

MÜHENDİS VE MAKİNA

ARALIK 2016 SAYI : 683

ISSN 1300-3402



tmmob makina mühendisleri odası aylık yayın organı

www.mmo.org.tr/muhendismakina

makale

PZT Eyleyici ve Algılayıcı İçeren Esnek Bir Konsol Kiriş İçin Robust Kontrolcü Tasarımı ve Simülasyonu

Türkiye'de Demiryolu Araçlarının Sertifikasyonu: Mevcut Durum ve Gelecek

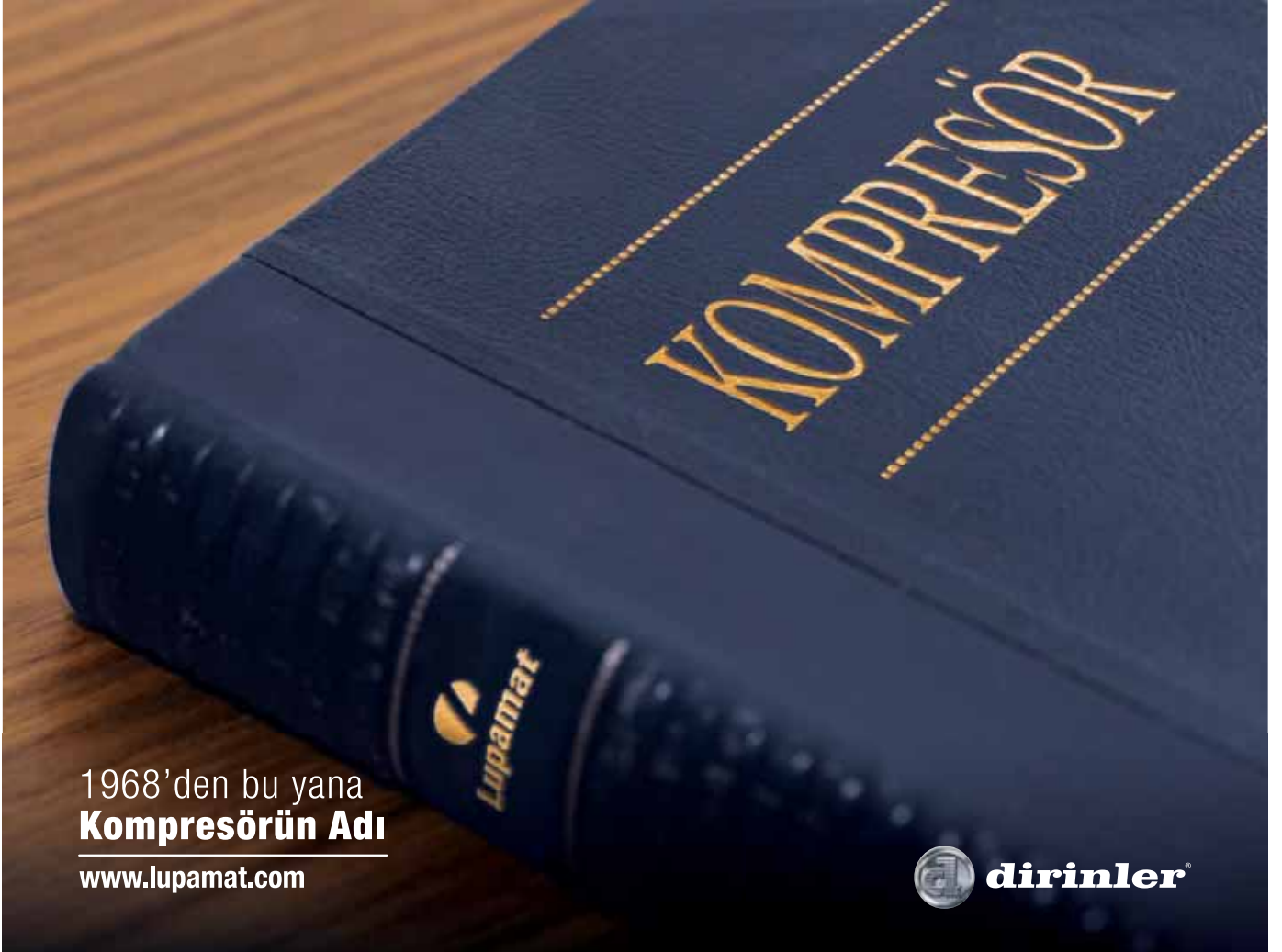




Biz bu işin

KITABINI

.....**yazdık!**



1968'den bu yana
Kompresörün Adı

www.lupamat.com



dirinler®

0 faizli
kredi fırsatı*



Alışveriş merkezinde ilk andan itibaren “sadece kazanın”!

Kojenerasyon ve midikojenerasyon sistemlerde anahtar teslim çözümler sunan BESYS'i tercih ettiğinizde, ekstra bir yatırım ücreti ödemeksizin direkt kazanmaya başlarsınız. BESYS; geniş ürün seçenekleri ve 7/24 yanınızda olan uzman kadrosuyla sizin için en doğru tesisi kurar. Üstelik anlaşmalı bankalardan kullandığınız 3 yıla kadar olan krediler için 0 faiz fırsatı* da BESYS'te!

Sorunsuz ve kazandıran sistemler için BESYS'le mutlaka tanışın!

*Sadece midikojenerasyon sistemlerinde 3 yıla kadar olan krediler için geçerlidir.

BORUSAN
KURULUŞUDUR

Borusan Endüstriyel Sistemler A.Ş.

Gebze OSB 1500. Sok. No:1501 41400 Gebze / Kocaeli / Turkey
t: +90 262 679 56 00 f: +90 262 242 12 57

www.besys.com.tr

BESYS



www.destekotomasyon.com
destek@destekotomasyon.com
+90 232 453 70 07
+90 232 453 70 07



Ölçüm cihazlarının tamamı Destek Otomasyon tarafından geliştirilmektedir. Ölçüm cihazlarından alınan veriler DesTech M2M cihazıyla bulut sunucuya yüklenebilir ve bilgisayar ya da mobil aygıtlarla bu verilerin kullanıcı tabanlı takibi yapılabilir.

Özel ölçüm projeleriniz için firmamızla irtibata geçebilirsiniz.

Aralık ayında gerçekleştirilen MİEM eğitim programı aşağıda yer almaktadır. Programın güncel hali <http://www.mmo.org.tr/miem/> adresinden takip edilebilir.

