilmelerin düzensiz yayılması önlenecektir. Bununla birlikte, intikal eklemlerinin kullanımıyla ilgili yüksek tecrübeye sahip olan bazı tersanelerde özellikle alüminyum levhayı şerit kenarına yerleştirmek oldukça sık görülen bir uygulamadır.



Şekil 2.4. İntikal Ekleme Şerit Genişliğinin Belirlenmesi

Çelik levhalarda, "**4 katı kural**" geçerli değildir. Çelik yapılarda, çelik levhanın Kopma Mukavemetini **80 MPa**'a bölerek çarpan faktörü elde edilmektedir. Örneğin 480 MPa Kopma Mukavemetine sahip bir çelik malzeme kullanıldığında; $480/80=6$ oranı elde edilmektedir. Elde edilen bu oran İntikal Ekleminin şerit genişliği çelik plakasının kalınlığının yaklaşık **6 katı** olması gerektiğini belirtmektedir. İntikal eklemeleri, bir alüminyum yapı ile çelik yapı arasında sürekli, aralıksız birleştirmeler sağlamak için veya yerel birleştirmeler yapmak için kullanılabilir. Bir gemi çelik gövdeden ve alüminyum güverte ve üst yapıdan inşa edilmekteyse, intikal eklem şeritleri gövde çerçevesinde ve perdelerin üstleri boyunca monte edilmelidir. Perde üzerinde bulunan intikal eklemeleri tam uzunlukta olması gerekmektedir.

Kaynakçıların intikal eklemeleri ile iyi bir deneyim/tecrübeye sahip olana kadar, intikal eklemesinde aşırı ısınmayı önlemek için "temperstick" benzeri göstergeleri kullanması gerekmektedir.

2.3.1. Kaynak

Kaynak sırasında dikkat edilmesi gereken kritik hususlar aşağıda verilmiştir;

- Alüminyum ile çelik arasındaki arayüzey sıcaklığı 300°C 'nin (570°F) altında tutulmalıdır.
- Aşırı ve kalın kaynak yığılmasından kaçınılmalıdır; bir tane kalın dikişi yerine birden çok ince kaynak dikişi tercih edilmelidir.
- Sürekli uzun kaynak dikişleri yerine kısa kısa seri kaynak şekli olan metot kaynağı tercih edilmelidir.

- Pratikte intikal eklemi ilk önce Alüminyum parçaya kaynatılmalıdır. Bu sayede intikal eklemi çelik parçaya kaynak ediliyorken kaynak bölgesindeki ısı azaltımının daha iyi olması sağlanacaktır. Alüminyum yapı prefabrike ise, bu ek bir sertlik kazandıracaktır.

- Alüminyum / Çelik arayüzeyinin her iki tarafından da 3 mm'den daha yakın bir mesafeye kaynak yapılmasına izin verilmemelidir.

- Tek parçalı bir alüminyum perdenin her iki ucundan çelik bir gövdeye bağlandığı yerlerde; alüminyum malzemeye aşırı ısı girdisinden kaçınılmalıdır çünkü alüminyum parça soğuma esnasında büzülecek ve birleşimlerde çok yüksek gerilmeler meydana getirecektir.

2.3.2. Bükme

İntikal eklemleri aşağıdaki sınırlamalara dikkat etmek kaydıyla bükülebilir;

Minimum bükme yarıçapı yatay düzlemde 10 x şerit genişliği ve dikey düzlemde 300 mm'dir. Bükme işlemi soğuk yapılmalıdır.

2.3.3. Kesme

Kesme işlemi taş motoru, testere ve su jeti gibi mekanik yollarla yapılmalıdır. Kesinlikle gaz ve plazma kesimi yapılmamalıdır.

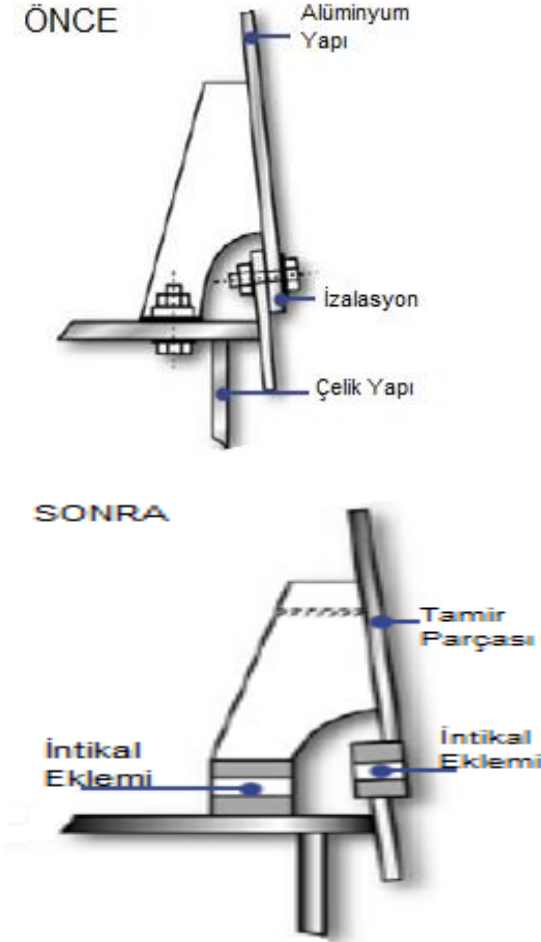
2.4. Yapısal İntikal Eklemlerinin Kullanıldığı Yerler

İntikal eklemleri genellikle deniz yapılarında kullanılmakta olup, ancak alüminyum ile çelik arasında sürekli ve bakım gerektirmeyen birleştirmelerin gerekli olduğu diğer endüstri alanlarında da kullanılmaktadır.

İntikal eklemlerinin kullanıldığı tipik uygulamalar:

- Alüminyum üst yapıların çelik güvertelerle birleştirilmesinde,
- Alüminyum güvertelerin (hatta perdelerin) çelik gövdelere birleştirilmesinde,
- Genellikle alüminyum olan parampetlerin çelik gövdeye birleştirilmesinde,
- Balıkçı teknelerinde çelik olan gövdenin, İngilizcesi "shelter deck" diye tabir edilen ve alüminyum malzemeden inşa edilmiş olan barınma güvertesiyle birleştirilmesinde,

- Elektronik ekipmanların ve sistemlerin, donatım veya onarım/yenileme kapsamında tadilatları sırasında savaş gemilerinin genellikle çelik olan güvertelerine yerleştirilmesinde,
- Servisteki bir gemide ihtiyaç duyulması hâlinde ilave yaşam mahallerinin eklenmesinde (Bunlar prefabrike yani önceden yapılmış hazır yapılar olabilir),
- Çelik tekne ile Paslanmaz Çelik ve Alüminyum gibi malzemelerden imal edilmiş olan sütunlar payandalar ve bölmeler gibi parçaların arasında kalıcı bir birleşimin gerektiği yerlerde,
- Çelik sistem ve ekipmanların, alüminyum malzemeden inşa edilen teknelere bağlanmasında (yüksek hızlı katamaranlardaki motor gövdeleri, matafora, vb.),
- Kıyıda inşa edilen alüminyum teknenin denize inişi sırasındaki oluşabilecek darbelerden zarar görmesini azaltmak için intikal eklemleri omurgaya boylu boyunca kaynatılarak çelik omurga oluşturularak, omurganın mukavemetinin artırılmasında,
- Gemilere veya petrol platformlarına helikopter iniş/kalkış platformu yerleştirilmesinde,
- Çelik güvertelere alüminyum kriyotankların bağlanmasında,
- Petrol platformlarındaki Alüminyum yürüyüş yollarının veya yaşam mahallerinin çelik gövdeye birleştirilmesinde, kullanılmaktadır.
- Korozyona uğramış mekanik ek yerlerinin onarımında kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekilde örnek uygulama gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Korozyona Uğramış Mekanik Ek Yerlerinin İntikal Eklemi ile Onarılması

3. Deneysel Çalışmalar ve Deney Düzenekleri

Bu araştırmanın amacı, Fe/Al intikal eklemlerinin mekanik özelliklerine termal yüklenmenin etkilerini değerlendirerek işlevsel performanslarını değerlendirmektir. Bu amaçla, intikal eklemlerinden hazırlanan farklı numuneler belirli sıcaklık ve zamanlarda ısıtıldı ve atmosfer ortamında kendi kendilerine soğuması sağlandı. İlk olarak ram çekme mukavemeti testi yapılarak mukavemet değeri-

rindeki değişim incelendi. Daha sonra mukavemet değerlerindeki değişimin nedenlerini incelemeye yönelik olarak mikrosertlik ve mikroyapı incelemesine başlandı.

3.1. Numune Hazırlanması

Özellikle, seçilen intikal eklemi herhangi bir işleme tabi tutulmamış ve **3 farklı** katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar **ASTM A 131 Grade D** kalitesinde çelik destek plakası üzerine patlama kaynağıyla birleştirilmiş **AA5083** kalite alüminyum üst plakası ve bahse konu iki katman arasında bulunan ticari saflıkta **AA1050** kalitede alüminyum ara katman plakasından oluşmaktadır. Hem demir hem de alüminyum difüzyon direncini geliştirmek için **AA1050** ara tabakasının bulunması gerekmektedir.

Yapısal intikal eklemının sıcaklık ve zaman değişkenleri karşısındaki sertliklerinin ve mikroyapılarının nasıl değiştiği incelenmek için hazırlanan numuneler aşağıda anlatıldığı gibi hazırlanmıştır;

- İntikal eklemi STJ numuneleri, ham (işlenmemiş) plaka şeritinin uzun kenarından önce enine sonra boyuna doğrultuda bir aşındırıcı tekerlek kesme makinesi kullanılarak kesildi.

- Deney numuneleri Torna tezgahında kesme kateri ile bir miktar işleme payı da bırakılarak kaba ölçülerine getirildi.

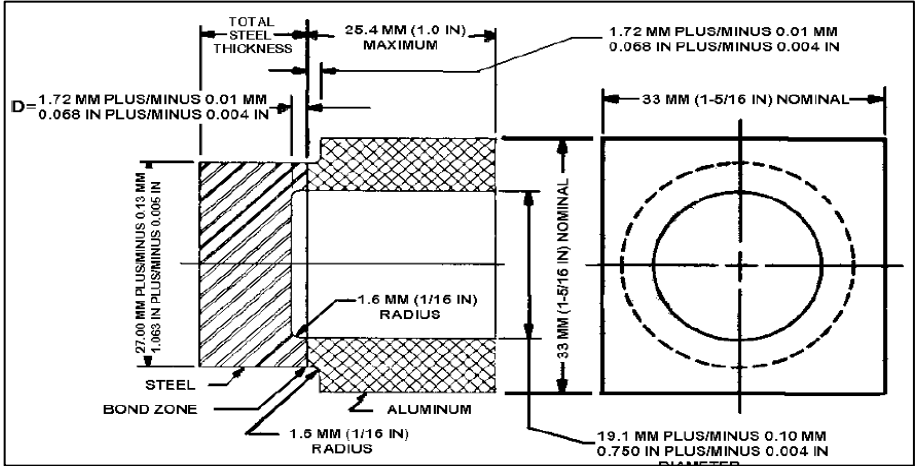
- Daha sonra malzemenin bir yüzeyi aynaya gelecek şekilde bağlanarak, ön yüzeyi talaş kaldırma süretiyle temizlenmiştir. Aynı işlem diğer yüzeye de uygulandı.

- En son 28x20x6 mm³ ölçüsüne getirilerek numune deney için hazır hâle getirildi.

Bütün bu işlemler yapılırken Fe/Al arayüzeyinin termal bozulmalarının en aza indirgenmesine özen gösterildi.

Yapısal intikal eklemının sıcaklık ve zaman değişkenleri karşısındaki mukavemetinin nasıl değiştiğini incelemek için hazırlanan RAM Testi numuneleri ilgili referansta belirtilen standarda uygun olarak aşağıda anlatıldığı gibi hazırlanmıştır [8].

- İşleme payları bırakılarak hidrolik şerit testere ile numuneler kaba ölçülerde kesildi.
- İstenilen ölçülerde kenarları freze tezgahında işlendi.
- Torna tezgahında numunelerin çelik kısmı istenilen çapta knux dış çap elması ile işlendi. Çelik alüminyum arayüzeyinden 1,6 mm alüminyum tarafına geçilmesine özen gösterildi.
- Ram'in (punç) gireceği alüminyum kısımda bulunan iç delik uygun matkapla delindi. Delik kateri ile istenilen ölçüde delik açıldı. Delik açılırken Çelik alüminyum arayüzeyinden 1,6 mm çelik tarafa geçilmesine özen gösterildi.



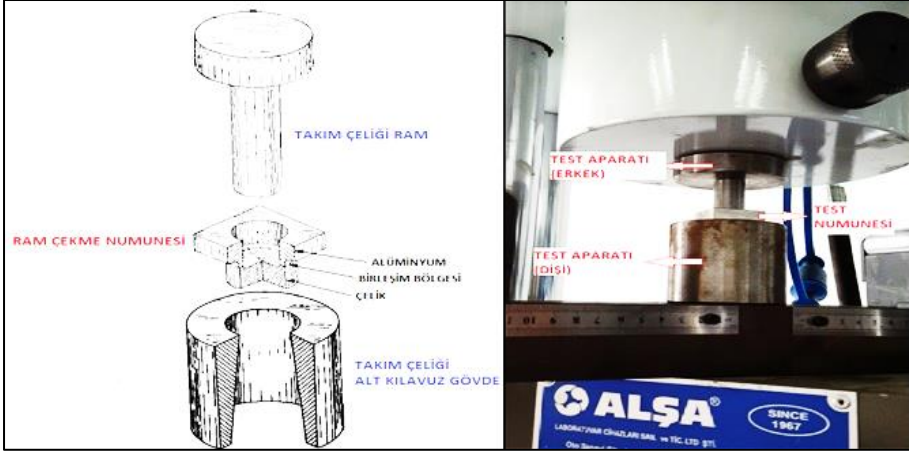
Şekil 3.1. RAM Çekme Numunesi Ölçüleri



Şekil 3.2. Mikro Yapı-Sertlik İncelemesi için Hazırlanan Numune ve RAM Çekme Testi Numunesi

3.2. RAM Çekme Deneyi

Patlama Kaynağıyla birleşen farklı metallerin birleşme bölgesi olan çelik-alüminyum arayüzeyinin mukavemeti, **Ram Çekme Testi** ile değerlendirilmektedir. Test sırasında kuvvet, farklı malzeme arayüzeylerini sınırlayan düzlemlere dik doğrultuda uygulanmaktadır. Bağ arayüzeyine karşılık gelen geçiş alanının hemen üzerindeki kesitte gerilmeleri yoğunlaştırmak için belirli bir silindirik/paralel yüzeye sahip bir numune kullanılmaktadır. MIL-J-24445A standardı, iki malzemeli numunenin boyutlarını, gereksinim ve özelliklerini belirtmektedir, fakat prensipleri üç katmanlı intikal eklemeleri için kolayca genişletilebilir.



Şekil 3.3. RAM Çekme Testi Düzenegi ve Test Görüntüsü

MIL-J-24445 standardına uygun olarak tasarlanan ve Takım çeliğinden imal edilen deney aparatları iki parçadan oluşmaktadır. Altta test numunesine kılavuz eden gövde ve üst tarafta test numunesinin içine girebilecek şekilde tasarlanmış RAM (Punç) bulunmaktadır.

Deney aparatları ve deney parçaları Yıldız Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği bölüm binasındaki laboratuvarında bulunan Alşa firmasının universal bir çekme test makinesine monte edilmiş ve deneyler sorunsuz olarak yapılmıştır. Aparatlar ve deney numuneleri herhangi bir kaçıklığa ve dengesizliğe mahal vermemek için özenle hizalanıp, merkezlenmiştir. Numune, silindirik eksen etrafında dönmesine olanak tanıyacak şekilde kalıbın üst yüzeyine dayanmaktadır. Temas esnasında punç ve numune arasındaki

basıncın üniform (tekbiçimli) olduğu ve uygulanan yükün aksel ve simetrik olduğu değerlendirilmektedir.

Punç'ın basıncı, deney parçasının bağlantı arayüzeyinde gerilme yüklerine neden olmaktadır. Punç intikal eklemi arayüzeyi ile temas hâlindeyken, intikal eklemi kırılana kadar sıkıştırılmaktadır. Test sırasında kaydedilen maksimum gerilme değeri, farklı sıcaklık-zaman çevrimi için birleşim mukavemetini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Punç hızı bütün deneyler için 0.05 mm/s'ye ayarlandı. Bütün deneylerde ön yük 30 N/mm² olarak ayarlandı. Çizelge-3.1'de, deney planı ve sonuçları sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Deney Planı ve Mukavemet Sonuçları

DENEY NUMARASI	SICAKLIK (°C)	ZAMAN (dakika)	KUVVET (kN)	MUKAVEMET (MPa)
NUMUNE-1	25	5	58,455	202,35
NUMUNE-2	300	15	53,092	183,785
NUMUNE-3	500	25	20,512	71,005
NUMUNE-4	300	25	53,493	180,173
NUMUNE-5	400	20	43,890	151,931
NUMUNE-6	500	15	33,786	116,95
NUMUNE-7	500	5	56,829	196,722
NUMUNE-8	25	25	57596	199,37
NUMUNE-9	300	5	56,845	196,777
NUMUNE-10	400	15	49,651	171,874

4. Deneysel Bulgular ve İrdelenmesi

RAM Testi sonucundan elde edilen verileri incelediğimizde, numunelerin mukavemetini düşüren temel değişkenin sıcaklık olduğu tespit edildi. 300 °C'ye kadar kopma mukavemetinde ciddi bir düşüş gözlemlenmedi. Bu sıcaklığın üzerinde bariz bir şekilde mukavemetin düştüğü görülmüştür. Mukavemet değerlerinin düştüğü 500 °C sıcaklıkta, fakat farklı sürelerde ısıl işleme tabi tutulan 3-6-7 numaralı numuneler ve 400 °C sıcaklıkta fakat yine farklı sürelerde ısıl işleme tabi tutulan 5-10 numaralı numunelerin sonuçları ayrı ayrı irdelendiğinde; intikal eklemlerinde mukavemet azalmasındaki ikinci önemli değişkenin zaman olduğu görülmektedir. MIL-J-24445A standardında yapısal

İntikal eklemının sağlam olduğunu değerlendirebilmek için çekme gerilmesi değerinin 75 N/mm²'den büyük olması gerektiği belirtilmektedir. Numune-3'ün bu değerin altında kaldığı görülmektedir. Numune-3'ün süre-sıcaklığında ısı işleme maruz kalmış bir eklemın kullanımı uygun olmayacağı görülmüştür. İntikal eklemleri üzerinde yapılacak olan kesme ve kaynak gibi işlemler sırasında, kritik sıcaklık ve zaman değerleri olan 300 °C ve 15 dakika'nın üzerine çıkılmaması gerektiği yapmış olduğumuz çalışma ile bir kez daha teyit edilmiştir.

Mikrosertlik ve mikroyapı incelemeleri devam etmekte olduğu için deneysel çalışmalar kısmında bahsedilmemiştir. Mukavemet azalmasının nedenlerini araştırmak amacıyla Yurt dışında yapılan benzer çalışmaları irdelediğimizde; sıcaklık ve zamanın artmasıyla çelik-alüminyum arayüzeyinde sertliğin yükseldiğı ve arayüzey bölgesinde sert ve kırılğan çeşitli Fe_xAl_y metallerarası bileşikleri oluştuğı tespit edilmiştir. Metallerarası fazların oluşum hızı difüzyona odaklıdır, bu nedenle zaman ve sıcaklık değişkenlerine bağımlıdır [9, 10, 11].

Mukavemet değerlerindeki düşüşün nedeni sert ve kırılğan metallerarası fazların bulunduğu bölgede olduğu görülmektedir. Devam eden çalışmamızda çelik-alüminyum arayüzeyinde oluşan metallerarası bileşiklerin türü ve sertlikleri tespit edilmektedir.

5. Sonuç

İntikal eklemlerinden istenilen mukavemet değerleri ve işlevleri yerine getirmesi için özellikle kesme ve kaynak sırasındaki ısı girdilerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Alüminyum çelik arayüzeyinde sıcaklığın etkisiyle oluşan sert ve kırılğan metallerarası bileşikler malzemenin mukavemetini düşürmektedir. Mukavemet düşüşüne sebep olan kırılğan metallerarası fazın oluşumunu engelleyecek kaynak sırasında sıcaklık kontrolü yapılabilecek sensörler veya ölçüm metotları (temper stick vb.) geliştirilerek sorunsuz bir şekilde intikal eklemleri kullanılabilir.

Kaynakça

- [1] Yılmaz, M., Col, M., & Acet, M. (2003). Interface properties of aluminum/steel friction-welded components. *Materials Characterization* 49, 421– 429.
- [2] Merrem & La Porte firması Triclad Ürün Kataloğu
<https://www.boatdesign.net/attachments/triclad-pdf.58455/>
- [3] Kahraman, N. (2003). *Titanyum levhaların patlamalı kaynak yöntemi ile farklı metallerle birleştirilmesi ve arayüzey özelliklerinin incelenmesi* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [4] Kaya, Y. (2014). *An investigation into the microstructure, mechanical and corrosion properties of grade a ship steel-stainless steel composites produced byexplosive welding method* (Ph D. Thesis). Karabük University.
- [5] Acarer, M. (2001). *Patlamalı kaynakta patlayıcı oranı, ara boşluk mesafesi ve altlık cinsinin çelik/çelik birleştirilmesi kalitesine etkisi* (Doktora tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilimdalı, (s. 5-119).
- [6] Explosion welding, fundamentals of process. (1992). In *Welding Handbook*, V 3 (pp. 264-277).
- [7] Oğuz, B. (1990). *Demir dışı metallerin kaynağı*. OERLIKON Yayını.
- [8] *ABS rule requirements for materials and welding- supplementary requirements for naval vessels*. (2016).
- [9] Naoi, D., & Kajihara, M. (2007). Growth behavior of Fe₂Al₅ during reactive diffusion between Fe and Al at solid-state temperatures. *Materials Science and Engineering A* 459, 375-382.
- [10] Kobayashi, S., & Yakou, T. (2002). Control of intermetallic compound layers at interface between steel and aluminum by diffusion-treatment. *Materials Science and Engineering A* 338, 44-53.
- [11] Jindal, V., & Srivastava, V. C. (2008). Growth of intermetallic layer at roll bonded IF-steel/aluminum interface. *Journal of Materials Processing Technology* 195, 88-93.

**ULUSLARARASI PLATFORMLARDA MATEMATİK TEMELLİ
BİLİM-TEKNOLOJİ-EĞİTİM İŞ BİRLİĞİ FIRSATLARI:****GÜRCİSTAN-1****Kafkasya Bilim-Eğitim Merkezi (KABEM) Önerisi****Yusuf F. GÜLVER***

*Uzman, Mühendislik Fak., T.C. Pîrî Reis Üniv., İstanbul-Türkiye,
yfgulver@pirireis.edu.tr*

Özet

Bu bildiriye, Kafkasya ülkelerinden biri olan Gürcistan ile bilim-eğitim alanında önemli iş birliği fırsatlarından biri olarak Türkiye'de matematik temelli bir Bilim-Eğitim Merkezi kurulumu önerisine ilişkin bilgiler verilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Gürcistan, komşularla bilim-eğitim iş birliği, matematik temelli bilim-eğitim merkezi.

COOPERATION OPPORTUNITIES OF MATHEMATICAL BASED**SCIENCE-TECHNOLOGY-EDUCATION IN****INTERNATIONAL PLATFORMS: GEORGIA-1****Proposal of the Caucassian Science-Education Center****Abstract**

In this report, the information about an essential cooperation opportunities with one of the Caucassian countries, Georgia, in the field of science-education, the proposition of foundation of Math based Science-Education Centre in Türkiye will be given.

* Yazar, 2010-14 yılları arasında Tiflis Devlet Üniversitesi İ. Vekua Uygulamalı Matematik Enstitüsünde önce uzman ardından da bilim araştırmacısı olarak çalışmış ve 2011-13 yılları arasında da aynı enstitüde bulunan Tiflis Uluslararası Matematik ve Bilişim Merkezinin İleri Kurslar ve Minisempozyumlar Bölüm Başkanlığını yürütmüştür.
450

Keywords: Georgia, science-education cooperation with neighbours, math based science-education center.

1. Giriş

Gürcistan, milatla başlayan ve 11. ve 12. asırlarda olgunlaşan ve günümüze gelen eğitim-akademi geleneği, 100 sene önce kurulan Kafkasyanın ilk Üniversitesi, 75 sene önce kurulan Ulusal Bilimler Akademisi, Sovyetler zamanında elde ettiği hesaplamalı Matematik, ileri ve çok yönlü (savunma dâhil) sanayi ve tarım alanındaki zengin tecrübeleri ile birçok iş birliği fırsatı sunmakta ve yatırımcıların dikkatini çekmektedir [1].

Gürcistan, komşusu Türkiye'nin Kafkasya'daki ve Orta Asya'daki Türk Devletleri ile işbirliği yapmasında stratejik bir köprüdür. Türkiye'deki Gürcüler, Gürcistan'daki Türkler ve iç-içe geçmiş geleneklerimiz Gürcistan-Türkiye arasında yapacağımız iş birliklerinin doğal ve sürdürülebilir teminatıdır.

Gürcistan'da 2012 yazında, İv. Djavakhişvili Tiflis Devlet Üniversitesi'nin (TDÜ) çeşitli enstitü, bölüm ve birimlerinin işbirliğiyle, İ. Vekua Uygulamalı Matematik Enstitüsü (İVUME) Matematik Modelleme ve Hesaplamalı Matematik Bölüm Bşk. Profesör T. S. Vaşakmadze'nin danışmanlığında, TDÜ İVUME Matematik Öğretmeni J. Bolkvadze'nin genel sekreterliğinde ve TDÜ İVUME, Tiflis Uluslararası Matematik ve Bilişim Merkezinin İleri Kurslar ve Minisempozyumlar Bölüm Bşk. Yük. Müh. Y. F. Gülver'in genel koordinatörlüğünde TDÜ Matematik Bölümü lisansüstü öğrencilerinin yardımları ile uygulanmaya başlanan "Adım-Adım Bilime Doğru (AABD) Bilim-Eğitim Okulu faaliyetleri kapsamında, Müzeler, Konservatuvar ve Sanat Akademisi gibi devlet kurum ve kuruluşlarının da desteği ile, bugüne kadar, 10'dan fazla haftalık bilim-eğitim kampı, yediden fazla mevsimlik toplantı ve ders, dörtten fazla öğrenci değerlendirme konferansı, yedi eğitim semineri, 13 konser, iki resim sergisi ve birçok gezi düzenlenmiştir. Matematik temelli ve, sanat ve spor destekli AABD faaliyetlerinde uygulayarak geliştirilmiş özgün bir bilim-eğitim modeli kullanılmaktadır [2].

Uyguladığı özgün bilim-eğitim modeli ile okul döneminde olan öğrenciler ile Üniversitede bulunan bilimciler arasında bağ kuran AABD Bilim-Eğitim kampları, Gürcistan'da ülke genelinde birçok öğrenciyi cezbetmiş, 2013 yazında Türkiye'den, takip eden kış ayında ise Azerbaycan'dan gelen öğrencileri de kapsayacak şekilde bir yıl içinde uluslararası hâle gelmiştir.

Altıncı Bilim-Eğitim kampı 7-13 Eylül 2014'te MEB onayı ve yerel devlet kurumları ve yönetimlerin desteği ile Ordu-Korgan Yatılı Bölge Ortaokulu'nda gerçekleştirilmiştir. Kampa Türkiye ve Gürcistan'dan toplamda yaklaşık 100 kişi katılmıştır (50 öğrenci, 40 bilimci ve eğitmen, 10 yardımcı personel).

Uygulayarak niteliği sürekli artırılmış olan AABD Bilim-Eğitim faaliyetlerinin popülerliği de zamanla artmış; Gürcistan'da yapılan yedinci kampın açılışı (8-14 Ocak 2015) aynı gün içerisinde üç ulusal kanalın haber bülteninde yer almıştır.

Tiflis'te TDÜ'nde başlayıp Çiatura'da biten AABD sekizinci Bilim-Eğitim kampına Türkiye'den ve Gürcistan'dan toplamda yaklaşık 60 kişi (20'şer öğrenci, 10'ar eğitmen ve yardımcı personel) katılmıştır (15-21 Haziran 2015). Kamp açılışının iki gün öncesinde can ve mal kaybının olduğu büyük bir sel felaketi yaşanmış olmasına rağmen, Üniversite yetkilileri tarafından diğer eğitimlere ara verilmiş olmasına rağmen, kamp ertelenmeden gerçekleştirilmiştir.

AABD Bilim-Eğitim modeli, okul dışı zamanlarda uygulanması sayesinde var olan örgün eğitimi takviye edici; öğrencileri küçük yaşlardan bilimsel/matematiksel düşünmeye alıştırmaya, içerdiği sanat ve spor faaliyetleri ile de dengeli ruh ve beden gelişimlerini ihmal etmeyen bir bütüncül niteliğe sahiptir.

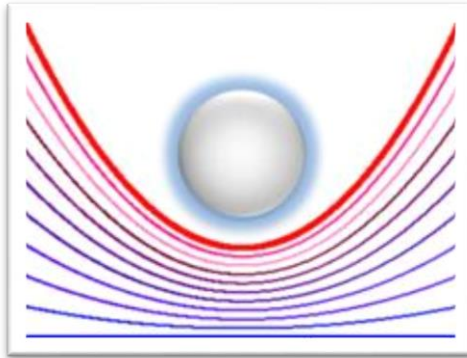
Uluslararası nitelik kazanmış, ders veren bilimci ve eğitmenlerin gönüllü olduğu ve öğrencilerin ücretsiz katılabildiği, AABD Bilim-Eğitim faaliyetlerinin daha nitelikli, yaygın ve sistemli yapılabilmesi için Türkiye ve Gürcistan'dan içerisinde eğitimci, matematikçi ve diğer bilimcilerin de yer aldığı (14 üyeli) bir danışma kurulu ile düzenleme kurulu (6 üyeli) oluşturulmuş olup; ayrıca, altıncı Bilim-Eğitim kampı esnasında katılan bilimci ve yürütücüler tarafından yapılan toplantılar (bk. Tablo 1) neticesinde Ordu'da uluslararası bir merkez [Kafkasya Bilim-Eğitim Merkezi(KABEM)] kurulması önerilmiştir.

Bu bildirin devamında KABEM'in kurgulanan yapısı ve gerçekleşinceye kadar yapılacak işlerin planı (ikinci kısım), KABEM önerisine katkıda bulunanlar (üçüncü kısım), önerinin sunulduğu toplantılar (dördüncü kısım), önerinin gerçekleşmesi için yapılabilecekler (beşinci kısım) ve öneri gerçekleştiği takdirde kazançlarımızdan (altıncı kısım) bahsedilecektir.

2. KABEM'in Kurgulanan Yapısı ve İş Planı

Amblem

KABEM için -1 ile +1 aralığında çizilmiş mavi bir çizginin 10 aşamada kırmızı parabol eğrisine dönüşümünü gösteren ve tam ortasında mavi hâreli beyaz bir küre bulunan Şekil 1'deki amblem önerilmiştir (Y. F. Gülver, 2012). Burada düz mavi çizgi, eğitime başlayan öğrenciyi, kırmızı parabol öğrencinin ders aldığı bilimcileri, mavi hâreli beyaz küre ise bilgiyi/bilgeliği temsil etmektedir. Bilgi/bilgelik aşkıyla eğitime başlayan öğrencinin zamanla ona bilig (bilgi, hayal gücü ve erdem) aktaran bilimcilerden etkilenecek olgunlaşması sürecini ise çizginin aşama aşama eğrilmesi ve maviden kırmızıya doğru olan renk dönüşümü temsil etmektedir.



Şekil 1. KABEM için Önerilen Amblem.

Kuruluş Yeri

Ordu-Korgan'da yapılan AABD 6ncı Bilim-Eğitim Kampında önerilen merkezin kuruluş yeri üzerinde çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır. Karedeniz'in ortasında oluşu; Türkiye'nin ekolojik olarak Kasfkasya bölgesine giren en uç şehri olması; İstanbul, Ankara ve Tiflis'e yakınlığı açısından nerdeyse merkezde oluşu nedeniyle (daha güçlü bir seçenek çıkmadığı sürece) merkezin Ordu'da kurulmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.

Gaye

Komşu ülkeler arasında uygulamalı matematik temelinde kültürün her alanında ilişkilerin güçlendirilmesidir.

Amaçlar

1. Erdem temelli AABD Bilim-Eğitim modelinin uygulayarak geliştirilmesi.
2. Doğa Bilimleri, Mühendislik, Tıp, Sosyal Bilimlerin Uygulamalı Matematik temelinde geliştirilmesi.
3. Matematikte birikmiş olan malumatın paylaşımı.
4. Bilgilerden yeni nesillere bilig (bilgi, hayal gücü ve erdem) aktarımı.
5. Katılımcılarının dengeli akıl, ruh ve beden gelişiminin desteklenmesi.
6. Öğrenciler arasında erken yaşlarda kültürel paylaşım.
7. Bilimciler/araştırmacılar arasında çeşitli konularında iş birliklerinin kurulması.
8. Türkçe, Gürcüce ve diğer Kafkas dillerinin öğretilmesi ve o dillerde dilbilimsel çalışmaların yapılması.