MİEM KURS PROGRAMI

Eğitimin Adı	Tarihi	Verildiği Şube	Sınav Tarihi
Asansör Avan Proje Hazırlama	5-6 Aralık 2016	İstanbul Şube	7 Aralık 2016
	20-21 Aralık 2016	Ankara Şube	22 Aralık 2016
Asansör	9-11 Aralık 2016	İstanbul Şube	12 Aralık 2016
	23-25 Aralık 2016	Ankara Şube	26 Aralık 2016
Asansör Periyodik Kontrol Muayene Elemanı	6-9 Aralık 2016	Ankara Şube	10 Aralık 2016
	15-18 Aralık 2016	İstanbul Şube	19 Aralık 2016
Doğalgaz İç Tesisat*	1-4 Aralık 2016	İstanbul Şube	5 Aralık 2016
	12-15 Aralık 2016	Diyarbakır Şube	16 Aralık 2016
Mekanik Tesisat	19-25 Aralık 2016	Kocaeli Şube	26 Aralık 2016
	19-25 Aralık 2016	İstanbul Şube	26 Aralık 2016
	19-25 Aralık 2016	İzmir Şube	26 Aralık 2016
Havalandırma Tesisatı	8-9 Aralık 2016	Ankara Şube	21 Aralık 2016
Havuz Tesisatı	21-23 Aralık 2016	İstanbul Şube	23 Aralık 2016
Klima Tesisatı	8-12 Aralık 2016	İstanbul Şube	12 Aralık 2016
Medikal Gaz Tesisatı	13-15 Aralık 2016	Ankara Şube	15 Aralık 2016
Soğutma Tesisatı	10-11 Aralık 2016	Ankara Şube	12 Aralık 2016
Yangın Tesisatı	5-7 Aralık 2016	Antalya Şube	8 Aralık 2016
	14-16 Aralık 2016	Kayseri Şube	16 Aralık 2016

*Yapılacak sınavlar sonucunda başarılı olan üyelerimize Akredite Belge düzenlenmektedir.

LPG Otogaz İstasyonları Sorumlu Müdür (3 Gün)	1-3 Aralık 2016	Kayseri Şube	3 Aralık 2016
	8-10 Aralık 2016	Diyarbakır Şube	10 Aralık 2016
	9-11 Aralık 2016	Trabzon Şube	11 Aralık 2016
	14-16 Aralık 2016	Konya Şube	16 Aralık 2016
	15-17 Aralık 2016	Kocaeli Şube	17 Aralık 2016
	16-18 Aralık 2016	Zonguldak Şube	18 Aralık 2016
	16-18 Aralık 2016	Bursa Şube	18 Aralık 2016
	17-19 Aralık 2016	Edirne Şube	19 Aralık 2016
	23-25 Aralık 2016	İstanbul Şube	25 Aralık 2016
	27-29 Aralık 2016	Ankara Şube	29 Aralık 2016
	28-30 Aralık 2016	İzmir Şube	30 Aralık 2016
Şantiye Şefliği	2-4 Aralık 2016	Mersin Şube	5 Aralık 2016
	12-14 Aralık 2016	İzmir Şube	14 Aralık 2016
	16-18 Aralık 2016	İstanbul Şube	18 Aralık 2016
	19-21 Aralık 2016	Zonguldak Şube	21 Aralık 2016
	21-23 Aralık 2016	Bursa Şube	23 Aralık 2016
	8-30 Aralık 2016	Kocaeli Şube	30 Aralık 2016
Makina Değerleme Bilirkişilik	17 Aralık 2016	Adana Şube	17 Kasım 2016
Kamulaştırma Davaları Bilirkişilik	18 Aralık 2016	Adana Şube	18 Aralık 2016
Stratejik Planlama	14-16 Aralık 2016	Bursa Şube	17 Aralık 2016
Yatırım Hizmetleri Yönetimi	12-13 Aralık 2016	Bursa Şube	13 Aralık 2016
Enerji Kimlik Belgesi Uzmanı (Yeni Tasarlanan Bina)	5-7 Aralık 2016	Kayseri Şube	7 Aralık 2016
	8-10 Aralık 2016	Kayseri Şube	10 Aralık 2016

İÇİNDEKİLER CONTENTS

İLAN SAYFALARI DİZİNİ

Borusan Endüstriyel .. 1
Destek Otomasyon ... 2

Ön İç Kapak
Lupamat Makina

Arka Kapak
Dalgakıran

3

MİEM

Meslek İçi Eğitim Merkezi Aralık 2017 Programı

7

ETKİNLİKLERİMİZ

8

KONGRE

IX. Ulusal İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kongresi Tanıtımı

10

ODA'DAN

Yeni Yıl Mesajı

11

HABER

Ergene Havzası'nda Mühendisler Sempozyumu Gerçekleştirildi

14

BİR GÖRÜŞ

ETKB'nin Düşünülen Yeka İhalesi Güneş Enerjisi İçin Ciddi Bir Başlangıç Olabilir mi?
Canip SEVİNÇ

17

TEKNOLOJİ DÜNYASI

3 Boyutlu Baskı, Doğa Dostu Olabilir mi?
R. P. SIEGEL

22

SANAYİNİN SORUNLARI VE ANALİZLERİ (XXII)

Sanayide Küçülmeye Doğru
Mustafa SÖNMEZ

32

AKILLI BİNALAR

Akıllı Binalar ve Akıllı Binalarda Asansörler
Yavuz ÇETİNKAYA

41

MAKALE DİZİNİ

MAKALELER

48

PZT Eyleyici ve Algılayıcı İçeren Esnek Bir Konsol Kiriş İçin Robust Kontrolcü
Tasarımı ve Simülasyonu
Cem ONAT, Melin ŞAHİN

57

Türkiye'de Demiryolu Araçlarının Sertifikasyonu: Mevcut Durum ve Gelecek
Ömür AKBAYIR

Dergimiz

EBSCO
PUBLISHING

Veri tabanında yer almaktadır

TMMOB
MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI
AYDA BİR YAYIMLANIR
Yerel Süreli Yayın

Aralık/December 2016
Cilt/Vol: 57 Sayı/No: 683

Yönetim Yeri - Head Office
Meşrutiyet Cad. No: 19/6
Kızılay - ANKARA
Tel : (+90 312) 425 21 41
Fax : (+90 312) 417 86 21
e-posta : yayin@mno.org.tr
http://www.mno.org.tr

MMO Adına Sahibi
Publisher
Ali Ekber ÇAKAR

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Executive Editor
Yunus YENER

Yayın Sekreteri
Editorial Secretary
Aylin Sila AYTEMİZ

Yayın Kurulu
Editorial Board
Prof. Dr. Metin AKKÖK
Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ
Prof. Dr. L. Berrin ERBAY
Prof. Dr. Cemal MERAN
Prof. Dr. Harun Kemal ÖZTÜRK
Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU
Prof. Dr. Semiha ÖZTUNA
Yrd. Doç. Dr. Nilay ALÜFTEKİN
Yrd. Doç. Dr. Tolga TANER
Yrd. Doç. Dr. Gurbet ÖRÇEN
Yılmaz YILDIRIM
Ersoy BEY

Yayın Danışma Kurulu
Editorial Advisory Board
Prof. Dr. C. Erdem İMRAK
Prof. Dr. Erdiç KALUÇ
Prof. Dr. İbrahim Deniz AKÇALI
Prof. Dr. Ali GÜNGÖR
Prof. Dr. Mehmet KOPAÇ
Prof. Dr. Hikmet RENDE
Prof. Dr. Ali PINARBAŞI
Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA
Prof. Dr. İlhan KONUKSEVEN
Doç. Dr. Erol KILIÇKAP
Yrd. Doç. Dr. İlbeyi KILAVUZ
Dr. Varlık ÖZERCİYES
Dr. Levent KIRKAYAK

Redaksiyon
Redaction
Tanık ÖZBEK

İlan Sorumluları
Advertising Representatives
Rezzan GÖKSOY (Merkez)
Nuray ERHAN (İstanbul Şube)

Kapak ve Sayfa Tasarımı
Cover and Page Design
Muazzez POLAT

Teknik Sorumlu
Technical Manager
Mehmet AYDIN

Baskı

Printed by
Cem Web Ofset Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi
Alinteri Bulvarı No: 29 Ostim - Ankara
Tel (0-312) 385 37 27
Basım Tarihi : 16 Ocak 2017
Baskı Sayısı (tiraj) : 31.000

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayın Organı olan Mühendis ve Makina dergisi TMMOB Makina Mühendisleri Odası üyelerine ücretsiz olarak gönderilir. 1957 yılından beri yayımlanan (iki yıl farklı bir isimle yayımlanmıştır) dergimiz hakemli bir dergidir. Dergimizle ilgili daha detaylı bilgi alabilmek için http://www.mno.org.tr web adresinden yararlanabilirsiniz. Telefon, faks ya da e-posta: yayin@mno.org.tr adresinden de bize ulaşabilirsiniz.

Değerli Meslektaşlarımız,

Mühendis ve Makina dergimiz sektörde, bilim ve teknoloji alanında önemli bir yeri olan, teknik yayıncılıkta öncü niteliğiyle uluslararası etik yayın ilkelerini benimseyen, ilgili sektörlerle katkı sunan, bilim-teknoloji alanına öncü olmayı hedefleyen, bu düşünceler doğrultusunda 1957 yılından itibaren yayın hayatını sürdüren bir başvuru kaynağıdır.

Dergimiz, yeni yıldan itibaren yenilenen tasarımı, zenginleştirilen içeriğiyle *Mühendis ve Makina-Güncel* ve *Mühendis ve Makina* isimleriyle, iki ayrı dergi olarak yayım hayatına devam edecektir. "Mühendis ve Makina" dergisinin içeriği bilim insanlarının ve öğrencilerin, sektördeki uzmanların hazırlayıp hakemler tarafından değerlendirilen, akademik bilgi üretimine katkı sunan bilimsel makalelerden oluşacaktır. "Mühendis ve Makina-Güncel" ise sanayi, otomotiv, işçi sağlığı ve güvenliği, üretim, enerji, doğalgaz gibi konularda sektörün, mühendislik konularıyla ilgilenenlerin ihtiyaç duyduğu bilgilere yönelik köşe yazılarını, uluslararası geçerliliği olan dergilerden alınan çevirileri, Odamız tarafından gerçekleştirilen eğitim-seminer, kongre, kurultay ve sempozyumlarla ilgili haberleri, mühendislikle ilgili röportajları içerecektir.

Yeni yılda her iki dergimize de www.mno.org.tr/muhendismakina adresinden ulaşabilir; makale, yazı, yeni ürün tanıtımları, reklam ve görüşleriniz ile destek olabilirsiniz.

Yılın son sayısı olan 683. sayımızda 2 makale, Sanayinin Sorunları ve Analizleri, Akıllı Binalar, Bir Görüş, Teknoloji Dünyası, Haber, Oda'dan, Kongre, MİEM, Etkinliklerimiz ve Makale Dizin bölümleri yer almaktadır.

Dergimizde yer alan ilk makalemiz, **Cem Onat, Melin Şahin**'in "PZT Eyleyici ve Algılayıcı İçeren Esnek Bir Konsol Kiriş İçin Robust Kontrolcü Tasarımı ve Simülasyonu" başlıklı çalışmasıdır. Bu çalışmada, Matlab programı ile bir piezoelektrik algılayıcı ve kumanda elemanı içeren esnek konsol bir kirişin modellenmesi ve kontrolü için robust bir yaklaşım sunulmuştur.

İkinci makalemiz, **Ömür Akbayır**'ın "Türkiye'de Demiryolu Araçlarının Sertifikasyonu: Mevcut Durum ve Gelecek" başlıklı çalışmasıdır. Bu çalışmada, demiryolu aracı için sertifikasyon süreci ve sertifikasyon süreci ile ilgili yasal düzenlemeler, Türkiye'de sertifikasyonu yapılan demiryolu aracı tipleri, sertifikalandırılacağı öngörülen araç tipi sayıları ele alınmıştır.

Sanayinin Sorunları ve Analizleri (XXII) bölümünde, Odamız tarafından 2 yılda bir gerçekleştirilen TMMOB Sanayi Kongresi çalışmaları kapsamında ekonomist **Mustafa Sönmez**'in hazırladığı "Sanayide Küçülmeye Doğru" başlıklı çalışması; **Akıllı Binalar** bölümünde, **Yavuz Çetinkaya'nın** "Akıllı Binalar ve Akıllı Binalarda Asansörler" başlıklı çalışması; **Bir Görüş** bölümünde, **Canip Sevinç**'in "ETKB'nin Düşünülen Yeka İhalesi Güneş Enerjisi İçin Ciddi Bir Başlangıç Olabilir mi?" başlıklı çalışması; **Teknoloji Dünyası** bölümünde, **R. P. Siegel**'in "3 Boyutlu Baskı, Doğa Dostu Olabilir mi?" başlıklı çeviri yazısı yer almaktadır.

Haber bölümünde, Odamızın Ergene Havzası'nda mühendislere yönelik gerçekleştirdiği çalışmayla ilgili sempozyum haberine; **Oda'dan** bölümünde, Makina Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Başkanı Ali Ekber Çakar'ın mühendislere, çalışanlarımıza yönelik yeni yıl mesajına; **Kongre** bölümünde, 6-8 Nisan 2017 tarihinde Adana'da gerçekleştirilecek "IX. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kongresi"nin tanıtımına; **MİEM Aralık ayı programına** ve 2017 yılı içinde gerçekleştirilecek Etkinlikler programına ve ayrıca **Makale Dizin** bölümünde, 2016 yılı içinde yayımlanan makalelerin konu başlıkları-yazarlarının ve makaleleri büyük bir özveriyle değerlendiren hakemlerimizin isimlerine ulaşabilirsiniz.