Hedefler

1. Destek verecek Üniversitelerde koordinasyon ofislerinin açılması.
2. Ordu'da Kafkas Bilim - Eğitim Merkezi'nin kurulması.
3. Her sene, yaz, güz ve kış Bilim-Eğitim kampları düzenlenmesi.
4. Bilim-Eğitim kamplarında başarılı olan öğrencilerin bilimci ve araştırmacıardan ders almalarının ve onlarla düzenli görüşmelerinin sağlanması.
5. Türkiye ve Gürcistan'dan destek verecek Üniversitelerden bilimci ve araştırmacıların, Ordu'da kurulacak olan merkezde her sene üç aydan kısa süreli olmamak koşuluyla görevlendirilmesi.
6. Her iki senede, bir kere, Kafkasya Bilgi Şöleni (sempozyumu) düzenlenmesi.

İş Planı

1. **Birinci sene:** Her üniversitede koordinatör ve yardımcılarının belirlenerek, çalışma ofislerinin açılması.
2. **İkinci sene:** Destek veren üniversite ve diğer kurumlardan uygulamalı matematik alanında bilimci, araştırmacı ve asistanların (Türkolog ve Gürcü filologlarla beraber) Ordu'ya en az üç aylık görevlendirmelerle gönderilmesi. Birinci Kafkasya Bilgi Şöleninin gerçekleştirilmesi.
3. **Üçüncü-Beşinci Seneler:** İkinci senede yazılı olan görevlendirme ve yönlendirmelerin aynen tekrarı ile devam etmesi ve bununla beraber Ordu'da kurulacak olan Bilim - Eğitim Merkez'i için şehirde belirlenen bir arazide merkez binasının inşasının gerçekleşmesi.

4. Yukarıda kaydedilmiş faaliyetlerin dışında, birinci seneden itibaren Türkiye'de ve Gürcistan'da karşılıklı bilim-eğitim kamplarının düzenlenmesi amaçlanmaktadır.

Bilim-Eğitim kamplarının diğer ülkelerden de gelecek katılımcılara açık olarak okul tatil dönemlerinde düzenlenmesi öngörülmektedir. Bu kamplara katılan bilgili ve erdemli öğrenciler, Bilim-Eğitim Merkezinin gelecekteki araştırmacı-eğitimci kadrolarının oluşturulması amacıyla yetiştirilecektir.

KABEM'de Öngörülen Faaliyetler

1. “Adım-Adım Bilime Doğru” Bilim-Eğitim modelini uygulamak.
2. Bölge ülkelerinin sorunlarına çare bulmak için ortak bilimsel araştırmaların yapılarak projelerin üretilmesi.
3. Sanat (Kafasya Sanat Festivali) ve Spor Faaliyetleri düzenlemek.
4. Türkiye ve Gürcistan veya diğer Kafkas devletlerinin bilimsel kuruluşları tarafından yapılan uluslararası proje çağrılarında ortak proje teklifleri sunmak.
5. Döner Sermaye Projeleri hazırlamak (mühendislik problemlerinin etkili ve hızlı çözümünde kullanılacak algoritma ve modellerin geliştirilmesi, yapay zekâ yazılımları, zihin oyunları ve dışarıdan gelecek taleplerin projelendirilmesi).

3. KABEM Önerisine Katkıda Bulunanlar

AABD ilk bilim eğitim kampları Tiflis'te düzenlendiği zamanlarda Temel fikri doğmuş olan Kafkasya Bilim-Eğitim Merkezi ile ilgili görüşler, Ordu-Korgan'da yapılan AABD altıncı Bilim-Eğitim kampı sırasında ilk kez yazıya dökülmüştür. Kampa katılan yürütücü ve bilimcilerden ilgili olanların katıldığı fikir geliştirme toplantıları ve sonrasında yapılan yenileme çalışmalarına katılanların listesi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. KABEM Önerisine Katkıda Bulunanların Listesi

Toplantı Tarihi ve Yeri	Katılanlar
08.09.2014, Fikir Geliştirme Toplantısı-1, Ordu-Korgan.	Prof. Dr. İ. Burhan Türkşen, Prof. Dr. Ketevan Lortkipanidze, Öğr. Gör. Taylan Zafer Bali, Öğretmen Adem Dünür, Arş. Gör. Elif Burcu Dilden, Yük. Müh. Yusuf F. Gülver.
10.09.2014, Fikir Geliştirme Toplantısı-2, Ordu-Korgan.	Prof. Dr. Tamaz Vashakmadze, Prof. Dr. Anzor Gvelesiani, Öğr. Gör. Taylan Zafer Bali, Öğretmen Adem Dünür, Psikolojik Danışman Oykun Gürkan, Yük. Müh. Yusuf F. Gülver.
26.09.2014 ile 24.03.2016 tarihleri arasında farklı zamanlarda Ankara veya Tiflis'te yapılmış olan toplam 11 tane yenileme toplantısı.	<i>En az bir yenileme çalışmasına katılmış olanlar:</i> Prof. Dr. Tamaz Vashakmadze, Öğretmen Jana Bolkvadze, Öğretmen Adem Dünür, Psikolojik Danışman Oykun Gürkan, Tarihçi Seda Erköseoğlu, Mimar Güldane Aktur, Öğrenci Rusudan Barikhaşvili, Yük. Müh. Yusuf F. Gülver.

4. KABEM Önerisinin Sunulduğu Toplantılar

İTÇ-V ile birlikte en az 20 yerde sunulmuş olan AABD Özgün Bilim Eğitim Modeli ve KABEM önerisi, sunulduğu bütün toplantılarda olumlu karşılanmış olmasına rağmen, maalesef, merkezin kurulması için henüz maddi kaynak bulunamamıştır (bk. Tablo 2). İTÇ-V katılımcıları arasında yer alan Kafkasya kökenli bilimciler ile (Prof. Dr. T. S. Vaşakmadze, Prof. Dr. S. Sultansoy, Prof. Dr. B. İbrahimoğlu, 24 Ekim 2017, Tuzla-İstanbul) İTÇ-V Başkanı Prof. Dr. M. O. Alniak başkanlığında yapılan danışma toplantısında, merkezin en baştan Avrasya Bilim-Eğitim Merkezi olarak kurgulanabileceği fikri de kaydedilmiştir.

Bugüne kadar yapılan bilim-eğitim faaliyetlerine Türkiye ve Gürcistan'da birçok bilimci (eğitimciler dâhil), sanatçı ve beden eğitimcinin gönüllü katkısı olmuştur. KABEM kurulduğu takdirde bu katkıların gittikçe artacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca KABEM'e araştırma-eğitim için Gürcistan'dan gelecek bilimcilerin Şota Rustaveli Bilim Kurumu Başkanlığı tarafından masraflarının karşılanabileceği sözü de görüşmeler esnasında kaydedilmiştir (Tiflis, 25 Aralık 2014).

Tablo 2. KABEM Önerisinin Sunulduğu Toplantılar

<p>Yazım sırası şöyledir: Tarih, Sunum, Sunum Yapanlar, Yer: Sunumu Dinleyenler.</p>
<p>25.12.2014, Sunum, Prof. Dr. Tamaz Vashakmadze, İrakli Kardava, Yusuf F. Gülver, Şota Rustaveli Bilim Kurumu Başkanlığı, Tiflis (Gürcüce): Prof. Dr. M. Çitaşvili (Genel Md.), T. Dolidze (Baş Uzman).</p>
<p>30.12.2014, Sunum, İrakli Kardava, Yusuf F. Gülver, Ardahan Üniv. Rektörlüğü, Ardahan: Prof. Dr. R. Korkmaz (Rektör), E. Gültürk (Genel Sekreter), Yrd. Doç. Dr. M. Durmuş (İnsani Bilimler ve Edebiyat Fak. Dekan Yrd.), G. Çopur (Arş. Gör.).</p>
<p>07.01.2015, Sunum, Oykun Gürkan, Yusuf F. Gülver, TÜBİTAK-Uluslararası İşbirliği Daire Başkanlığı, Ankara: H. Karataş (Daire Başkanı), M. Güzel (Bilimsel Programlar Uzmanı).</p>
<p>08.01.2015, Sunum, Oykun Gürkan, Yusuf F. Gülver, TOBB-ETÜ, Ankara: Prof. Dr. i. B. Türkşen (Endüstri M., Bulanık Sistemler Derneği Onursal Başkanı), Prof. Dr. S. Sultansoy (Kuantum Fizikçisi), Doç. Dr. B. Bağcı (Kuantum Fizikçisi), Öğr. Gör. T. Z. Bali (İktisat B., Ankara Siyasal Bilgiler Fakültesi), Y. Temur (Misafir, İktisat B. 4nci Sınıf Öğr.).</p>
<p>16.01.2015, Sunum, İ. Burhan Türkşen, Yusuf F. Gülver, TEPAV, Ankara: H. R. Yılmaz (Dış Politika Uzmanı).</p>
<p>21.01.2015, Matematik Bölümü Semineri Sunumu, Yusuf F. Gülver, TOBB-ETÜ, Ankara: Prof. Dr. V. Özsoy (Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Dekanı), Prof. Dr. M. Bayraktar (Matematik Bölüm Başkanı), Prof. Dr. O. Duman (Fen Edebiyat Fakültesi Dekan Yrd.), Prof. Dr. İ. B. Türkşen, Prof. Dr. S. Sultansoy, Prof. Dr. Ö. Akın (Matematik B.), Prof. Dr. A. Ü. Erdem (GAZİ Ü., Makine Müh.), Doç. Dr. M. A. Güler (Makine Müh.), Öğr. Gör. T. Z. Bali (İktisat B., Ankara Siyasal Bilgiler Fakültesi), K. Feyzioğlu (AFSAD Eğitmeni), O. Gürkan (AFSAD YK üyesi, AABD Ankara Koordinatörü), S. Erköseoğlu (AABD Genel Sekreteri), A. Dünür (AABD Ordu Koordinatörü), G. Aktur (Mimar), H. Emiri (Tenor), S. Karademir (misafir), A.</p>

Uzan (misafir), B. Yavuz (Makine Müh., karate antrenörü), D. Baran (Matematik B. İnci Sınıf Öğr.).

28.01.2015, Sunum, O. Gürkan, S. Erköseoğlu, A. Dünür, Y. F. Gülver, **Gürcistan Büyükelçiliği**, Ankara (Gürcüce, İngilizce):

İ. Koplatazde (Büyükelçi), D. Malazde (Kültür Ateşesi).

30.01.2015, Sunum, O. Gürkan, Y. F. Gülver, **TİKA Gürcistan Masası**, Ankara: Ö. Güvenç (Uzman).

30.01.2015, Sunum (Özgün Eğitim Yöntemi), O. Gürkan, Y. F. Gülver, **Ankara Üniv. Çocuk Bilim Merkezi**, Ankara:

Prof. Dr. N. Aral (Md.), E. Özbal (Eğitim Uzm.), T. Z. Bali.

02.02.2015, Sunum, O. Gürkan, Y. F. Gülver, **ODTÜ Felsefe B.**, Ankara:

Prof. Dr. A. İnam, Dr. A. Çevik.

07.04.2015, Sunum, Y. F. Gülver, **Tiflis Devlet Üniv., Üniversite İdaresi**, Tiflis (Gürcüce):

Prof. Dr. T. Vaşakmadze (AABD Danışma Kurulu Bşk., TDÜ-İVUME Matematik Modelleme ve Hesaplamalı Matematik Bölüm Bşk.), Prof. Dr. G. Giorgadze (TDÜ, İVUME), Prof. Dr. G. Gabriçidze (Gürcistan Bilimler Akademisi), Prof. Dr. T. Baramidze (Kafkasioloji Enstitüsü Md.), J. Bolkvadze (AABD Gürcistan Koordinatörü), J. Tsikipurişvili (AABD Yrd. Koordinatör). İ. Çaraya (Rektör Danışmanı), G. Mamulaşvili (Sürekli Eğitim Merkezi Md.), Dr. M. Lomouri (Çocuk Üniv. Koordinatörü), Yrd. Doç. Dr. G. Dvalaşvili (Geziler Md., Coğrafyacı), G. Grigolaşvili (Çocuk Üniv. Projeler ve Programlar Koordinatörü).

16-17.04.2015, Sunum, O. Gürkan, Y. F. Gülver, **Niğde Üniv., 24ncü Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi**, Niğde:

Prof. Dr. N. H. Polat (Niğde Üniv. Eğitim Fak. Dekanı), Prof. Dr. A. Baki (Matematik Eğitim Derneği Bşk.), Prof. Dr. H. Doğan (AÜ BÖTE, emekli), Prof. Dr. A. Mahiroğlu (Gazi Teknik Eğitim Fak.), Prof. Dr. F. Köseoğlu (Gazi Üniv., OFMAE B. Kimya Eğitimi), Prof. Dr. A. Aydın (Osmangazi Üniv. Eğitim Bilimleri Bölüm Bşk.), Prof. Dr. A. Tümküklü (9 Eylül Üniv. Psikoloji ABD Başkanı), Doç. Dr. S. M. Şahin (Niğde Üniv., Matematik Eğitimi), Yrd. Doç. Dr. A. Yenmez (Niğde Üniv., Matematik Eğitimi), E. Avcı (Mersin İl Milli Eğitim Md.), A. Güney (PDR, Konya Bilim Merkezi Memuru), H. Erkol (Eğitim Yönetimi, Y. Lisans Ö.), F. N. Ersoy (Fizik Öğretmeni).

18.04.2015, Sunum, O. Gürkan, Y. F. Gülver, **Kemerhisar-Niğde:**

Yöre halkı yaklaşık 100 kişi (Kemerhisar Belediye Başkanı (kısmen)).

13.08.2015, Sunum, O. Gürkan, T. Z. Bali, Y. F. Gülver, **AÜ DTCF**, Ankara:

Prof. Dr. T. Gültekin (Beypazarı MYO Müdürü).

???.11.2015, Sunum, Y.F. Gülver, **BİLKENT Üniv. Eğitim F.**, Ankara:

Prof. Dr. A. Ayas (Misafir Öğ. Ü.).

25.12.2015, Sunum, Y.F. Gülver, **ODTÜ Eğitim Fakültesi**, Ankara:

Prof. Dr. E. Çakıroğlu (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi Merkezi Md., İlköğretim B.), Doç.Dr. A. K. Erbaş (Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanı Eğitimi B.).

31.12.2015, Sunum, Y.F. Gülver, **ODTÜ Teknokent**, Ankara:

M. Kızıldaş (ODTÜ Teknokent Genel Md., Ankara Kalkınma Ajansı YK Üyesi).

8.01.2016, Sunum, Y.F. Gülver, **GAZİ Üniv.**, Ankara:

Doç. Dr. M. Bulut (Proje Koordinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi Md., Rektör Danışmanı, Eğitim F. İlköğretim Matematik Eğitimi B.).

11.01.2016, Sunum, Y.F. Gülver, **Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı**, Ankara:

F. K. Öztürk (Ar-Ge ve Yenilikçilik Destekleri Daire Bşk., Girişimciliği Geliştirme ve Destekleme Daire Bşk.; Bilim ve Teknoloji Genel Md. V. Doç. Dr. İ. Murat Ar'ın genel bilgisi dâhilinde).

23.10.2017, Sunum, Y. F. Gülver, **Pîrî Reis Üniv.**, V. İleri Teknolojiler Çalıştayı (**İTÇ-2017**), Tuzla-İstanbul:

Çalıştay 3. Paralel Oturum katılımcıları.

5. KABEM Önerisinin Gerçekleşmesi için Yapılabilecekler

Üçüncü kısımda belirtilen iş planının uygulanabilmesi için

1. Destek verecek üniversitelerin bulunarak bunlar arasında bir protokol imzalanmasının sağlanması,
2. KABEM binasının kuruluşu için resmî veya özel mali destek bulunması,
3. Hem bilimsel araştırma hem de eğitimsel çalışma yapılması kurgulandığından hem Bilim, Sanayi ve Teknoloji (09.VII.2018'den itibaren Sanayi ve Teknoloji), hem de Millî Eğitim Bakanlıklarının onay ve desteklerinin alınması gerekmektedir.

6. KABEM Önerisi Gerçekleşirse Türkiye'miz Neler Kazanır?

KABEM kurulduğu takdirde aşağıdaki kazanımların elde edileceği değerlendirilmektedir:

1. Zeki gençlerimizin nitelikli eğitim ve araştırma için yurt dışına gitmelerinin kısmen önü alınmış olacaktır, hatta tersine yurt içine dışardan beyin göçü olacaktır (TERSİNE BEYİN GÖÇÜ imkânı).

2. Kafkasya ülkelerindeki kültürün her alanındaki (bilimsel, sanatsal, sportif) birikimden Kafkasya ülkeleri ile karşılıklı yararlanma ve ortak projeler yapma imkânı doğacaktır [ESNEK GÜÇ (SOFT POWER) imkânı].
3. Komşular arasında din ve ırk farklılığının zaman zaman yol açtığı ayrıştırıcılığın zıttına matematik temelli bilim-eğitimin birleştiriciliği ile sıkı yeni bir bağ kurulmuş ve dolaylı olarak Dünya barışına katkıda bulunulmuş olacaktır (DÜNYA BARIŞINA HİZMET imkânı).