2017 yılının siz değerli meslektaşlarımıza sağlık ve başarı, ülkemize demokrasi ve barış getirmesi dileklerimizle yeni yılınızı kutluyor; bir sonraki sayımızda buluşmak üzere iyi okumalar diliyoruz.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası
Yönetim Kurulu

46. Dönemde düzenlenecek olan etkinlik programına
www.mmo.org.tr/etkinlikler adresinden ulaşabilirsiniz

ETKİNLİK TAKVİMİ

EĞİTİMİN ADI	TARİH	SEKRETERYA	ETKİNLİK YERİ
Asansör Sempozyumu ve Sergisi*	13-15 Ekim 2016	İzmir Şube	İzmir
Öğrenci Üye Kurultayı 2017	11 Mart 2017	Oda Merkezi	Ankara
9. Ulusal İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kongresi	6-8 Nisan 2017	Adana Şube	Adana
13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi	19-22 Nisan 2017	İzmir Şube	İzmir
4. Enerji Verimliliği Kongresi	6-7 Mayıs 2017	Kocaeli Şube	Kocaeli
9. Uçak Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı	5-6 Mayıs 2017	Ankara Şube	Ankara
7. Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi	22-23 Eylül 2017	Mersin Şube	Mersin
8. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi	28-30 Eylül 2017	Denizli Şube	Denizli
5. Ulusal Tıbbi Cihazlar İmalat Sanayi Kongre ve Sergisi	21-22 Ekim 2017	Samsun Şube	Samsun
8. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi	25-28 Ekim 2017	İstanbul Şube İzmir Şube	İzmir
Kaynak Teknolojisi ve Tahribatsız Muayene 10. Ulusal Kongresi ve Sergisi	17-18 Kasım 2017	Ankara Şube	Ankara
11. Endüstri İşletme Mühendisliği Kurultayı	17-18 Kasım 2017	İstanbul Şube	İstanbul
TMMOB Sanayi Kongresi 2017	8-9 Aralık 2017	Oda Merkezi	Ankara

* Gerçekleştirilen etkinliklerimiz



tmmob
makina mühendisleri odası



IX. ULUSAL İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ KONGRESİ

06-08 Nisan 2017

Çukurova Üniversitesi Mithat Özsan Amfisi Balcalı - ADANA

Düzenleyen Şube :

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Adana Şubesi

İletişim :

Tel : 0 322 232 64 20 Fax : 0 322 232 64 19 Gsm : 0 530 640 91 75

e-posta : isgadana@mmo.org.tr <http://adana.mmo.org.tr>

BİLDİRİ KONULARI

- İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin Hukuksal Boyutu, Uygulamalarda Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümler
- İSİG Alanında Ulusal-Uluslararası Mevzuat, Yönetim Sistemleri ve Standartlar (ILO Sözleşmeleri, AB Direktifleri, Ulusal Kanun, Yönetmelikler, Standartlar)
- Kamu Sektöründe İSİG Uygulamaları
- İş Kazaları: Nedenleri, Sonuçları, Önleme, Değerlendirme, Bildirim, Kaza Analizi
- Meslek Hastalıkları, İşe Bağlı Hastalıklar
- İSİG ile Toplum Sağlığı Etkileşimi
- Örnek İSİG Uygulamaları (Kamu ve Özel Sektör)
- Çalışanların İSİG Eğitimleri (Teorik- Uygulamalı- İşbaşı Konuşmaları- Ölçme Değerlendirme)
- İSİG’de Ölçme Değerlendirme
- İSİG’ de Mesleki Eğitim – Mesleki Yeterlilik,
- İSİG Kültürü, İSİG Politikaları ve Yaygınlaşması, İSİG’ de Liderlik
- İş Güvenliği Uzmanlığı ve İşyeri Hekimliği (Görev-Yetki-Sorumluluklar, Karşılaşılan Sorunlar, Saha Uygulamaları, Mesleki Sorumluluk Sigortası)
- İşyeri Sağlık-Güvenlik ve Ortak Sağlık-Güvenlik Birimleri
- İşyerlerinde ve Ülke Düzeyinde İSİG Örgütlenmesi ve Denetim Modelleri
- Acil Durumlarda Sağlık ve Güvenlik Yönetimi
- Tehlike ve Risk Kavramları
- Çalışanlarda Risk Grupları ve İSİG (Kadın, Çocuk, Genç, Yaşlı, Göçmen, Engelli)
- Esnek İstihdam Biçimleri, Kiralık İşçilik ve İSİG’e Etkisi
- Risk Değerlendirmesi
- İSİG’de Önleme ve Koruma
- İşe Devamsızlık (Absenteeism) ve Önleme
- İş Ekipmanlarında Güvenlik ve Periyodik kontroller
- Kişisel Koruyucu Donanımlar ve CE
- İşyeri Ortam Faktörleri (Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik, Psikolojik, Ergonomik vb.) ve Korunma
- Psikososyal Tehlikeler (Stres, Mobbing vb.) ve Güvenlik
- KOBİ’ de İSİG Hizmetleri
- Kapalı Alanlarda İSİG Uygulamaları
- Tarımda İSİG
- Taşıma, İstifleme ve Depolamada İSİG
- Yüksekte ve Düşme Tehlikesi Olan Çalışmalarda İSİG
- Kaynaklı İmalat Çalışmalarında İSİG
- Bakım Onarım İşlerinde Güvenlik
- Parlayıcı ve Patlayıcı Maddelerle Yapılan Çalışmalarda Güvenlik
- Ekranlı Araçlarla Yapılan Çalışmalarda İSİG
- Ergonomi
- İSİG Çalışmaları ve Etik
- Endüstriyel Hijyen
- Yangın Güvenliği
- Tehlikeli Madde Taşımacılığı ve İSİG
- Proses Güvenliği
- Büyük Endüstriyel Kazalar (BEKRA, SEVESO)
- İSİG’de Teşvik Uygulamaları
- Sektörel İSİG Profesyonelliği
- İSİG’de Sürdürülebilirlik
- İşyerlerinde Çağdaş Teknolojinin Getirdiği Yeni Tehlikeler (GSM, Radyofrekans, Çoklu Kimyasal Duyarlılık Sendromu, Nanoteknoloji)
- Kentsel Dönüşümde İSİG
- Sporda İSİG

BİLDİRİLER İÇİN ÖNEMLİ TARİHLER

Bildiri Özetlerinin Gönderilmesi: **11 Kasım 2016**

Bildiri Özetlerinin Değerlendirilmesi ve Yazarlarına Değerlendirme Sonucunun Bildirilmesi: **09 Aralık 2016**

Bildirilerin Tam Metinlerinin Gönderilmesi: **23 Aralık 2016**

Bildirilerin Değerlendirilmesi ve Yazarlarına Değerlendirme Sonucunun Bildirilmesi: **07 Ocak 2017**

Not: Yukarıda bildirilen tarihler son gün tarihleridir. Bildiri Yazım Kurallarına www.isgkongresi.org web adresinden ulaşılabilir.

KATILIM KOŞULLARI

Delege Katılım Ücreti : 250,00 TL

Katılım Bedeline Dahil Hizmetler:

- Kongre Süresince Öğle Yemeği
- Kongre Süresince Çay-Kahve
- Kongre CD’i
- Kongre Çantası
- Kongre Katılım Belgesi

Ödemeler İçin Banka Hesap No:

Makina Mühendisleri Odası Adana Şubesi

T. C. İş Bankası Yenişehir Şubesi: 4218 – 5994104

IBAN NO: TR 91 0006 4000 0014 2185 9941 04

Oda Başkanı Ali Ekber Çakar'ın Oda Üyelerine Yeni Yıl Mesajı

Sayın Üyemiz,

2017'ye girmek üzereyiz ancak eskiden yaşadığımız yeni bir yıla girme sevincini toplum olarak yaşayabilir durumda değiliz. Zira her gün gördüğümüz üzere cumhuriyet, laiklik, demokrasi değerleri sürekli olarak çiğnenmektedir. Sık sık patlatılan bombalar, şiddet ve terörle toplumun can güvenliği ortadan kalkmış durumdadır. İş cinayetleri, çocuklara, kadınlara yönelik taciz, tecavüz, cinayet ve istismarı meşrulaştıran yaklaşımlar arttı. Eğitimde ve kamusal yaşamda bilimin, teknolojinin, aydınlanma değerlerinin yolundan ayrılındı, gerici hâkim oldu. İşsizlik, yoksulluk, borçluluk arttı. Meslek alanlarımızın ve kamu kurumu niteliğindeki özerk meslek kuruluşu konumumuzun zayıflatılmasına yönelik adımlar bu yıl da gündeme geldi, geliyor. Kınadığımız 15 Temmuz darbe girişimiyle hiçbir ilgisi olmayan ve bütün özlük hakları ellerinden alınan on binlerce insanın içinde 2 binden fazla demokrat mühendis, mimar, şehir plancısı arkadaşımız da bulunmaktadır. Hukukun üstünlüğü, yargı bağımsızlığı, basın, ifade, örgütlenme hak ve özgürlükleri, laik sosyal hukuk devleti ve parlamenter temsili demokrasi fiilen ortadan kaldırılmış durumda. İçinde yer aldığımız bölgede ise halkların bugünü ve geleceği, et-

nik ve mezhepçi parçalanmalarla, kısa erimde onarılamayacak düşmanlıklarla karartılmaktadır. Bütün bu nedenlerle ülkemizin bugünü ve geleceği üzerine toplumda yaygın endişe ve belirsizlik hisleri oluşmuştur.

Bu ve benzeri bütün olumsuzluklara karşın Odamız başarılı mesleki çalışmalarını bu yıl da sürdürmüştür. Oda Yönetim Kurulu olarak, çalışmalarımıza katkıda bulunan bütün üyelerimize teşekkür ediyoruz.

İçinde bulunduğumuz koşullarda, meslek alanlarımızı koruma ve genişletme mücadelesi vermek; TMMOB ve Odalarımızın hiyerarşik vesayet altına alınmasına karşı, Odamız ve TMMOB'yi birlik içinde koruyarak geleceğe taşımak sorumluluklarımız arasındadır. Sanayisizleşmeye, özelleştirmelere, plansızlığa, dışa bağımlı fason üretim ve taşeron çalışmaya, iş cinayetlerine, kamu idari yapısındaki liberal, otoriter ve laikliği dışlayan dönüşümlere karşı çıkmaya; kamu mülkiyeti, kamu işletmeciliği, kamusal hizmet, denetim ve TMMOB'nin özerk, demokratik yapısının korunmasından yana tutumumuzu devam ettirmeye kararlı olduğumuzu, Oda Yönetim Kurulumuz adına belirtmek istiyorum.

Cinsel istismarın meşrulaştırılmasına

yönelik yasa girişimini geri çektiren kadınların ve toplumsal muhalefetin sergilediği direniş örneğinde görüldüğü gibi, olumsuzluklara karşı mücadele asıl belirleyici olmaktadır. Türkiye böylesi bir evreye girmiştir. Şu anda ülkemizde süren baskılar ve diktatörlük yönelimi, tarihte hep gördüğümüz gibi mutlak ve kalıcı değildir. Giderek yoğunlaşan sömürüye, rant talanına, eşitsizliklere, adaletsizliklere, hukuk ve anayasa ihlallerine, şiddete, teröre, savaş yanlılığına karşı birikimler oluşmaması mümkün değildir. İnsani, toplumsal umutlarımızın gerçekleşmesi için mücadele ve dayanışmanın, özlem ve umutlarımızın sahiplenicisi olmamızın, insanlarımız ve ülkemizin sahipsiz olmadığına yönelik her birimizin tutumunun belirleyici olacağı bir dönemin içinde olduğumuz açıktır.

Oda Yönetim Kurulu olarak, bu bilinçle 2017 yılının üreten, hakça bölüşen, eşitlikçi, demokratik, barış ve kardeşlik içindeki bir Türkiye yürüyüşümüzde bizleri özlemlerimize yaklaştıran bir yıl olması ve esenlik dilekleriyle yeni yılınızı kutluyor, saygılar sunuyoruz. ■

Ali Ekber Çakar
TMMOB

Makina Mühendisleri Odası Başkanı

ERGENE HAVZASI'NDA MÜHENDİSLER SEMPOZYUMU GERÇEKLEŞTİRİLDİ

Oda'mızın Sanayi Kongresi çalışmaları için sürdürülen "Ergene ve Gaziantep Sanayisinde Mühendisler: Fabrika, Toplumsal Yaşam ve Kent Deneyimleri" projesi kapsamında, "Ergene Havzası'nda Mühendisler Sempozyumu" 24 Aralık 2016 tarihinde Edirne-Çorlu'da gerçekleştirildi



Oda'mız, her iki yılda bir Aralık ayında düzenlenen Sanayi Kongresi'ne hazırlık kapsamında yürüttüğü çalışmalarına her zaman olduğu gibi bu yıl da aralıksız devam etmektedir. Akademisyenler ve uzman araştırmacılar tarafından, saha çalışmasına dayalı olarak yürütülen bu

çalışmalardan biri de Ergene Havzası ve Gaziantep'in sanayi bölgelerinde çalışan mühendislerin fabrika, toplumsal yaşam ve kentle ilgili deneyimlerinin anlatıldığı projedir. Oda Merkezi'miz ve Edirne Şube'mizin katkılarıyla, saha çalışmasından elde edilen verilerin kamuoyuyla paylaşılması; bölgeye, mü-

hendislere, bilim insanlarına, bu alanda daha sonra gerçekleştirilecek çalışmalara katkı sağlaması için 24 Aralık 2016 tarihinde Edirne'de "Edirne Havzasında Mühendisler" başlıklı bir sempozyum gerçekleştirildi.