Kaynaklar

- [1] Vashakmadze, T. S., Abdushelishvili, G., & Gülver, Y. F. (2016, October). *Science-technology in Georgia and cooperation opportunities with Türkiye*. International Conference on Science and Technology, New Turkey Strategic Research Center, Ankara.
- [2] Gülver, Y. F., Bolkvadze, J., Gürkan, O., Vashakmadze, T. S. (2015, April) *Adım-adım bilime doğru: özgün bir bilim-eğitim modeli*. Poster sunumu, 24. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Niğde. Özet için bk. http://2015.ices-uebk.org/bildiri_ozetleri.pdf



Tamaz S. VASHAKMADZE

Prof. Dr.

Kısa Özgeçmiş

Eğitim:

1959-62: Lisansüstü, Razmadze Matematik Enstitüsü (Gürcistan Bilimler Akademisi).

1954-59: Lisans, Tiflis Devlet Üniversitesi (TDÜ) Mekanik ve Matematik Bölümü.

Tecrübe:

2010-şimdi: Kıdemli Profesör, Kesin ve Doğa Bilimleri Fakültesi, TDÜ.

1968-2009-şimdi: Kıdemli Araştırmacı; Matematiksel Modelleme ve Hesaplamalı Matematik Böl. Bşk., TDÜ İ.Vekua Uygulamalı Mat. Enst.

1963-2006-2010: Doçent, Profesör (kısmi mesai 1992'ye kadar), TDÜ.

1962-68: Genç Araştırmacı, Razmadze Matematik Enstitüsü.

Ödüller:

2016: Ömür Boyu Matematiğe Hizmet Onurluluk Ödülü, Matematikçiler Derneği (MAT-DER), Türkiye.

2013: Gürcistan Devlet Başkanlığı Mükemmeliyet Nişanı, N.174.

1997, 2009: Tiflis Devlet Ü. İv. Javakhishvili Madalyası.

2003: Onur Ödülü, N.182.

1993: İlia Vekua Ödülü, Gürcistan Bilimler Akademisi.

1959: Diploma Birincilik Ödülü, Tiflis Devlet Ü.

Yayınlar:

Makale, Tez ve Eleştiri Yazısı: yaklaşık 140.

Monografi ve Elkitabı: 6 (ayrıntılar için bk.: “Tamaz Vashakmadze 75, Tiflis Devlet Üniv. Yayınları, 2012” elektronik olarak internetten ücretsiz erişilebilmektedir).

Kitaplar:

1. Mekânsal Yapıların Tasarımı için Uygulamalı Program Paketi. Tiflis Devlet Üniv. Yayınları, 1982, C 1:165 s., C 2:161 s. (Gürcüce).
2. Yönbağımlı Elastik Plakaların Matematiksel Kuramının Bazı Problemleri. Tiflis Devlet Üniv. Yayınları, 1986, 176 s. (Rusça).
3. Yönbağımlı Elastik Plakalar Kuramı. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/ Boston/London, 1999, xv+240 s. (İngilizce).
4. Bağlayıcı (spline) Fonksiyonların Kuram ve Uygulaması, Ders Notları, Tiflis Devlet Üniv. Yayınları, 1996, 75 s., (Gürcüce).
5. Elastik İnce Cidarlı Yapıların Matematiksel Kuramı, Ders Kitabı Modül Programı, Üniversite Öğrencileri ve Araştırmacılar için elektronik sürümlü, Tiflis Devlet Üniv. Yayınları, 2007, 60 s. (İngilizce, Gürcüce ve Rusça).
6. Sayısal Analiz I, Tiflis Devlet Üniv. Yayınları, 2009, 188 s. (Gürcüce).
7. Yönbağımlı Elastik Plakalar Kuramı. Springer Science+Business Media B.V.; Tıpkıbasım, Aralık 2010, 256 s. (İngilizce).

**ULUSLARARASI PLATFORMLARDA MATEMATİK TEMELLİ
BİLİM-TEKNOLOJİ-EĞİTİM İŞ BİRLİĞİ FIRSATLARI:
GÜRCİSTAN-2**

**Yeni Matematik Modellerin Yüksek İrtifa İnsansız Hava Araçlarında
Uygulanabilir Bazı İnce Cidarlı Esnek Kompozit Yapıların Tasarım ve
Analizinde Uygulanması**

Tamaz S. VASHAKMADZE

*¹Kıdemli Profesör, Bölüm Bşk., İv. Djavakhişvili Tiflis Devlet Üniv., İ.
Vekua Uygulamalı Matematik Enstitüsü Matematik Modelleme ve Hesaplamalı
Matematik Bölümü, Tiflis-Gürcistan, tamazvashakmadze@gmail.com*

Özet

Bu bildiride, Kafkasya ülkelerinden biri olan Gürcistan ile bilim-teknoloji alanında işbirliği fırsatlarından biri olarak ve matematiğin öneminin bir örneği olarak yüksek teknoloji konularından biri olan "Yeni Matematik Modellerin Yüksek İrtifa İnsansız Hava Araçlarında Uygulanabilir Bazı İnce Cidarlı Esnek Kompozit (Katışık) Yapıların Tasarım ve Analizinde Uygulanması" konusuna değinilecektir.

Anahtar Sözcükler: Gürcistan, komşularla bilim-teknoloji iş birliği, yeni matematik modeller, kompozit yapılar.

**COOPERATION OPPORTUNITIES OF MATHEMATICAL BASED
SCIENCE-TECHNOLOGY-EDUCATION IN
INTERNATIONAL PLATFORMS: GEORGIA-2
Application of New Mathematical Models for Design and Analysis of
Some Thin-Walled Flexible Composite Structures
Applicable to High Altitude Unmanned Air Vehicles**

Abstract

In this report, as an example of cooperation opportunities in the field of science-technology with one of the Caucassian countries, Georgia, and as an

example of the importance of mathematics, one of the future cooperation opportunity existing on the high-tech subject of "Application of new mathematical models for design and analysis of some thin-walled flexible composite structures" will be mentioned.

Keywords: Georgia, science-technology cooperation with neighbours, new mathematical models, composite structures.

The *classical* theories that are uniformly used in design of aircraft structures may fail due to their shortcomings. The method of construction of *refined* theories for thin-walled structures (TWS) and new models (without simplifying hypotheses with arbitrary control parameters and having continuum capacity) were elaborated by Vashakmadze [1]. The three-dimensional models developed by Vashakmadze contain as particular cases the refined models of Coleman-Noll (in the terms of elasticity theory), Griffith, Kobayashi, Atluri (in case of cracks and inclusions), Biot (in case of porous-elastic media), Green, Naghdi, Steele (in case of binary mixtures). In the models of Vashakmadze it is easy to deduce corresponding models either by variation of control parameters or by extending the optimization methods of Bellman-Pontriagin for two dimensional boundary-value problems (BVPs). Many principal authors in this field (including Euler, Bernoulli, Germain, Navier, Kirchhoff, Love, Filon, Poincaré, von Kármán, Timoshenko, Reissner, Henky, Mindlin, Gol'denveiser, Landau, Donnell, Vorovich, Vekua, Koiter, Naghdy, Ambartsumian, Washizu, Lucasievich, Antman, Ball, Ciarlet, Destuynder and others) assumed that their theories gave an approximation (in physical, geometrical, asymptotic or other sense) to initial three dimensional BVP for TWS of theory of elasticity. Prof. Vashakmadze proved that all well-known theories, the transition error is bounded from below. Within the Newtonian and Truesdell-Noll axiomatics, Vashakmadze created a uniform dynamic system of pseudo-differential equations, which is three dimensional with respect to spatial coordinates, contains as a particular case both Navier-Stokes and Euler equations, systems of PDEs of Solid Mechanics, Maxwell's dynamical systems with electro-magnetic fields acting in the continuum media, principles of the mass and of energy conservations, Saint-Venant-Beltrami continuity equations. Such unique representation of this system allows us to prove that the nonlinear phenomena observed in problems of solid mechanics can also be detected in Navier-Stokes type equations, and vice versa.

Thus, Vashakmadze in actuality showed an important principle: that any appearance of a separate kind of a matter has the universal nature. The numerical methods developed by Vashakmadze (see for example [1-3]) for BVPs in Mechanics has higher level of accuracy, convergence, stability and wider class of applicability than the classical methods. The practical advantages are implementable by creating fast software via parallelizing corresponding processes. The application of the theory of Vashakmadze is especially crucial at presence of inhomogeneity, anisotropy, piecewise heterogeneities in the thin-walled structures, which are encountered frequently in aircraft structures like UAVs.

This research proposes to develop a novel application of mathematical theory of plates and shells, constructed on the basis of exact *nonlocal* representations (free of simplifying hypotheses of geometric and physical character) for calculation and comparative analysis of the existing theories as applied to investigations with thermodynamic behaviour of the principal elements of UAVs.

Mathematical theory of plates and shells by means of precise nonlocal representations show that the equations of existing refined theories lack certain terms, which can have very important influence on behaviour of thin-walled structures in certain conditions:

We discuss the following results: 1. in the nonlinear dynamic equations of von Kármán type term a member describing wave propagation in the longitudinal direction is absent. The influence of this term can be proved to be very important at the description of behaviour of wings and tail parts of aircraft construction. Analogous phenomenon holds in the statical problems too. Introduction of the corresponding needed terms eliminates the well-known problem of “Physical Soundness” by Truesdell-Ciarlet. 2. The proposed theory allows to refine the description of thermo-piezo-electric and electrical-conductive and porous processes inelastic composites and binary mixtures. 3. The equations of the proposed theory point to presence of the two-dimensional soliton waves of sound frequencies, which can cause significant changes in the calculation of the stress-strain state of the principal elements of aircraft (for example in junctions of wings with fuselage). 4. The extreme importance in applications of proposed theory must be especially emphasized at presence of inhomogeneity, anisotropy, piecewise heterogeneity in the thin-walled structures. 5. The corrections, introduced according to the proposed theory, in the average boundary conditions, consist in a refinement of the influence of boundary layer. It can cause significant

changes in the neighbourhood of cuts (porthole, doors and etc.). Introduction of this term also explains and resolves a set of paradoxes usually characteristic to existing refined theories (e.g. Kirchhoff, von Kármán, Mindlin-Reissner and all others). 6. Two-dimensional mathematical models (with respect to spatial coordinates) and corresponding numerical schemes will provide the possibility of finding approximate solution in a fast manner, in the sense of Fast-Fourier Transform.

Expected results are: Novel and optimal design and analysis of main structural parts of UAVs, ready to use algorithms and programs by end users in aircraft design and construction companies. The optimal design will provide with enhanced possibility for end users to construct high altitude UAVs and class of other thin walled structures among them turbo-pipes with new models of Truesdell-Navier- Stokes type.

The consultants are Acad. I. Jordania and Prof. U. Kaynak.

References

- [1] Vashakmadze, T. S. (2010). *The theory of anisotropic elastic plates* (Reprint, 256 p.). Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- [2] Vashakmadze, T. S. (2012). To approximate solution of ordinary differential equations, I. *Advances in Applied Mathematics and Approximate Theory: Contributions from AMAT-2012, Springer, Proceedings in Mathematics and Statistics*, 167-184.
- [3] Vashakmadze, T. S., & Gülver, Y. F. (2012) Approximate solution of some BVP of 2Dim refined theories. *Journal of Applied Functional Analysis*, 12p.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN YENİ VİZYONU VE YENİ NESİL (GRI G4) SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASI

Zafer YALÇINPINAR

Danışman, Kadıköy / İstanbul, zafer@secdanismanlik.com

Özet

Kurumlar, toplum ve çalışanları ile birlikte ekonomik başarı adına uğraş verirken, ortaya çıkabilecek sosyal ve çevresel etkilerin bertaraf edilebilmesi ve daha iyi bir yaşam yaratılması için sorumlu davranmalıdır. Sürdürülebilirlik uygulamaları bu sorumluluğun gereği olarak harcanan maddi ve diğer her türlü performanstır. Gelecek, sabit bir şey değildir. Bugün gerçekleştirdiğimiz bütün etkinlikler geleceği biçimlendirmektedir. Sürdürülebilirlik uygulamalarını önemsemek geleceği seçmektir ve sürdürülebilir kalkınma, geleceği mümkün kılmak için birincil önceliğe sahiptir. Birleşmiş Milletler Küresel Ağı (UNGC), Dünya İş Konseyi (WBC) ve Küresel Raporlama Girişimi (GRI) sürdürülebilir kalkınma hedefleri için, şirketlerin KPI'ları ile ilişkilendirme çalışmaları bağlamında, 2015-2020 sürecini doğru zaman olarak tanımlamış ve genel bir çağrıda bulunmuştur. 2015-2020 yılları sürecinde, ekonomik değer üreten oluşumların; yeni sürdürülebilir kalkınma hedeflerini anlamasını, sürdürülebilirlik önceliklerini belirlemesini, bu doğrultudaki KPI'larını tanımlamasını, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile kendi iş hedeflerini ilişkilendirmesini ve bütün sürdürülebilirlik performanslarını raporlayarak bu gayretlerin iletişim faaliyetlerini yürütmesini tavsiye etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Yeni nesil sürdürülebilirlik raporlaması, sürdürülebilirliğin yeni vizyonu, yeni nesil GRI G4.

" Adalet çok önemlidir!"

M. Oktay ALNIAK*
alıştay Başkanı

*Bildiri Kitabının sonundaki "Bilim İnsanları Hakkında" adlı yazıdan başlıklar.

Kapanış Paneli
Çalıştay Hakkında
Sosyo-Tekno-Ekonomik Değerlendirmeler

Bşk. Prof. Dr. Hasret ÇOMAK (Arel Üniv.)

Prof. Dr. Ayşe Nilgün AKIN (Kocaeli Üniversitesi)
Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK (Pîrî Reis Üniversitesi)
Prof. Dr. Necdet ASLAN (Yeditepe Üniversitesi)
Prof. Dr. Arsev ERASLAN (Boğaziçi Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali ATA (Gebze Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Erdal BALABAN (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Metin GÜRÜ (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Hacı Mehmet ŞAHİN (Gazi Üniversitesi)

" Bilim, teknoloji ve inovasyonun ön basamağıdır. Bilgi, bütün ekonomik sistemlerin temelinde yer alır. Bilgiye dayanmayan bir toplumsal ve ekonomik sistem düşünmek mümkün değildir."

Metin GÜRÜ



Metin GÜRÜ
Prof. Dr.
Kısa Özgeçmiş

Ankara Üniversitesinden Kimya Yüksek Mühendisi olarak mezuniyeti ile uzun dönem vatani görevinin ve özel sektörde enerji alanında çalışmanın ardından 1985 yılında Üniversitede akademik hayata başlamıştır. Kimyasal Teknoloji, Enerji, Çevre, Malzeme, Su, Bor Teknolojisi, Savunma Sanayi ve Biyoteknoloji alanlarında SCI kapsamındaki dergilerde 128, ulusal dergilerde 26, uluslararası sempozyumlarda 56, ulusal sempozyumlarda 37 yayınlanmış makalesi, 1800'ün üzerinde atfı, biri Türk Dil Kurumunda Kimya Terimleri Sözlüğü, diğeri Boron Hydrides, High Potential Hydrogen Storage Materials olmak üzere toplam 11 yayınlanmış kitabı, 3 adet tescilli Patenti, 40 adet Türk standardı telifi, Türkiye Bilimler Akademisinden (TÜBA) kayda değer eser ödülü, 3 DPT, 2 Tübitak, 2 BOREN, 1 SAN-TEZ ve 4 ETİMADEN işletmeleri destekli toplam 36 adet araştırma proje çalışması bulunmaktadır. Dört dergide editörlük ve çok sayıda dergide ise yayın kurulu üyeliği yapmıştır. % 73.5 Bor rezervlerine sahip olan ülkemizde BOR Dergisini yayın hayatına geçirmiş ve baş editör olarak derginin ULAKBİM TR-Dizin ve Google Scholar'da taranmasını sağlamıştır. Journal of Science Dergisi, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü sırasında Web of Science tarafından taranmaya başlanmıştır.

42 Yüksek lisans ve 19 doktora öğrencisine danışmanlık yaparak mezun etmiştir.

Türk Standartları Enstitüsü İhtisas Kurullarında 12 yıl üyelik ve başkanlık, üniversitede çeşitli Anabilimdalı Başkanlıkları, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü ve Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanlığı

görevlerinde bulunmuş olup, hâlen Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünde akademik çalışmalarını sürdürmektedir.