Açış konuşmalarını Oda Yönetim Ku-



yürütürken, Trakya Üniversitesi'nden Prof. Dr. Mahmut Güler, Öğr. Gör. Elvin Aydoğan ve MMO Enerji Çalışma Grubu Üyesi Orhan Aytaç'da oturuma konuşmacı olarak katıldı; "Ergene Havzası'nda Mühendisler: Araştırma Sunumu, Tartışmalar ve Forum" başlıklı son oturumun başkanlığını ise Oda Yönetim Kurulu Sekreter Üyesi Yunus Yener yaptı. Ankara Üniversitesi'nden Prof. Dr. Gamze Yücesan Özdemir'in sunumunu yaptığı "Ergene Havzası'nda Mühendisler: Fabrika, Toplumsal Yaşam ve Kent Deneyimleri" konulu Forum'da, Trakya Üniversitesi'nden Yrd. Doç. Dr. Elif Hacısalihoğlu, Namık Kemal

rulu Sekreter Üyesi Yunus Yener ve Odamız Edirne Şube Başkanı Aziz Avukatoglu'nun yaptığı Sempozyuma, çok sayıda katılımcının yanı sıra, birçok akademisyen de konuşmacı ve tartışmacı olarak katıldı.

Üç ayrı oturumun yapıldığı Sempozyum'da, "Türkiye'de Mühendislik ve Mühendisler: Eğilimler, Sınırlılıklar, Olanaklar" başlıklı birinci oturumun başkanlığını Edirne Şube Yönetim Kurulu Başkanı Aziz Avukatoglu yaparken, Gazi Üniversitesi'nden Prof. Dr. Aziz Konukman ve Ankara Üniversitesi'nden Doç. Dr. Serdal Bahçe'de oturumda konuşmacı olarak yer aldı; "Ergene Havzası; Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Dönüşüm" başlıklı ikinci oturumun başkanlığını Trakya Üniversitesi'nden Prof. Dr. Yılmaz Çan



Üniversitesi'nden Dr. Denizcan Kutlu ve Gaziantep Üniversitesi'nden Yrd. Doç. Dr. Serkan Öngel tartışmacı olarak yer aldı.



Oda Sekreterimiz Yunus Yener'in açış konuşmasının tam metni aşağıdaki gibidir:

Oda'mız, bilindiği gibi her çalışma döneminde birçok kongre, kurultay, sempozyum vb. etkinlikler düzenlemekte; meslek disiplinlerimizin bilimsel ve toplumsal gereksinimler doğrultusunda gelişmesine ve ülkemizin sanayileşmesine, kalkınmasına, demokratikleşmesine, halkımızın mutlu, bilimsel-teknik gerekler ve standartlara uygun çağdaş bir yaşam sürmesine yönelik katkı sunmayı hedeflemektedir.

Ayrıca Oda'mızın, meslek alanlarımız başta olmak üzere, ülkemizin gelişmesine katkı sunacak birçok araştırmaya da imza attığını da belirtmek isterim. Meslek alanlarında bilimi, tekniği ve teknolojiyi izleyen, yorumlayan ve ülke çapında gelişimine katkı sunmayı amaçlayan Oda'mız, geçmiş çalışmalarından taşıdığı bilgi ve deneyimiyle oluşturduğu platformlarda birçok konuya ilişkin alternatif görüş ve öneriler ortaya koymaya çabalamaktadır.

Bu kapsamda, bugün de burada birbirinden değerli uzman, akademisyen katılımcılarımızla ve değerli meslektaşlarımızla, üretim organizasyonunda yaşanan değişimin içinde sanayileşmeyi, mühendisliği, emek süreçlerini, kentleşme, kentsel dönüşüm ve sanayi mekânı ilişkisini tartışmak için bir araya geldik.

Öncelikle, TMMOB Sanayi Kongresi



2017'ye doğru sürdürdüğümüz çalışmalar kapsamında yerelerde başlattığımız çalışmanın en önemli ayağının Ergene Havzası'nın da içinde bulunduğu saha çalışmaları olduğunu belirtmeliyim. Oda olarak bu yıl, Gebze'de başarılı bir şekilde tamamladığımız araştırmanın da verdiği özgüvenle; dört farklı sanayi kenti ve havzasında mühendislerle birebir gerçekleştireceğimiz saha çalışmalarını önümüze koyduk. Ergene Havzası ve Gaziantep'te çalışmaların büyük bir kısmını hızlıca tamamladık. Bu çalışmalardan sonra, Bursa ve Konya'da da çalışmalara başlayacağız.

Peki bu çalışmalardan ne murat ettik?

Geniş bir kapsamda gerçekleştirdiğimiz bu çalışmalarda, daha önce bilimsel bir çalışmanın olmadığı bu alanda öncü bir atılımla, yapılmamış olanı hedefleyerek, Türkiye'de yeni mühendislik örüntülerini incelemeyi amaçladık. Mühendislerin iş deneyimlerini, gündelik hayat deneyimlerini, kültürel, toplumsal ve politik deneyimlerini ve de kent deneyimlerini bir bütün olarak inceledik.

Bu araştırma sırasında, mühendislerin iş deneyimi alanında çalışma koşullarını, ücretlerini, vasıflarını, yaratıcılıklarını, otonomi, denetim, teknoloji, kariyer, meslek gibi konuları sorguladık. Anket ve derinlemesine görüşmeler yaptık; hem birebir hem de grup olarak mühendislerle görüşmeler gerçekleştirdik.

Araştırmanın sonucunda, Türkiye'nin önemli bir üretim bölgesi olan Ergene'de mühendislerin meslek, statü ve hayat tarzlarının temel belirleyenlerini ortaya koymayı amaçladık. Özellikle üçüncü oturumda yaptığımız çalışmanın detayları sizlere sunulacak.

Amacımız, Türkiye'nin farklı üretim merkezlerinde yaptığımız bu çalışmanın sonuçlarını sizlerle ve geniş kamuoyu ile paylaşmak, Türkiye'nin güncel mühendis örüntülerini daha somut hale getirmektir. Geçtiğimiz yıl Gebze'de üretim süreçlerindeki dönüşümün mühendisler üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmamızla, startını verdiğimiz bu çalışmaların bulgularındaki bölge-lerarası benzerlik ve farklılıkların tablonun bütününe önemli bir katkı yapacağını umuyoruz.

Tüm bu sonuçlar, bugün bir yandan mühendislik mesleğinin yaşadığı itibarsızlaşma ve değersizleşme, diğer yandan da işsizlik ve güvencesizlik tüm ciddiyetiyle önümüzdedir.

Bu sorunları sadece iktisadi açıdan değerlendirmek son derece eksik olacaktır. Mühendislik mesleğinin toplumsal yaşam içindeki yeri ve konumu göz önüne alındığında, yaşanan dönüşüm, kültürel, siyasi ve ideolojik dönüşümlere de ayna tutacaktır.

Neoliberal, rantçı, kapkaççı, usulsüzlük ve yolsuzlukların sıradanlaştırıldığı, gelir dağılımının her geçen gün giderek daha da bozulduğu, üretim, mühendislik, sanayi, kent ve çevre koşullarının önemli değişim-dönüşüm geçirdiği ülkemizde, mevcut durumdan çıkış için emperyalizmden bağımsız siyasi bir iradeyle, yeniden planlama, sanayileşme, kalkınma hamlesi için toplumcu bir yaklaşım ve modele ihtiyaç vardır.

Bu modelin oluşturulmasına, bugün burada gerçekleştireceğimiz tartışmaların da katkısı olacağını umut ediyorum.

Sözlerimi bitirirken, Kayseri'de çocuklarımızın katledilmesi ve son olarak Rusya'nın Türkiye Büyükelçisi Andrey Karlov'un Ankara'da bir polis tarafından tek birer eşliğinde öldürülmesiyle devam eden tüm terör eylemlerini kınıyor ve lanetliyorum. Ülkemizi patlayan bombaların, katliamların, ölümlerin ülkesi haline getiren tüm politikarlardan arınmış, insanı, yaşamı ve barışı merkezine alan, toplumsal refah ve huzuru savunan bir ülke özlemini Oda'mız adına bir kez daha belirtmek istiyorum.

Son olarak, Sempozyuma katkıda bulunan herkese içtenlikle teşekkür ediyor, hepinizi 2017'nin Aralık ayında Ankara'da yapılacak olan TMMOB Sanayi Kongresi 2017'ye davet ediyor, Oda Yönetim Kurulumuz adına saygılar sunuyor, etkinliğimizin başarılı geçmesini diliyorum. ■



Ülkemizin bugün siyasi gündemi kadar ekonomi gündemi de her gün yeni bir krizi önümüze koymaktadır. Uluslararası mal ve finans piyasalarına ucuz bir ithalat cenneti ve yüksek dış borçlanıcı olarak eklenmek suretiyle, küresel işbölümü içerisinde montaj sanayinin taşeron bir üreticisi haline getiren politikalar bu krizlerin yapıtaşlarıdır. Bu politikalar eşliğinde, "rekabet gücü" ve "ihracat" kavramlarıyla cıralanmış bir "dibe doğru yarış" bugün karşımızdadır.

Ülkemizin başka ülkelerin teknoloji pazarı haline gelmesi, teknoloji üretiminde, projelendirme ve mühendislik tasarımında, AR-GE ve yerli üretimde her geçen gün daha da olumsuzlaşan bir tablo önümüzdedir.

ETKB'NİN DÜŞÜNÜLEN YEKA İHALESİ GÜNEŞ ENERJİSİ İÇİN CİDDİ BİR BAŞLANGIÇ OLABİLİR Mİ?



Türkiye, endüstriyel gelişimini sağlayabilmek için enerji üretim teknolojilerini kendi imkanlarıyla yaratmalıdır

Canip Sevinç¹

Dünyada Güneş'ten elektrik üretiminde PV (Photovoltaik) esaslı büyük yatırımlar yapılıyor. Güneşe dayalı elektrik enerjisi üretimindeki büyük potansiyeline rağmen fiili enerji üretiminde, oldukça gerilerde kalan Türkiye, sektörde son birkaç yıldır büyüme çabaları ve çözüm arayışlarını sürdürüyor.

Güneşe dayalı elektrik enerjisi üreti-

minde işin esasını Waffer üretim teknolojisini kurmak ve geliştirmek oluşturuyor. Ülkemizde, tam 38 yıl önce Ege Üniversitesi bünyesinde güneş enerjisi ve teknolojileri geliştirilmesine yönelik ve bugün de aynı Üniversite bünyesinde Güneş Enerjisi Araştırma Enstitüsü olarak faaliyet gösteren bir birim kurulmuş ve daha birkaç üniversitede de

benzeri araştırma enstitüleri oluşturulmuş ve çok sayıda bilimsel düzeyde çalışma yapılmış ve uzman yetişmiştir. Ne var ki Türkiye, tıpkı diğer enerji üretim teknolojilerini kendi imkanları ile yaratamadığı ve kuramadığı gibi, bu alanda da henüz iç talebe dahi cevap verebilecek yeterlik ve kapasitede bir endüstriyel gelişim sağlayamamıştır.

¹ Makina Endüstri Yüksek Mühendisi, Ekonomist, ETKB -Emekli Enerji Uzmanı - canipsevinc@gmail.com

Son birkaç yıldır bazı OSB’lerde gündeme gelen, güneş enerjisi ekipmanları üretimine yönelik imalat faaliyeti, işin esası olan Waffer teknolojisini dışarıdan ithal ederek, yine ithal edilmiş endüstriyel makine, tesis ve hatlarda, bunları yine birçoğu ithal ürünle bir araya getirip güneş paneli üretmek olmuştur. Yani kumaşı da, makinayı da dışarıdan alıp, otomatik, robotik sistemlerde elbise üretilip piyasaya vermek gibi.

Pek tabii ki bu faaliyeti asla küçümsemiyorum ve önemsiyorum. Sonunda, Waffer teknolojisi dahil tüm teknolojik ürün ve ekipmanlar yerli imkanlarla da yapılmış olsa, bu nihai faaliyete de mutlaka ihtiyaç vardır. Ben işe sondan değil de niçin baştan başlamadığımızın sorgulanması üzerinde durmak istiyorum.

Dünyada fotovoltaik enerji üretiminin 2016 yılı sonunda toplamda 225-230 GW düzeyinde gerçekleşmesi beklenirken, Türkiyede toplamda 1 GW düzeyine ulaşmış olacaktır. Türkiye’nin payı, yüzde birin altında ve %0.44 kadar. 2030’lara göre yapılan projeksiyonlarda başını Çin’in çektiği, ABD, Hindistan, Japonya ve Almanya üretimde ilk beş sırayı alıyor. Bugün 225-230 GW olan dünya fotovoltaik güneş enerjisinin toplamda 1300 GW mertebesine çıkması öngörülürken, ETKB’ye göre Türkiye ise toplamda 10 GW dolayında bir toplam üretim hedeflemektedir. Bu rakamların gerçekleşmesi halinde, ülkemizin dünya fotovoltaik üretimindeki bugün %0.44 olan payı, %75 artışla, %0.77’e yükselecektir. Gerçekçi olmak gerekirse, daha da uzun atlamak hem kolay değildir hem de dünyada teknolojisi oldukça hızlı gelişen bu alan için riskler taşımaktadır.

ETKB, Türkiye’nin toplamda 10 GW olan 2030 hedefi fotovoltaik güneş enerjisi üretimini şöyle bir projeksiyonla gerçekleştirebileceğini düşünmektedir.