HENDESEDEN MÜHENDİSLİĞE: ENDÜSTRİ 4.0

Metin GÜRÜ^{1,*}, Duygu Y. AYDIN²

¹ Prof. Dr., Gazi Ü., 06570 Maltepe / Ankara, mguru@gazi.edu.tr

² Arş. Gör., Gazi Ü., 06570 Maltepe / Ankara, d.yilmaz@gazi.edu.tr

Özet

Medrese eğitimi ile dönemsel süreçler içerisinde ön plana çıkan bilimsel ve teknolojik üstünlük, zaman zaman önemini kaybetse de, askerî kılıçhanede başlayan hendese eğitimi ile süreklilik kazanmış, bugünkü mühendislik eğitiminin temelini oluşturmuştur. Bankacılık, demir çelik, şeker, kâğıt, çimento ve savunma sanayindeki hızlı gelişimin yanı sıra uçak teknolojisindeki imalatlar ve satışlar, ülkemizin teknolojik potansiyelini ve yapacaklarımızın bir göstergesini ifade etmektedir. Teknolojik gelişmeler, dünyamızı yakınlaştırmış ve rekabeti artırmıştır. Mühendisliğin tanımı, uygulamalı temel bilimlerden, insanlığın sorunlarını çözen mükemmeliyetçi bir çözüm hâline dönüşmüştür. Gelişen teknoloji ve toplumsal beklentiler sonucu yeni bir değer ortaya çıkmıştır. Bu değer yeni bir sanayi devrimi olarak nitelendirilen Endüstri 4.0'dır. Endüstri 4.0 ile teknoloji dijital dünyada yeniden şekillenmekte, ihtiyaçların karşılanması hızlanmakta, faydalı, yenilikçi, ucuz ve hızlı bir teknikle geniş kitlelere sunulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Endüstri 4.0, dijital teknoloji, bor ürünleri, enerji.

Abstract

Although the scientific and technological superiority that prevailed during the periodical process through madrasa education lost its significance from time to time, it continued with the training of Hendese which started in the military sword building and formed the basis of today's engineering education. The rapid development in banking, iron and steel, sugar, paper, cement and defense industries, as well as the manufacturing and sales of aircraft technology, represent a technological potential of our country and a demonstration of what we will do. Technological developments have brought our world closer and increased

competition. The definition of engineering has turned from applied basic sciences into a perfectionist solution that solves the problems of mankind. A new value has emerged from result of developing technology and social expectations. This value is Industry 4.0, which is characterized as a new industrial revolution. With Industry 4.0, technology is reshaping in the digital world, meeting the needs is accelerated, and it is presented to a wide range with useful, innovative, inexpensive and fast technique.

Keywords: Industry 4.0, digital technology, boron products, energy.

1. Giriş

Bilgiye dayanmayan bir toplumsal ve ekonomik sistem düşünmek mümkün değildir. Ülkelerin büyüme ve gelişmesinin uzun vadede başlıca kaynağı olduğu kabul edilen, teknolojik değişimin temelinde bilimsel ve teknolojik bilgi yatmaktadır. Birinci ve İkinci Sanayi Devrimlerinin tetikleyicilerinden olan bilimsel ve teknolojik gelişme süreçlerinde bilimin rolü, zamanla talep arttıkça daha belirgin hâle gelmiştir. Ayrıca sanayileşmiş ve geç sanayileşen ülkeler arasındaki seviye farkı bilimsel ve teknolojik gelişme süreçleriyle alakalıdır. Sanayi ötesi dönüşümün habercisi olan ve II. Dünya Savaşı'ndan sonra başladığı kabul edilen bilgisayar çağı, özellikle yeni teknolojiler aracılığıyla sanayi toplumundan bilgi toplumuna dönüşme sürecini tetiklemiştir [1]. Endüstri 1.0 miladı olarak buhar makinesinin icadı kabul edilmektedir. Endüstri 2.0'ın Henry Ford'un araba üretimi için kitleselel üretimin benimsendiği Fordist olarak ta tanımlanan dönem ile başladığı kabul edilmektedir. Programlanabilir makinelerin tasarlanması ve üretim sistemlerine eklenmesi ile artık post Fordist denilen dönem olan Endüstri 3.0 dönemi başlamıştır [2]. Gelişen teknoloji ve toplumsal beklentiler sonucu yeni bir endüstri devrimi meydana gelmiştir. Endüstri 4.0 dijital teknolojilerin kolektif bir bütünüdür. Akıllı fabrikalar vizyonunun oluşmasına büyük katkı sağlayan bu yapı, siber-fiziksel sistemlerin kavramına, nesnelerin internetine ve hizmetlerin internetine dayalıdır.

Bu çalışmada mühendisliğin temeli hendeseden, mükemmeliyetçi bir şekilde sorunları çözen mühendislik yaklaşımına kadar olan tarihsel ürece değinilmiştir. Bilim, teknoloji, inovasyon ve dijital teknoloji çağı Endüstri 4.0 kavramları açıklanmıştır.

2. Hendeseden Mühendisliğe

2.1. Kelime Anlamıyla 'Hendese'

Hendese yeryüzünü ölçme manasına gelen bir kelimedir. Mısırlıların, Nil nehrinin her sene taşmasıyla arazilerinin kaybolan sınırlarını belirleme konusundaki gayretleri, hendesenin amelî kısmında uzmanlaşmalarına sebep oldu. Öklid'in M.Ö. 300 senesinde yazdığı Elementler adlı 13 kitabı uzun yıllar okutulmuştur. Hatta Eflatun'un (Platon) Akademia'sının girişinde "geometri bilmeyen buraya uğramasın" ifadesinin bulunduğu rivayet edilir. Postülalar: 1) Herhangi bir noktadan diğer herhangi bir noktaya düz bir çizgi çizilebilir. 2) Sınırlı bir düz çizgi aynı istikamette istenildiği kadar uzatmak mümkündür. 3) Verilen herhangi bir nokta ve uzunluk için, o noktayı merkez alan ve yarıçapı verilen uzunluk olan bir çember çizilebilir. 4) Bütün dik açılar birbirine eşittir. 5) Eğer bir düz çizgi, diğer iki düz çizgiyi keserse, öyle ki, bir kenarda iki iç açının toplamı iki dik açıdan küçükse, şu hâlde iki düz çizgi yeterince uzatıldığında, bu açılarının olduğu ilk çizginin aynı kenarında kesişirler. Aksiyomlar: 1) Aynı şeye eşit olan şeyler, birbirlerine eşittirler. 2) Eşit şeylere eşit şeyler eklenirse, toplamları eşit olur. 3) Eşit şeylerden eşit şeyler çıkarılırsa, kalanlar eşit olur. 4) Birbirleriyle çakışan şeyler, birbirleriyle eşittir. 5) Bütün, parçasından büyüktür [3]. Elementler'in Türkçeye tercümesi, Mühendishâne-i Berr-i Hümayûn Başhocası Hüseyin Rıfki Tâ mânî (1750-1817) tarafından Selim Efendi ile beraber İngilizce tercümesinden yapılarak, Tercüme-i Usulü'l-Hendese adıyla neşredilmiştir [4]. Taşköprülüzâde Mevduatü'l-ulûm (ilimler ansiklopedisi) adlı ilimler tasnifini yaptığı ansiklopedik kitabından, hendesenin faydalarını şu şekilde izah etmektedir: "Görüşü keskinleştirir. Zihni açar. İnsanı nüfuz ve otorite sahibi yapıp, bununla düşüncesini kuvvetlendirir. Çeşitli ilim ve derin bilgilerle, sual soranlar müşkil ve zor geçitleri aşar. Âlimler arasında parmakla gösterilir. İlimlerin delil ve ispat bakımından en kuvvetlisinin hendese ilmi olduğuna dair görüş birliği vardır [5].

2.2. Osmanlı Dönemi Hendese-i Mülkiye

Hendese-i Mülkiye, 1883 yılında kurulmuştur. Mühendishane-i Berr-i Hümayundaki kılıçhanelerden birisi boşaltılıp Hendese-i Mülkiye öğrencilerine tahsis edilmiştir [6]. Kuruluşunda Fransa'daki Ecole Ponts et chaussées (Köprü ve Yol Mektebi) örnek alınmıştır. Ancak daha sonra Fransız sistemi terk edilmiş ve Alman sistemine geçilmiştir. Hendese-i Mülkiye önceleri askerîyeye bağlıydı,

fakat daha sonra askeriyeden ayrılıp Bayındırlık Bakanlığına bağlanmıştır. Adı da Mühendis Mektebi olarak değiştirilmiştir (1909). Hendese-i Mülkiye öğrencileri ve öğretmenleri Osmanlı Devleti ve Türkiye'nin gelişmesine yardım etmiştir. Örneğin Hicaz Demiryolu pek çok Hendese-i Mülkiye mezunu ve hocaları tarafından yapılmıştır. Ayrıca okulun hocalarından Mimar Kemaleddin Bey Mescid-i Aksa'nın onarımını gerçekleştirmiştir [7].

2.3. Cumhuriyet Dönemi Sanayileşme

Cumhuriyet döneminde uygulanacak politikanın arayışları Millî Mücadele yıllarında başlamıştır. Atatürk, 1 Mart 1922 tarihinde TBMM 'yi açarken yaptığı konuşmasında uygulanacak iktisadi politikaya ait şu sözleri söylemiştir: "...Siyasî iktisadiyatımızın mühim gayelerinden biri de menafi-i umumiye doğru olan doğruya alakadar edecek müessesat ve teşebbüsâtı iktisadiyeyi kudreti maliye ve fennyemizin musaadesi nisbetinde devletleştirilmesidir. Ezcümle topraklarımızın altında metruk duran maden hazinelerini az zamanda işleterek milletimizin menfaatına küşade bulunabilmek de ancak bu usul sayesinde kabildir. Bu sözler Türkiye'nin Cumhuriyet'in ilanından sonra uygulayacağı politikaya da ışık tutmaktadır. Lozan barış görüşmelerinin kesintiye uğradığı bir dönemde Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluş yılından itibaren iktisadî alanda izleyeceği politikasının belirlenmesi amacı ile 17 Şubat- 04 Mart 1923 tarihleri arasında İzmir'de "Türkiye İktisat Kongresi" toplandı. Kongre'ye Türkiye'nin tarım, sanayi, ticaret ve işçi sınıfları arasından seçilmiş binden fazla temsilci katıldı. İzmir iktisat kongresinde farklı ana başlıklar altında belirli kararlar alınmıştır. Kongrede Sanayi Grubunun aldığı kararlar dört ana başlık altında toplanabilir. Bunlar; sanayinin korunması, sanayinin özendirilmesi, sanayinin finansmanı, sanayicinin eğitimidir [8]. Yerli üretiminin geliştirilmesine çalışılması, lüks ithalattan kaçınılması, sanayicilere kredi vermek üzere bir sanayi bankası kurulması, işçilerin çalışma saatlerinin düzenlenmesi, tüm iş gücüne sendika hakkı tanınması, sanayi eğitiminin takviyesinin yapılması, sanayi mühendislerinin yetiştirilmesi ve sanayi odalarının kurulması gibi kararlar alınmıştır [9]. 1929-1938 yıllarında Devletçi Ekonomi Dönemi yaşanmıştır. Cumhuriyet döneminde yapılan diğer gelişmeler; ziraatın makinalaşması, modern çiftliklerin kurulması, tekstil fabrikalarının kurulması, şeker fabrikalarının kurulması, kağıt fabrikalarının kurulması, cam fabrikalarının kurulması, savunma sanayiinin kurulması, çimento fabrikalarının kurulması, iş bankası ile 29 bankanın kurulması, demir-çelik fabrikalarının kurulmasıdır.

3. Bilim, Teknoloji ve İnovasyon

Bilim, teknoloji ve inovasyonun ön basamağıdır. Bilgi, bütün ekonomik sistemlerin temelinde yer alır. Bilgiye dayanmayan bir toplumsal ve ekonomik sistem düşünmek mümkün değildir. Bilim adamı; evrensel düşünen kişidir, neseldir, ahlaki sorumluluğu yüksek olan kişidir, aydınlanmış kişidir, öngörüsü yüksek olan kişidir.

Türkiye’de bilim ve teknoloji alanında belirli bir politika izleme anlayışı ve politika oluşturma yönündeki adımlar Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1963-1967) ile atılmış, ulusal bilimsel faaliyetlerin yönlendirilmesinde rol alacak ilk kurum Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 1963 yılında kurulmuştur. İkinci (1968) ve Üçüncü (1973-1977) Beş Yıllık Kalkınma Planlarında ele alınan “teknolojik gelişme” ve “teknoloji transferi” gibi konular Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında (1979-1983) daha da somutlaştırılarak “teknoloji politikaları olarak gündeme gelmiş ve teknoloji politikalarının sanayi, istihdam ve yatırım politikaları ile ilişkilendirilerek bütün olarak ele alınması ve belirli endüstriyel sektörlerin teknolojik bakımdan güçlendirilmesi öngörülmüştür [10].

İnovasyon ise kendi başına ayrı bir etkinlik değildir ve bilim ve teknoloji etkinliğinin bütün süreçlerini kapsar. İnovasyondan beklenen, bilim ve teknoloji etkinliğinde bir fikrin kuram, eylem ve sonuç bakımından yarara dönüşmesi ve bu yararın somut bir çıktı ile birlikte olmasıdır. Yani inovasyon basit anlamı bir yenilenme değil, yenilenmenin kuramsal aşamasından başlayarak yenilik ürünü de içine alan ve pazarlanabilme niteliğini kabul eden bir süreçtir. Ülkeler ulusal önceliklerine göre kendi inovasyon stratejilerini belirlemek durumunda dırlar. Bu hem zorlu hem zorunlu bir süreçtir. Beyin gücü, üniversite, planlama, sanayi, teknoloji, endüstri ve piyasa gibi bütün elemanlar inovasyonun içinde yer alan parçalardır ve neredeyse bir ülkenin bilim ve teknolojisinin bütün elemanlarını içine alması gereken inovasyon etkinliğinin yürüyebilmesi öncelikle toplumun her kesiminin benimsemesi ve desteklemesi ile gerçekleşecektir [11]. İnovasyon iki şekilde geliştirilebilir. Bunlardan biri, belli bir konuyu derinleştirmek ve yeni bir bilgi yaratmaktır. Bilgi üretmenin yöntemi Ar-Ge’dir. Teknoloji konusunda başarılı firmaların ve ülkelerin temel özelliği Ar-Ge’ye önem vermeleri, yatırım yapmaları, mühendis ve bilim adamı yetiştirmeleridir. İnovasyonu geliştirmek için diğer yöntem, başka alanlarda yapılanlardan

esinlenerek yenilik yapmaktır. İnovasyon, teknolojik değişim sürecini tetikleyen bir unsur olarak ekonomik büyüme, refah artışı, uluslararası ticaret ve bölgesel kalkınma üzerinde kritik öneme sahiptir [12].

Dokuzuncu Kalkınma Planında (2007-2013), geleceğe yönelik olarak nanoteknoloji, biyoteknoloji, yeni nesil nükleer teknolojiler ile hidrojen ve yakıt pili teknolojileri; sanayi politikasının öncelik vereceği sektörlerdeki araştırmalar; yerli kaynakların katma değere dönüşmesini amaçlayan Ar-Ge faaliyetleri; aşı ve anti-serum başta olmak üzere yaşam kalitesinin yükseltilmesine yönelik sağlık araştırmaları, bilgi ve iletişim teknolojileri, savunma ve uzay teknolojileri öncelikli alanlar olarak belirlenmiştir. Öncelikle bu alanlarda olmak üzere, mükemmeliyet merkezleri kurulması, üniversite ve araştırma kurumlarının araştırma projelerine destek verilmesi ve araştırmacı insan gücü yetiştirilmesi çalışmaları sürdürülmektedir [13].

3.1. Enerji

Büyük miktarlardaki tüketim talebini karşılamak için, ekonomik ve çevre dostu enerji kaynakları arayışı önemli hâle gelmiştir. Hidrojen enerjisi dünyanın giderek artan enerji gereksinimini çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek en ileri teknolojilerin başında gelmektedir. Hidrojen gazı farklı yöntemlerle elde edildiği gibi su, güneş enerjisi veya onun türevleri olarak kabul edilen rüzgâr, dalga ve biyokütle ile de üretilebilmektedir. Metal borhidrürler, yanıcı olmadıkları, taşınmaları, kirlilik üretmemesi ve daha sonra farklı formlara dönüştürülebilecek yüksek miktarda enerji üretmesi nedeniyle bilinen en iyi hidrojen depolama malzemeleridir. Metal borhidrürler hidrojeni adsorbe edebilir ve katı formda depolayabilirler. Bu bileşikler termal ayrışma veya katalitik desorpsiyon ile hidrojen salmaktadırlar. Katalitik yaklaşım, suyun hidrojeni de kullanıldığı için avantajlıdır. Borun mükemmel özelliklerinden dolayı metal borhidrürlerin hidrojen depolaması, en umut verici alternatif olarak kabul edilmektedir. Sodyum borhidrür çevre dostu bir hidrojen kaynağı olarak metal borhidrürlerin en önde gelenlerinden biridir. Ağırlıkça % 10.8 hidrojen içerir. Literatürde yapılan çalışmalarda, yakıt hücreleri için vazgeçilmez bir hidrojen kaynağı olan sodyum borhidrür sentezlenmiş ve katalizör kullanılarak hidrojen üretimi sağlanmıştır [14]. Hidrojen enerjisinin pratik kullanımı, hidrojen depolama ve üretiminin kolaylığı ve uygulanabilirliğine kesinlikle bağlıdır. Lityum bor hidrür de hidrojen üretiminde kullanılan metal bor hidrürlerdendir. Yapılan

bir çalışmada, lityum borhidrür ile katalitik dehidrojenasyonla hidrojen üretimi yapılmıştır [15].

3.2. Malzeme, Borlu Bileşikler

Sanayileşme ve teknolojik gelişmeler arttıkça; geniş uygulanabilirliğe sahip, çevre dostu, toksik olmayan, yüksek sıcaklığa ve alev dayanıklı, işlevsel malzeme arayışı da artmaktadır. İşlevsel malzemelerden bazıları; süper iletken malzemeler, kompozit malzemeler, şekil bellek malzemeler, implant (biyoyumlu) malzemeler, yanmaz boyalar, endüstriyel toprak malzemeler, katalizörlerdir.

Bor katkılı ürünler yüksek katma değere sahip, gelişen sanayi ve teknolojik ilerlemelerin ihtiyacına karşılık verebilecek niteliktedir. Borlu bileşikler alev geciktirici olarak yaygın kullanım alanı bulmuştur. Alev geciktirici katkı maddeleri, yanmanın başlamasını ve ilerlemesini engelleyerek, bazı durumlarda can ve mal güvenliğini, bazı durumlarda da çevreyi korumaya yardımcı olurlar. Yanıcı malzemelerin, daha geç tutuşmalarını sağlayabilmek ve yanmanın ilerlemesini önemli derecede azaltabilmek, alev geciktirici katkı maddelerinin ilavesi ile gerçekleştirilebilir [16]. Borlu bileşikler ahşap, selülozik yalıtım, PVC ve tekstil malzemelerine katılarak bu malzemelere güç tutuşurluk özelliği kazandırılır. Borlu bileşiklerin çevre kirliliğine yol açmaması ve insanlar üzerinde toksik etki oluşturmaması alev geciktirici katkı maddesi olarak kullanımını uygun kılmaktadır. Metal boratlardan olan çinko borat, alev ve yüksek sıcaklığa dayanıklı boya üretiminde pigment olarak kullanılabilir [17]. Yapılan bir çalışmada çinko floroborat kumaşlara emdirilerek LOI testi aracılığıyla alev geciktirici özelliği incelenmiş ve çinko floroboratın etkili bir alev geciktirici olduğu belirlenmiştir [18].

4. Endüstri 4.0

4. Sanayi Devrimi olarak görülmekte olan Endüstri 4.0, fiziksel ve sanal dünyayı birleştirmeye çalışmaktadır. Endüstri 4.0 ya da 4. Sanayi Devrimi, birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişlerini ve üretim teknolojilerini içeren kolektif bir terimdir. Bu devrim nesnelere interneti, internetin hizmetleri ve siber-fiziksel sistemlerden oluşan bir değerler bütünüdür. Sanayide son teknolojik değişim ve dönüşüm Endüstri 4.0 ile başlamış ve hızla devam etmektedir.

Bununla birlikte üretimde maliyet azalışı, ucuz iş gücüne dayalı rekabete odaklanmış ülkelerin aleyhine sonuçlanmaktadır. Endüstri 4.0, rekabet avantajını yitirmiş gelişmiş pazar ekonomilerine sahip ülkeler adına olumlu bir gelişmedir ve yeniden öne çıkma ihtimallerini güçlendirmektedir. Kablosuz sistem entegrasyonu teknolojileri, kablosuz kontroller, makina iletişimi ve üretim sistemleri unsurlarını içeren Siber-Fiziksel Sistemlerin kullanımı ve geliştirilmesi konusunda öncülük etmektedirler. Siber-Fiziksel sistemlerin üretim, lojistik ve hizmetlerle entegrasyonu sonucunda bugünün fabrikalarının kayda değer ekonomik potansiyele sahip Endüstri 4.0 fabrikalarına dönüşmesi mümkün olacaktır [19].

Endüstri 4.0, endüstriyel araçların birbiriyle iletişimini gerekli kılmaktadır. İnternet aracılığıyla gerçekleşen bu iletişim, çok büyük ve geleneksel sunuculara ihtiyaç duymaktadır. Bu problem söz konusu sistemlerin kontrol ve yönlendirilmesini içeren Büyük Veri teknolojisi konusundaki araştırmaların önemini artırmaktadır. Endüstri 4.0, insansız fabrikaların gelecekte hayata geçmesini sağlayacak şartları oluşturmaktadır. Teknolojik, ekonomik ve sosyal hazırlıkların yapılmasından sonra başarılı Endüstri 4.0 uygulamalarının gelecekte hazır olacağı düşünülmektedir [2]. Endüstri 4.0'ı diğer sanayi devrimlerinden ayıran en önemli dört unsuru sensör, veri, bilgi ve işlem olarak belirlenmiştir. Bu dördünün birleştirilmesi ile vasıfsız iş güçleri ortadan kalkmaktadır. Endüstri 4.0 ile birçoğunun eğitimine gelişmiş ülkelerde başlanmış yeni iş kolları ortaya çıkmıştır. Bunlar; endüstriyel yazılım programcılığı, bilişim sistemleri ve nesnelerin interneti çözüm üreticiliği, endüstriyel veri analiz uzmanı, robot koordinatörü, programcılığı ve tamirciliği, üretim teknolojileri uzmanlığı, akıllı şehirler planlayıcılığı yeni sanayi devrimi dönemi iş kollarındandır [20].

5. Sonuç

Bilim, teknoloji ve inovasyon bir ülkenin gelişmişliğinin ölçütleridir. Tarih boyunca güçlü devletler, teknolojiyi en üst düzeyde kullanabilen, geniş yelpazede sergileyebilen ve süreklilik gösteren ülkeler olmuşlardır. Hendeseden, mühendisliğe uzanan tarihsel süreçte ülkemizde bilimsel ve teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. İlk sanayi sayımı ve ardından İzmir İktisat kongresinde alınan kararlar ülkemize yeni ufuklar açmıştır. Hendese okulu mezunları Hicaz demiryolunu tamamlamış, Sahilbend ve Suhulet isimli ilk araba vapuru tasarımları Osmanlı tarafından gerçekleştirilmiştir. İzmir İktisat kongresinde alınan kararlar gün-

müzde hâlâ daha güncelliğini korumaktadır. Birçok sanayi dalında yapılan imalat ve satışlar teknolojik potansiyelimizi ortaya koymaktadır. Fakat günümüzde artık dijitalleşme süreci başlamıştır. Gelişmiş ülkelerin birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişlerini ve üretim teknolojilerini içeren 4. Endüstri dönemini yaşadığı göz önüne alındığında, ülkemizin refah seviyesini arttırmak, gelişmiş ülkeler ile rekabet edebilmek ve nitelikli iş gücünü kuvvetlendirmek için dijital teknoloji çağına adapte olunmalıdır.

Kaynakça

- [1] Akçomak, İ. S., Erdil, E., Pamukçu, M. T. & Tiryakioğlu, M. (2016). *Bilim, teknoloji ve yenilik: Kavramlar, kuramlar ve politika*. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- [2] Macit, İ. (2017). Kurumsal kaynak planlamasının Endüstri 4.0 kazanımları: Bir yapısal çatı modeli önerisi. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 2(1), 50-60.
- [3] Barker, S. F. (2003). *Philosophy of mathematics* (Matematik felsefesi). Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.
- [4] Tosun, A. R. (2010). *Hüseyin Rıfki Tâmânî ve elementler çevirisi*. Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Yayınları.
- [5] Çevik, M. (1975). *Taşköprülüzâde, mevduatü'l-ülüm* (İlimler ansiklopedisi). İstanbul.
- [6] Acar, Ş., Bir, A., & Kaçar, M. (2016). Osmanlı'da sivil mühendis yetiştirmek üzere açılan hendese-i mülkiye mektebi. *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 17(2), 1-26.
- [7] Yavuz, Y. (1981). Mimar Kemalettin Bey (1870-1927). *ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7(1), 53-76.
- [8] Semiz, Y. (2002). 1923-1938 döneminde Türkiye'nin sanayi politikası. *TÜRKLER*, 710-717.
- [9] *İzmir / 17 Şubat 1923 İzmir İktisat Kongresi*.
http://ipu.gov.tr/iys_tarihiolaylar,sehirID=35,icerik=3099,sayfa=1-tarihiolaylar-17-subat-1923-izmir-iktisat-kongresi.html adresinden alınmıştır.
- [10] Gültan, S. (2003). *Bilgi toplumu sürecinde avrupa birliği ve Türkiye*. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- [11] Yamaç, K. (2001). *Nedir bu inovasyon*. Üniversite ve Toplum. 1(3), 6-7.
- [12] Kavak, Ç. (Şubat, 2009). Bilgi ekonomisinde inovasyon kavramı ve temel göstergeleri. *XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, Şanlıurfa.
- [13] DPT 2008 Yılı Programı. <http://ekutup.dpt.gov.tr> adresinden alınmıştır (s. 143).
- [14] Çakanyıldırım, Ç., & Gürü, M. (2009). Production of NaBH₄ and hydrogen release with catalyst. *Renewable Energy*, 34(11), 2362-2365.

- [15] Bilem, M., Yılmaz, O., & Gürü M. (2015). Synthesis of LiBH_4 from LiBO_2 as hydrogen carrier and its catalytic dehydrogenation. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(44), 15213-15217.
- [16] Aydın, Y. D., Gürü, M., Ayar, B. & Çakanyıldırım, Ç. (2016). Bor bileşiklerinin alev geciktirici ve yüksek sıcaklığa dayanıklı pigment olarak uygulanabilirliği. *Bor Dergisi*, 1(1), 33–39.
- [17] Gürü, M, Ayar, B, Çakanyıldırım, Ç., & Özmen, L. (2010). Alev ve yüksek sıcaklığa dayanıklı boya ve üretim yöntemi incelemeli. *Patent TR 2007 02470 B*.
- [18] Aydın, Y. D. (2015). *Çinko floroborat sentezi ve alev geciktirici olarak kullanılabilirliği* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [19] Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(2), 19-30.
- [20] Şener, S., & Elevli, B. (2017). Endüstri 4.0'da yeni iş kolları ve yüksek öğrenim. *Journal Of Engineer Brain*, 2(1), 25-37.



M. Oktay ALNIAK
Prof. Dr. Yük. Müh.
Kısa Özgeçmiş

1962-2001 yılları arasında Silahlı Kuvvetlerde; Takım ve Bölük Komutanlığı, Kara Harp Okulu'nda öğretim üyeliği, Milli Savunma Bakanlığı'nda Savunma Sanayii Dış İlişkiler Dairesi Başkanlığı, Teknik Hizmetler Dairesi Başkanlığı ve Dış Tedarik Dairesi Başkanlığı görevlerinde bulunmuştur. Silahlı kuvvetlere 39 yıl hizmet etmiştir.

Eğitim:

1962 Kara Harp Okulu mezunudur. Ege Üniversitesi'nde Makine Mühendisliği, İstanbul Üniversitesi'nde İşletmecilik İhtisası, Boğaziçi Üniversitesinde Yüksek Mühendislik, Gazi Üniversitesi'nde Doktora öğrenimi görmüştür. 1986-1987 yıllarında Kanada'da "NRC" Milli Araştırma Kurumunda NATO bursu ile araştırma yapmıştır.

Akademik Görevler:

2002 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi'nde öğretim üyesi,
2003 yılında Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi'nde Mühendislik Fakültesi Dekanı,
2004-2015 yılları arasında Bahçeşehir Üniversitesi'nde Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü ve öğretim üyesi olarak görev yapmıştır.
2015/2016/2017 Öğretim yıllarında Pîrî Reis Üniversitesinde Endüstri Mühendisliği Bölüm Bşk. olarak görev yapıyor.

Kitaplar:

Tedarik ve Savunma Sanayii Hakkında Düşünceler,
Türkiye ve Batı'da İnsan Hakları,
Avrupa Birliği ve Türkiye'de İnsan Hakları, Çelişkiler ve Yorumlar,
Değerlerimiz ve Türkiye,
Proje Yönetimi,
Tedarik Zinciri ve Satın Alma Yönetimi,
Bir Yaşam Tarzı,
Mekatronik Temel Bilgileri "5M+2E."

Yayınlar:

Ulusal ve uluslararası literatürde kitap ve makaleleri vardır. Hidrojen Kongre-
lerinin ve İleri Teknoloji Çalıştaylarının Başkanıdır. Kongre ve Çalıştay Bildiri
Kitaplarının editörüdür.

(Güncelleme Tarihi: 03.10.2017)

BİLİM İNSANLARI HAKKINDA

M. Oktay ALNIAK

Prof. Dr., Piri Reis Üniversitesi, Tuzla / İstanbul, moalniak@pirireis.edu.tr

Özet

Bu çalışmada teknik ve sosyal konularda yaklaşık 50 yıldır yazı yazan, talebe okutan, asker eğiten bir öğretim üyesinin bilim ve bilim insanları hakkında yaptığı değerlendirmeler yer almaktadır. Bu çalışma genç bilim insanları için bir yol haritası olarak görülebilir. İnsanların başarılı oldukları konular üzerinde çalışmalarının daha üstün başarılar getireceği, görev olarak benimsenen konularda da başarılı çalışmalar yapılabileceği vurgulanmaktadır. Çalışma ilkeleri olarak; iş yerinde uyumlu çalışmaya dikkat edilmesi, düzgün olunması, başarı için gayret edilmesi, akıllı ve sabırlı olunması konuları ön plana çıkarılmakta ve iş yerinde uyumsuzluğun enerji kaybı olacağına yanı sıra etik kuralların önemi de vurgulanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Yol haritası, görev, düzgün olmak, akıl, sabır.

Abstract

There are some assessments of a teacher about science and scientists in this study. The author is an experienced teacher who has many students in engineering and military engineering subjects for fifty years. This study may be accepted as a map for the young generation in the future. People may be successful either by hard working or being skillful by birth. Author also advices to establish good relationships between friends. He says to be honest, intelligent and hard worker. Honesty and integrity are very important as ethical rules for humanbeing.

Keywords: Map, duty, being honest, intelligent, patience.

1. Giriş

Herkesin biraz sosyal, teknik, fen yeteneği vardır.

Herkes doğuştan teknolojiye yatkın olmaz! Bazıları meraklıdır. Beni tanıyanların tabiriyle bendeniz biraz diploması ve salon işlerini severim. Anadolu'nun elit öğrencisi olur mu? Aslında elit olmak benim hoşuma gider. Dil bilmek, edebiyat yapmak, strateji konuşmak, tarihle uğraşmak, gençlere nasihat etmek, kitap yazmak bana teknolojik çalışmalardan daha cazip gelir! Böyle derim, ancak teknik işler de yaparım. Bu çalışmayı tamamladım. Birkaç yıldır kütüphanemde duran bir kitabı bu günlerde okudukça Prof. Dr. Mustafa İnan Bey Hocamıza hayranlığımız artıyor. Allah vergisi bir akıl, derin bir hafıza, parlak bir zekâ ve sonunda da çok üstün başarılar sayın hocamızda toplanmış. Kitaplarını okuduğumuz sevgili hocamızın matematik dâhisi olduğunu anlıyoruz. Bunlar sıra dışı kişiler. Allah bu kişileri bir görevi gerçekleştirmek üzere dünyaya gönderiyor [1]. Bizim yapmaya çalıştıklarımız aklımızı yorarak, bütün emeğimizi ortaya koyarak standart başarıları yakalamaktan ibarettir.

2. Açıklamalar

2.1. Önemli Olan Görevi Yapmaktır

Hâl böyle olunca, kendi kendime sordum “Sen ne yaptın da teknik alanda akademik oldun?” Bu konuya biraz açıklık getirelim. Aslında teknik konulara çok meraklı değilimdir! Yağlı, paslı işleri pek sevmem! Bendeniz görev olarak teknikle uğraşıyorum! Mesele görevi güzel yapmaktır. Katı cisimlerin mekaniği konusunda epey emek verdim. Matematik ve teori ile uğraştım. Mekatronik, imal usulleri konusunda dersler verdim! Mekatronik konusunda bir kitap hazırladım... Görevim nedeniyle sürekli ortamlar mekaniği, malzeme bilimi, enerji konularında Kara Harp Okulu'nda ve üniversitelerde çalıştım [2]. Görev olunca, Yüce Allah'ın insanlara verdiği yetenekleri ve akıllı kullanmak gerekir. Gelin teknik bir hikaye ile işe başlayalım, biraz kendimizi anlatalım. Hani olduğu gibi “as is” diyoruz ya!

2.2. Herkesin Teknik Merakları Vardır

1970 yılında Gaziemir’de Ulaştırma Okulu’nun çevresindeki dağlarda elektrik üretmek için bir rüzgar gülü imal etmiştik. Tasarımı bana aitti! 120 cm. çapında, 22 derece açılı 8-10 kanatlı, iki rulman içinde dönen bir mile kaynaklı bir sistemdi. Taburun bakım kademesinde sanat enstitüsü mezunu İsmail Onbaşı ile yapmıştık! Hasan Onbaşının da emeği çoktur. Birisi tornacı, diğeri elektrikçiydi. İsmail ve Hasan Onbaşılar yetenekli sanatkarlardı. Bu satırları 47 yıl sonra yazarken personelin isimlerini hatırlamam, ölçüleri yaklaşık olarak yazmam beni şaşırtıyor! Bir de bakım kademesinde 10-12 metre boyunda 7-8 metre genişliğinde, çelik hasırlardan çelik dersane konstrüksiyonu yaptırmış ve Gaziemir’de dağın başına, bir bölük askerinin sırtında, 2 kilometre mesafeye taşımıştık! O yıllarda TIR ile ulaşım imkânımız da yoktu! İnsan gücüne dayalı bu işi bereket kazasız olarak başarmıştık. Gençlik! Ben 25 yaşında üsteğmendim. Her şeyi planladık, sistemi taşıırken kimsenin eline, sırtına bir şey olmadı! Sağlık tedbirleri ve iş disiplini önemlidir. Disiplinli bir şekilde hep beraber işi sağlam tuttuk ve birlik ruhu ile sistemi sırtımızda taşıdık. İçinde yaşamayan olayı pek anlayamaz.

2.3. İş Yerinde Sağlığımız ve Emniyet Önemlidir

Gelelim aydınlatma işine bizim imal ettiğimiz rüzgârgülü dönecek, dinamo 15-20 adet araç ampulünü yakacak ve dağ başına kurduğumuz dersane aydınlanacaktı! O yıllarda benim için kişisel ve çocuksu bir merak konusu! Ama işe yaradı! Işık elde ettik, ama reosta olmayınca ampuller yandı... Bununla beraber, rüzgârgülü fazla hızlı döndüğünde rulmanlar zorlanıyordu. O yıllarda eğittiğimiz askerlere dershanede teknik bilgi verirdik. Teorik bilgi verirken, eğittiğimiz öğrenciler dönen pervaneye bakmaktan dersi dinlemez olmuşlardı! Bizim olmadığımız bir zamanda askerlerin veya öğrencilerin merak nedeniyle kuleye çıkıp pervaneye dokunmalarını önlemek ve muhtemel bir kazanın önüne geçmek gerekiyordu! Bizim proje fazla ilgi odağı olmuştu. Belki bir gün kuvvetli esen bir rüzgâr rüzgârgülü uçurdu, belki de başımıza bir iş gelmesin diye sistemi söktük ve bir daha da kullanmadık! Yaklaşık 50 yıl önceden aklımda kalan teknik çalışmalar bunlar. Ulaştırma Okulu’nda dizel motorlar, benzinli motorlar, diferansiyel sistemi, elektrik donanımı, araç teknolojileri konusunda dersler görmüştüm. Sonra bu derslerin öğretmeni oldum. Yedek subay, muvazzaf subay ve astsubay talebelerimize böyle dersler verdim.

2.4. Teorik, Deneysel ve Bilimsel Bir Yoldayız

Aradan seneler geçti, talebe ve öğretmen olarak hep eğitimin içinde oldum. KKK.lığı ulaştırma sınıfından ayrıldım ve KKK.lığında teknik ve bilim alanına yöneldim. 1986 yılına geldik. Kanada’da toz metalürjisi süper alaşımlarıyla uğraştım [3]. Türbinlerin disklerinin yapımında kullanılan Rene 95 isimli bir malzeme üzerinde araştırma yapmıştık. NRC Laboratuvarları’nda; jeneratörle elektriğin üretildiği, elektriğin ısıya dönüştürüldüğü, elektrik direncinin güce transfer edildiği, gücün basınca dönüştürüldüğü bir malzeme deney sistemiyle (MTS) çalışmıştım. Malzemeyi 1000 C dereceye ısıtıp mekanik olarak bazı bası deneyleri yapmış ve malzemenin sıcaklık etkisiyle değişen mukavemetini matematik olarak modellemeye çalışmıştık. Yaptığımız çalışma NATO’da AGARD olarak bilinen bir konferansta sunulmuş ve bildiri kitabında Kanada projesi olarak, birinci yazar ben olmak üzere yayımlanmıştı. Proje bana aitti, çalışmalar bir grup çalışmasıydı. Deneyleri ve hesapları ben yapmış, eğrileri ben çizmiştim. Bugün bile devamlı atıf alan bir çalışmadır. Research Gate diye bir organizasyon vardır. Benim makaleyi bin okuyucunun okuması nedeniyle beni kutlamışlardır. Makale İspanya’da bilimsel AGARD toplantısında sunulmuş, adım 1987 yılında ilk defa bir bildiri kitabında geçmişti! NRC Raporlarında da proje sahibi olarak ismim birinci sırada yazıldı. Yabancılar insanın hak ve hukukuna daha önem veriyorlar. Bunun da bir incelik, teşvik ve nezaket gereği olduğunun takdirindeyim.

2.5. TÜBİTAK’ta Ödüle Layık Görülmek

Bana uçak ve uzay malzemeleri konusunda yaptığım bir proje nedeniyle 1993 yılında TÜBİTAK Hüsametin Tuğaç Vakfı Ödülü layık görülmüştü. TÜBİTAK’ın Bilim Ödülleriyle beraber verilmiş olması ödülün önemini artırmıştı. TÜBİTAK’ta Sn. Başbakan Tansu Çiller, Başbakan yardımcısı Prof. Dr. Erdal İnönü ve Bakanların katıldığı görkemli bir tören yapılmıştı. Tuğaç Vakfı Ödülü için 100 proje yarışmış, araştırma birincilik ödülü bana nasip olmuştu! Yapılan çalışmanın kesintisiz “full-time” iki yıllık bir emek olduğunu ifade etmek isterim. Herkesin takdirini kazanmış bir araştırmaydı. Bilim alanında bir asker olarak beni ön plana çıkarmıştı. Bu ödülün Komutanlar, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TÜBİTAK dâhil herkes memnun kalmıştı. Ben de bilim alanında ilk defa ödüllendirilmiş oluyordum. Milli Savunma Bakanı Sn. Nevzat AYZAZ ödülümü vermişti. Merasime eşimle ve kız kardeşimle gittim. Her zaman böyle mutluluklar

yaşayamayız! Isparta'dan öğretmen kız kardeşim Günay Özmen ve Eniştem Tamer Özmen de törene gelmişlerdi. Aynı törende TÜBİTAK Matematik Bilim ödülünü kazanan Prof. Dr. Attila Aşkar Bey de vardı. Boğaziçi Üniversitesini bitirdiğimde beni evden çağırılmış ve akademik hayatı seçmem için ricada bulunmuştu! Güzel bir öğretmen-öğrenci buluşması olmuştu. Hayat işte böyle güzel bir şey!

Aradan 25 yıl geçti! Toz Metalürjisi süper alaşımları konusunda memleketimizdeki gelişmelerin hâlâ yeterli olmadığı bir gerçek! Sanayide ve üniversitede çalışmadığım için o yıllarda ben de konuya bir iki makale yazmanın ve TÜBİTAK yarışmasına bir proje ile katılmanın dışında fazla bir katkı sağlayamadım. Biraz vakit bulsam, şimdi bile çalışıp, önemli işler becereceğimi değerlendiririm. Başbakan yardımcısı Prof. Dr. Sn. Erdal İnönü bu ödülün nedenini öğrenmek için bana nasıl bir araştırma yaptığımı sormuştu! Ben de sanırım süper alaşımlar konusunda teknik bir izahatta bulunmuştum. Bu proje benim generalliğe terfi etmem için belki de olumlu bir etmen olmuştu!

2.6. *Faydalı Bir İş Yapabildik mi?*

Geçen yıllar içinde bu konularda iki doktora öğrencisi yetiştirdim. Her ikisi de Alüminyum malzemenin yüksek sıcaklıklarda deformasyonunu incelediler. Birisiyle 1000 atmosfer basınca dayanıklı, derin çekme, dikişsiz, kompozit bir tüp imal ettik. Türk Patent Enstitüsü'nden Faydalı Model Belgesi aldık. Diğer öğrencimin doktora tezi de çok başarılı oldu. Bazen Elsevier makalelerine hakem olarak davet edilirim. BAU'da malzemelerin yüksek sıcaklıkta deformasyonu ile ilgili yüksek lisans programında 5-6 yıl ders verdim. Bir malzeme laboratuvarı kurdum. Derslerin programlarını "syllabus" hazırladım ve bu derslerin ilk hocasıyım. Gebze İleri Teknoloji Enstitüsünde de bu derslerin açılmasını sağladım. 5-6 yıl talebelerim oldu. Dersimin meraklıları çoğaldı. Ders her dönem açılmaya başlandı! Şimdi düşündüğümde, kendimi bu konuda yapabileceklerimin iyisini yapmış hissediyorum. 1981 yılından itibaren öğrenirim ve öğretirim... Bu konularda Kanada'da öğrendiklerimi talebelerime öğrettim. Yine de meraklı olanlara öğretiyorum. Benim makaleler en çok Amerika'da ve Çin'de okunuyor. Türkiye'den meraklı bekliyorum... Bilgisayarım son 15 yıldır her gece yarısı kapanır. Kitap hazırlamak, makale yazmak veya ders çalışmak gibi bir işi mutlaka bulurum. Sırada bekleyen birçok işim vardır. Çalışkan ve sorumluluk sahibi olmak bir karakter meselesidir...

2.7. Uyumlu Olun

1990'lı yıllarda bir öğretim üyesi ile tanışmıştım. Profesör Dr. bir hocamız toz metalürjisi ve savunma sanayii konusuna ilgi göstermişti. Saygılı, çalışkan bir arkadaşı, bu konuda bilgiliydi. Onunla güzel çalışmalar yapabileceğimi düşündüm. Sonradan sevgili akademisyen hocamızın öldüğünü öğrendim! Üniversite-deki bazı iç çekişmeler nedeniyle üzüntüden kanser olup vefat ettiğini öğrenince üzüntüm daha da arttı! Bu konuda yorum yapmayacağım! Herkes kendini ve ayıbını bilir. Öğretim üyeleri arasındaki çekişmeler kimseye fayda getirmez! Bu sebeple kurumlarda akademisyenler arasında sürtüşmeye meydan verilmemesi lazımdır! Eğer bir yerde hizipleşme, uyumsuzluk varsa o toplumlar patinaj yaparlar ve ilerleyemezler.

2.8. İşlerimiz Her Zaman Rast Gitmeyebilir! Sabırlı Olun

Yukarıda anlattığım konunun dışında, akademik dünyada bir konu daha beni rahatsız etmiştir. Adaletsizlik herkesi rahatsız eder! Bu konu açılmışken, yanlışı olanı yazmayı ve hatadan dönülmesini sağlamayı bir görev olarak değerlendiriyorum. Doçentlik sınavımda üç yıl olumsuzlukla karşılaştım! Komisyonunda asli görevli olan ve değişmeyen üç üye 1990-1993 yıllarında bilimsel eserlerimi geliştirmemi istediler. Bilim sınavına giremedim. Halbuki diğer iki üye her yıl çalışmalarımı yeterli buldular. Bilahare bazı nedenlerle sınav komisyonlarındaki üyelerin her yıl değiştirilmesine başlandı! Benim eserlerimin komisyonunda incelenmesi her defasında 2-3 saatlik bir münakaşaya sebep olur ve eserler üçe karşı iki oy ile reddedilirdi! Her sene ayrı bir bürokratik mazeret bulurlar ve bu mazereti de komisyon başkanı üzümlere açıklardı! Üçüncü yılın sonunda yine bir yönetmelik gereği benim sözlü sınava girmeme engel olduğunda; “sorunun bende olmadığını, çalışmalarımın uluslararası teknik platformlarda yayımlandığını, TÜBİTAK Ödülü aldığımı ve takdir edildiğini bildirdim ve esas sorunun komisyonunda olduğunu” söyledim! Olumsuz olan komisyon üyesi Sn. Başkana “benim komisyonu suçladığımı” söyledi! Rahmetli Komisyon Başkanı ise komisyon üyesine dönüp “aday doğru söylüyor” dedi! Hakkımı teslim etti! Komisyonunda herkesin içinde “Benim çalışmalarımın çok iyi olduğunu, sorunun yönetmelikten kaynaklandığını” açıkladı!

Ben Başkana saygı gösterirdim. Bunları yazarken rahmetli Başkan hocamız zinhar rahatsız olmasın dilerim! Hakkımı helal ettim gitti! Nur içinde yatsın. Bununla beraber, diğer olumsuz iki komisyon üyesini de görevlerini yaptı kabul

edelim... Bilahare bir tanesi vicdan azabı ile beni aradı, Ankara’da beni buldu, yaptığının hata olduğunu söyleyip benden özür diledi! Benimle beraber çalışmak istediğini iletti! Aradan 25 yıl geçti... Bu olaylar da hayatın cilveleridir. Sabırlı olunuz ve sakın kızmayınız...

3. Sonuç

3.1. İşe ve İnsanlara Küsmeyiniz

Bilim konusunda çok iyi niyetle çalışmama rağmen, karşılaştığım bu olay beni olumsuz etkilemiştir. Ankara’dan İstanbul’a üç yıl umut otobüsü ile gitmemi ve sonunda Ankara’ya hüsransız otobüsü ile dönmemi hatırlarım! Olacak iş değildi! Ben emek veriyordum, sonunda “tripartite” değişmeyen üç komisyon üyesi yönetmelikle ve bürokrasiyle ilgili bir sebep buluyor ve eserlerimi iki olumlu, üç olumsuz (2/3) oy ile reddediyorlardı! “Düzgün ve çalışkan olduğunda mutlaka başarılı olunur” inancındaydım! Komisyon üyesinin bu gereksiz kaprisini şimdi bile tuhaf bulurum! 25 yıl geçti, belki affedici olmam gerekir, ancak su-i misal, misal olmasın diye bunları yazarım!

3.2. Garanti Hak Yerini Bulur

Her cemiyette böyle kapris yapanlar bulunabilir. Sonunda 1993 yılında Ana Bilim Dalını değiştirdim, “kimya ve metalürji” ana bilim dalından “imalat ve konstrüksiyon” ana bilim dalına geçtim! Herkes muradına erdi! Girdiğim ilk sınavda 5 öğretim üyesinin de takdirini ve olumlu oyunu alarak 1994 yılında teşkil edilen komisyonda sadece ben doçent olmaya layık görüldüm! Yeni komisyonun öğretim üyeleri, “hayatlarında ilk defa her sorulan soruyu bilen bir doçent adayı ile karşılaştıklarını vurguladılar, benim nasıl bir eğitimden geçtiğimi, bu başarının sebebini” sordular. Ben de teşekkür ettim “biraz şans olduğunu, bu sınavlar için çok iyi hazırlandığımı” söyledim. 2002 yılında da aynı şekilde oy birliği ile profesör oldum. İnsanlara kötülük yapmak kolaydır, ama insana, bilim insanına yakışmaz! Bilim insanlarının bu konularda kaprissiz, düzgün, adaletli bir bilim hakemi olmaları gerekir.

3.3. Biz de Komisyonlarda Çalıştık

Son 15 yıldır Profesör Dr. Yük. Mühendis olarak topluma hizmet ediyorum. Doçentlik sınavlarında herkesin hakkına, hukukuna sahip çıkarız. Benim ve arkadaşlarımın bulunduğu komisyonlar herkes için bir güvencedir. Bizim de başarısız gördüğümüz genç arkadaşları olumsuz olarak değerlendirdiğimiz olmuştur, ancak asla art niyetli olmadık! Hak edenin hakkını mutlaka vereceğiz! İşin kuralı budur. İşlerin standardı önemlidir. Asla standardın altında çalışma yapmayacağız! Teknik hata kaldırmaz! Bununla beraber “yapılan işleri zorlaştırmayınız, kolaylaştırınız, müjdeleyiniz, nefret ettirmeyiniz” hadisini de unutmamak gerekir.

3.4. Bunlar Sizi Teşvik için Yazıldı

Benim bilim merakım konusunda bu kadar yazmam yeterlidir. Belki bir gün benim talebelerim benim hakkımda yazarlar! Öylesi daha münasip olur. Öğrencilerimin kimisi doçent, kimisi profesör, kimisi general oldular... Hani benim bir de askerlik şapkam vardı ya! Yine de işin mutfağında daha çok emek verdiğimi ve vitrinlere pek çıkmadığımı söylemek isterim. Günün birinde TSE’de bir toplantıya katılmıştım. TSE’nin Bilim Kurulu Üyesiydim. Toplantıdan sonra yemek planlanmıştı. Beni protokolde uygun bir yere münasip görmüşlerdi, Sağ tarafımda oturan beyefendiye kendimi “Bendeniz Doçent Dr. Tuğgeneral Oktay Alniak” diye tanıttığımda, Sn. Bakan Şuayip Üşenmez Bey bana “ Sn. Paşam sizi yıllardır tanırım. Ben de Gazi Üniversitesi’nin hocasıydım. Bir gün öğretmenler odasında İstanbul’dan doçentlik sınavından gelen öğretim üyesi Prof. Dr. Fevzi Ercan Bey sizi bize anlatmıştı. “Doçentlik sınavına bir asker geldi. Ne sorduysak bildi, ne sorduysak bildi” demişti! Bu sebeple sizi severiz, takdir ederiz. Siz asker ve sivil öğretim üyeleri arasında bir bilim köprüsünüz” diye gönlümü almıştı! Kiminle nerede karşılaşacağımızı bilemeyiz. Bunlar güzel şeylerdir. Yaşamın insani ve bilimsel kalitesi önemlidir. Siz iyi olunuz, mutlaka kazanırsınız...

3.5. Teknik Projelerden Sorumluyduk

Söz sözü açmışken, resmî görevimin son on yılında ülke güvenliği ile alakalı yaklaşık 1000 civarında önemli projenin yönetimime emanet edildiğini vurgulamak isterim. Bu hem güven hem bilgi gerektirir. 5-6 Milyar \$ bedelli projeler memleketin ileri teknoloji gerektiren güvenlik projeleriydi! Bu projeler üzerinde on yıl çalışmak beni biraz daha projeci ve stratejik düşünür yaptı! Takdir okuyanların ve beraber çalıştığımız arkadaşlarındır. Düzgünseniz, akıllıysanız,

kibarsanız, güvenilirsenez aranırsınız. Herkes kıymetinizi bilir! Bir işi yaparken mutlaka işin içinde olmanız gerekir. Konuları tam olarak öğrenin, kimsenin adamı olmayın. Kanun ve Yönetmelikler esastır. Bunlara ve vicdanınıza uyunuz. Daima bunların tarafında olunuz.

3.6. Kongre ve Çalıştay Başkanlıklarımız

2006-2009 yıllarında her yıl Hidrojen Enerjisi Kongreleri organize ettik. Hidrojen enerjisi konusunda ilgi odağı yaratmaya çalıştık. Temiz enerjiyi ön plana çıkaralım istedik. Bilahare o işi UNİDO yapmak istedi, biz de sanayi ve üniversite olarak uygun gördük! Hidrojen enerjisi konusu değer kaybetti, zamanla meraklısı azaldı ve UNİDO kapandı! Şimdi bir dernek kurulmuş!

2010 yılından beri her yıl İleri Teknolojiler Çalıştayı (İTÇ) organize ederim. Bu yıl İTÇ-2017 faaliyeti Pîrî Reis Üniversitesi ev sahipliğinde organize edeceğiz. Amacımız genç bilim insanlarını bilime ve teknolojiye yaklaştırmak, onları bu alanda teşvik etmektir. “Çalıştay Bildiri Kitabı” nı tanzim eder, üniversite ve kurumlara hediye ederiz [4]. Bunlar da benim öğretim üyeliğim yanı sıra yapmaya çalıştığım görevlerimdir. Tecrübem, yaşım nedeniyle genç arkadaşlarımız beni bu faaliyetlerde destekliyorlar. Öğrencilerimin yardımıyla ve arkadaşlarımla gayretiyle değerli öğretim üyelerini davet ediyoruz ve onlardan uzmanlık alanlarında konferans rica ediyoruz. Hep beraber yenilikler ve teknik konularda aydınlanmaya çalışıyoruz. Emeği geçen herkese müteşekkirim.

3.7. Adalet Çok Önemlidir

Siz iyi olunuz ve çalışınız. Mutlaka başarılı olursunuz. Yukarıdaki paragraflarda doçentlik sınavındaki komisyon üyesi hakkında kırıngılığımı yazmıştım. Doğrudur, 25 yıl önce yaptığı adaletsizlik nedeniyle kendisine kırılmıştım. Hayatta da görüşmedik! Sakın devamlı tenkit eden tiplerden olmayınız! Sakın kimseye kızmayınız! Olumsuz davranan kişilere de sevgi ve saygı da kusur etmeyiniz! Herkes kendi ayıbını iyi bilir... Hırs, kapris, kıskançlık kötü şeylerdir. Sakın böylesi olumsuzluklara bulaşmayınız! Bu işler hayır getirmez, bir fayda sağlamaz. Sonunda siz kaybedersiniz! Kendinizle kavgalı olmayınız! Midenizden hasta olursunuz, ülser olursunuz! Sorunlarımızla başkasını yorma hakkımız yoktur! Eğer “Sn. Hocam, yani Polyannacılık mı oynayalım?” dersiniz, “Evet, oynayın!” derim. Ben oynuyorum, iyi oluyor...

3.8. “İlim ilim bilmektir, İlim kendini bilmektir. Sen kendini bilmez isen, Ya nice okumaktır.” -Yunus Emre

Ben sokakta bir ilan görmüştüm. Prof. Dr. Aziz Sancar gelecek yazıyordu! Konferans vermek üzere bir yere davetliydi. İçimden geldi ve dinleyici olarak gittim! İyi ki gitmişim. Sakin, sevgili, saygılı, tevazulu, yaptıklarıyla övünmeyen, gençleri bilim için teşvik eden, ülkesini ve insanlığı seven bir yapısı vardı. Nobel Bilim Ödülü kazandığı yıld. Pek beğenmişim...

Etik kurallar evrensel ve bilimseldir. Bilim dürüstlük, çalışkanlık, disiplin, fedakârlık, hoşgörü ve insanlık ister. Bilim bana çok iyilik etti! Bilime olan merakım ve sevgim hep karşılık gördü. Bilimin bana olan faydaları asla inkâr edilemez! Nitekim bilim; 14 yaşında girdiğim bir devlet sınavında bir defa elimden tuttu, beni bir daha hiç bırakmadı! Ben bayramlarda, seyranlarda, gecelerde ve gündüzlerde hep onunla olurum ve çalışırım. Sizlere de bilimle dost olmanızı öneririm. Hep kazanırsınız!

Farkında mısınız, yine bayramların haftasındayız. Milli ve Dini Bayramlarımız; 30 Ağustos 2017 Zafer Bayramımız ve mübarek Kurban Bayramımız kutlu olsun. Sağlık, saadet ve mutluluklar dilerim. Hepinize en iyi dileklerimi sunarım. **M. Oktay ALNIAK**, 30.08.2017 Kuşadası.

Teşekkür

Hayatta bana destek olan eşime, benimle çalışan herkese, teknoloji üretenlere, öğretmenlerimize ve idarecilerimize teşekkür ederim. Kimseler çalışmaya katılmazsa ben yine de görevimi yapmış olayım istedim ve bu bilgileri hazırladım. Çalışmaya katılım ve çalıştayın icrası güzel oldu. Katılımcılara çok teşekkür ederim. Bildiriler Kitabını hazırlayan değerli arkadaşlarımıza, editörlere ayrıca teşekkür ederim. Teşekkürü bol yönetici olmak çok iyidir. Herkesin hakkını teslim etmiş olursunuz.

Kaynakça

[1] Atay, O. (1999). *Bir bilim adamının romanı Mustafa İnan*. İstanbul: İletişim Yayınları 57.

[2] Alniak, M. O. (2009). *Değerlerimiz ve Türkiye*. İstanbul: Yeniüzyıl yayınları.

- [3] Alniak, M. O. (2009). *Bir yaşam tarzı*. İstanbul: Cinius Yayınları.
- [4] Alniak, M. O. (2009). *Asker ve akademisyen* (Henüz yayınlanmamış otobiyografik çalışma). İstanbul.

ANAHTAR SÖZCÜK DİZİNİ

3

3B çizgi-kodlar, 294
3B yazıcı, 160

A

afet sonrası toplanma yeri, 335
ağırlık merkezi, 175
akıl, 485
akıllı gemi, 365
akıllı şehir AB örnekleri, 218
akıllı şehir(yöre), 218
alev geciktiricilik, 140
alüminyum alaşımlar, 203
atmosferik plazma, 134

B

bilgi çağı, 39
bilgi çağı ekonomisi ve matematik,
39
bilişim kuramı, 294
bina kabuğu, 187
bor ürünleri, 473
büyük veri, 217

C

CANDU Kanada tipi reaktörler, 88
cephe, 187
CERN, 74
coğrafi bilgi altyapısı, 431

Ç

çakıl taşı tipli toryum reaktörü, 89
496

çalkalanma, 175
çelik, 149
çevik üretim, 160
çevre ve insana yönelik "inspire",
431

D

denizcilik endüstrisi, 365
denizcilik verimliliği, 365
denizcilikte değer zinciri, 365
denizde uydu fırlatma platformu,
335
deşarj, 134
dijital teknoloji, 473
düzgün olmak, 485
dynamic behaviour, 119

E

ekonomi, 327
elektrik ark yöntemi, 149
elektrik direnci, 203
elektrik iletkenliği, 203
elektrik sayaçları, 203
endüstri 4.0, 26, 45, 473
enerji, 92, 318, 473
Erdoğan, F., 389
ergimiş tuzlu toryum reaktörleri, 88
Eringen, A. C., 389

F

füzyon, 92

G

gıda güvenliği, 306
gıda kalitesi, 306, 318
gıda sanayiinde yeni teknikler, 318
gıdaların sınıflandırılması, 306
görev, 485
güç faktörü düzeltme, 240
Gürcistan, 450, 463

H

hava aracı, 175
hızlandırıcı teknolojileri, 74
hızlandırıcı yardımıyla kullanılan toryum reaktörleri, 89
hızlı analiz yöntemi, 306
high temperature, 119
hot isostatic pressure (HIP), 119
HVOF, 149

İ

ileri teknoloji, 45, 275
ileri teknoloji eğitimi, 327
ileri teknoloji kavramı, 19
ileri teknolojiler, 15
ileri yakıt çevrimi, 102
iletim kaybı, 240

K

Kakaç, S., 389
kanatlı hayvan yetiştiriciliği, 228
kaplama, 134
kararlılık, 175
katalitik teknolojiler, 284
katmanlı imalat, 135
katmanlı üretim, 160
kemometri, 306

kentsel su depolama sistemi, 334
kesirli matematik, 66
kodlama kuramı, 294
kompozit yapılar, 463
komşularla bilim-eğitim iş birliği, 450
komşularla bilim-teknoloji iş birliği, 463
köprüsüz dönüştürücü, 240
krom oksit, 149
kümes aydınlatma, 228

L

LED armatür, 228
LED aydınlatma, 228
LOI, 140
lojistik, 335

M

marine diesel engines, 428
matematik temelli bilim-eğitim merkezi, 450
metal, 135
metal alaşımları, 432
modüler platform, 335
mühendislik, 45

N

nano-teknoloji, 151

O

ohmik ısıtma, 318
orta irtifa insansız hava aracı, 21
ortak-mod gürlütüsü, 240

P

piezoelektrik kristaller, 151
Pîrî Reis Üniversitesi simülatörleri,
 380
planlama, 327
plastik enjeksiyon kalıplama, 160
plazma, 134
plazma fiziği, 92
plazma ile aktifleştirilmiş su, 257
plazma tarım, 257
pseudo totem - pole, 240

R

radyoaktif atıklar, 102
robotik, 66

S

sabır, 485
sabit nokta teorisi, 66
sarıncılar, 335
savunma sanayi, 159
sayısal uçuş modelleme yeteneği,
 271
SEM, 149
seramik, 135
sıkıştırma, tork, 203
simülatörler, 380
soğuk atmosferik plazmalar, 257
sosyal bilimler, 352
strain rate, 119
stratejik deniz platformu, 335
stratejik su depolama sistemi, 334
superalloy, 119
süper bilgisayarlar, 217
sürdürülebilir kimya, 284

sürdürülebilirliğin yeni vizyonu,
 467
sürdürülebilirlik, 275, 284

Ş

şehir planlama, 334

T

tasarruf, 327
teknik seramikler, 159
teknik seramiklerin işlenmesi, 159
teknoloji yönetimi, 327
teknolojik buluş, 365
teknolojik gelişmelerin sosyal
bilimleri etkilemesi, 352
temiz atık, 275
temiz enerji, 275
temiz üretim, 275
termal sprey yöntemleri, 149
termik elektrik santralleri, 151
titanyum floroborat, 140
tokamak, 92
toplam harmonik bozulumu, 240
Türk Hızlandırıcı Kompleksi, 74
Türk mühendisleri, 389
Türk platformları, 335

U

ulusal elektrikli araç üretimi, 30
ulusal sayısal uçuş yeteneği, 271
uyum gösteren cephe sistemleri,
 187

Ü

üniversite-sanayi iş birliği, 327

V

vakum, 134

Veziroğlu, T. J., 389

Y

yağmur suyu toplama, 334

yakıt tankı, 175

yapısal intikal eklemeleri, 432

yeni matematik modeller, 463

yeni nesil GRI G4, 467

yeni nesil reaktörler, 102

*yeni nesil sürdürülebilirlik
raporlaması, 467*

yenilenebilirlik, 275

*yeşil bina sertifikasyon sistemleri,
334*

*yirmibirinci yüzyılda sosyal
bilimler, 352*

yol haritası, 485

yüksek irtifa insansız hava aracı, 21

*yüksek performanslı hesaplama,
217*

yüksek teknolojiler, 352

Z

Zadeh, L. A., 389

YAZAR DİZİNİ

- AKEL, M.**, 228
AKIN, A. N., 284
AKKURT, F., 140
AKSOY, Y., 187
ALNIAK, M. O., 3, 119, 135, 203,
327, 483, 485
ASLAN, N., 134
AŞKAR, A., 37, 39
ATLIĞ, C., 217
AZAKLIOĞULLARI, M. Ü., 218
BEDİR, F., 119
BIKMAZ, B., 228
BODUR, H., 240
BOZKURT, Y., 149
ÇAKIR, K., 149
ÇAVDAR, M., 240
ÇERKEZOĞLU, E., 228
ÇORUHLU, T., 257
DAĞLIOĞLU, İ., 334
DEMİREL, E., 352
DOĞAN ÖZCAN, M., 284
ERASLAN, H. A., 271
ERDOĞAN, O., 9
ERKMEN, T., 365
ERTEK, Ç., 86, 88
GÜLLAPOĞLU, C., 380
GÜLVER, Y. F., 389, 450
GÜRSOY, Ö., 187
GÜRÜ, M., 140, 471, 473
HASHIMOTO, S., 428
İBRAHİMOĞLU, B., 91, 92
KAFTANOĞLU, B., 44, 45
KÂHYAOĞLU, N., 13, 15
KARACABEY, E., 306, 318
KAYA, Ö. A., 149
KAYAARASI, T., 17, 19, 275
KAYNAK, Ü., 20, 21
KIZIŞAR, S. E., 92
KURTLAR, M., 25, 26, 58
KÜÇÜKÖNER, E., 306, 318
LENK, O., 431
OLGUN, M., 432
ÖZBİR, Y., 151
PAKER, A. S., 160
PALACI, Y., 135, 158, 432
SARAÇYAKUPOĞLU, T., 175
SEDİR, P., 140
SEZEĞEN, A., 187
SİRMEN, R. T., 294
SULTANSOY, S., 71, 73
TAŞ, K., 64, 66
TURGUT, M. H., 100, 102
TURGUT, S. S., 306, 318
TURGUT, Y., 318
VASHAKMADZE, T. S., 461, 463
YALÇINPINAR, Z., 467
YAZICI, Ş., 7
YAZICIOĞLU, İ., 203
YILMAZ AYDIN, D., 140, 473
YOL, Ö., 29, 30



PİRİ REİS ÜNİVERSİTESİ



TÜRKİYE TEMEL BİLİMLER ARAŞTIRMA VAKFI

*Pîrî Reis Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve
Türkiye Temel Bilimler Araştırma Vakfı Başkanlığı'na
Teşekkür Ederiz.*

*“İlim ilim bilmektir
İlim kendin bilmektir
Sen kendini bilmezsen*
Ya nice okumaktır.”*

Yunus Emre

*Bu sözcük, bazı kaynaklarda "bilmezsin" olarak da geçmektedir. İkinci mısradaki "kendin" (kendini anlamında) sözcüğü ile ve yedili hece ölçüsü ile uyum açısından düşündüğümüzde üçüncü mısra "Sen kendin bilmez isen" şeklinde de söylenebilir.

OKUYUCU NOTLARI

OKUYUCU NOTLARI



PİRİ REİS ÜNİVERSİTESİ

İLERİ TEKNOLOJİLER

V. ÇALIŞTAYI

(İTÇ-2017)

BİLDİRİ KİTABI

T. C. Pîrî Reis Üniversitesi

Adres: Postane Mahallesi, Eflatun Sok. No:8, 34940

Tuzla / İSTANBUL

Bu Kitap İTÇ-2017 Hediyesidir, Para ile Satılmaz.