Fotovoltaik havuzununun 1 MW ve üzeri kurulu güçteki lisanslı tesislerle ilgili yönetmelikte de sınır konulduğu gibi,

toplam 600 MW’nı, 1 MW ve altındaki lisanssız GES’leri toplam havuzun 2,5 ila 3 GW’nı, vatandaşın gelecek ve henüz uygulaması başlamamış olan bireysel çatı uygulamalı güneş enerji üretim panelleri oluşturmaktadır; bunlar da 10 kW ve altı kurulu güçlerde olan güneş enerji panelleridir. Bunlar da toplamda 10 GW’lık 2030 yılı projeksiyonunun 1,5 ila 2 GW’ını oluşturacağı var sayılmıştır.

Bu noktada öne çıkan, yazının başlığını da oluşturan konu ise 15 Aralık 2016 tarihinde yapılacağı tahmin edilen %50’si yerli ortaklı uluslararası katılımlı ihaledir.

Bu konudaki ilk bilgiler ETKB’de 14 Temmuz 2016’daki YEKA (Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları) toplantısında dile getirildi. Toplantıda hem güneş hem de rüzgar için ana esaslar konuşulurken; Güneş Enerjisi (GE) üretiminde kullanılacak malzeme üretiminin YEKA alanı yakınında olması, YEKA için üretim yapacak tesislere 5. bölge yatırım teşvikleri uygulanması, YEKA üretim alanı içinde güneş enerjisi ile birlikte güneş enerjisinin esası olan Waffer ve Ingot üretimi teknolojisinin de dahil edilerek kurulması, bu işler için bir yönetmelik ve şartname hazırlanması, ihale düşük maliyet, yerli katkı, en kısa sürede üretime geçiş, teknoloji transferi vs. gibi ana hususları üzerinde istişare yapıldı.

Daha sonra 9 Ekim 2016 tarihinde 29852 sayılı T.C. Resmi Gazete’de YEKA “Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği” yayımlandı.

Muhtemelen 15 Aralık 2016’da hazırlanan şartnameye ve hazırlanan bu YEKA Yönetmeliği çerçevesinde yapılacak yarışma ihalesinde, en uygun “kilowatt saat başına elektrik alım tavan fiyatından eksiltme usulüne göre fiyatı ve süreyi teklif eden firmaya, bu süre içerisinde alım garantisi dışına çıkılmaz koşullarında” 2030 güneş enerjisi

si projeksiyonu olan 10 GW’ın 4 ila 5 GW’ı, yani hedefin yarısının teknolojisi ile birlikte güneş enerjisi de üretilmesi işi verilecektir.

Yani Türkiye doğru bir kararla GES 2030 yılı projeksiyonunun en az %50’sini yurt içinde kurulacak-geliştirilecek ithal teknoloji ve üretim ile karşılamayı planlamaktadır.

Ancak 9.9.2015 tarih ve 29470 sayılı Resmi Gazete’de Konya/Karapınar-1 olarak belirlenen bölgede, tespiti yapılmış 27186 dönüm Güneş Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi’ndeki arazide ilk planda 1360 MW veya 1500 MW’la sınırlı tek bir GE üretim kompleksi kurulması ile işe başlanacaktır. Karapınar-2 ve Niğde-Bor, üzerinde çalışılan diğer bölgelerdir.

Geriye kalan GES’ler ise mevcut ve kurulacak panel konfeksiyon tesislerinden ithal edilecek Waffer ürünlerle karşılanacak veya YEKA çok hızlı bir şekilde kurulabilirse, 2030 yılına kadar piyasa YEKA’da üretilecek yerli üretim panel teknolojisi domine edebilecektir.

Türkiyenin GE teknolojisi ve üretiminde mevcut durumda olduğu gibi, Waffer üretiminde %100 ve diğer yardımcı ürünlerde de en az %50 dışarıya bağlı olması kabul edilebilir ve uzun vadede ekonomik olarak da, stratejik olarak da sürdürülebilir bir olgu değildir.

Hatta uzun vadede diğer konvansiyonel enerji üretim teknolojileri ile kıyaslandığında, Güneş’ten enerji üretiminde teknoloji dışarı bağımlı olduğu sürece, değerli arkadaşımız Prof. Dr. Halim GÜRGENCİ (Queensland Üniversitesi-Avustralya) tarafından yapılan ve 2014 yılında davetim üzerine ETKB’de de yaptığı sunumda açıkladığı üzere, GES toplam maliyetinin milli ekonomi açısından diğer konvansiyonel kaynaklara göre daha da pahalı olacağı ve vahim sonuçlar ortaya çıkacağı görülmektedir.

Burada ülkemizin geçmiş sanayileşme deneyimi ve birikimlerinin çok iyi hatırlanması gerekmektedir. Teknolojiyi



yaratmak, üretmek yerine ithal etmek konusunda önder sektör olarak yola çıktığımız ve çok büyük yatırımlar yaptığımız tekstil endüstrisinde ülkemiz, maalesef hep kayıp eden olmasını engelleyememiştir. Sürekli dışarıda geliştirilen yeni teknolojiye yatırım yaparak rekabete ayak uydurmak zorunda kalan ülkemiz, sektördeki tüm kazanımlarını tekrar tekrar yeni teknolojilere yatırarak fasit çemberden asla çıkamamıştır.

GES üretim teknolojisi çok tipik olarak tekstil endüstrisi ile örtüşmektedir. 38 yıllık akademik geçmişe rağmen, aynen tekstilde olduğu gibi yine bir önceki teknolojinin ülkemize satılması ve son teknolojinin yine dışarıda kalması ikilemi içerisinde kalmak, aynı köprüden geçerken hep aynı şekilde düşmek olarak ortaya çıkmamalıdır. İçinden geçtiğimiz şu zor koşullarda böyle bir olgu ülkemizi daha da bualtmamalıdır.

En iyi koşullarda kendini 6-7 yılda ödeyen ve bir 10 yıl, hatta 20 yıl kamusal desteklerle ve alım garantileri ile yürüyecek bir sektörde kamusal desteğin gerçekten endüstrimizi beslemesi ulusal ve yaşamsal bir olgudur.

Bu nedenle YEKA, bu yapısı ile ciddi bir başlangıç olabilir mi diye sormak, düşünmek-düşündürmek ve uyanık ol-

mamız gerektiğini vurgulamak istiyorum.

Diğer taraftan, gerek IEA (International Energy Administration/Uluslararası Enerji Ajansı) ve gerekse ABD Enerji Bakanlığı (Department of Energy/DOE) ve gerekse Avustralya güneş enerjisi ile ilgili projeksiyonlarda eğer depolama olmazsa, yenilenebilir enerjilerin enerji kullanımındaki payının %30'un üzerine çıkmasının çok zor olacağı belirtilmektedir. Hem elektriğin depolanması zor ve masraflı olduğu için hem de şebekedeki frekans ayarının sabit tutulabilmesi için dönen ataletle ihtiyaç olduğu için, son senelerde güneş termal enerji (Concentrating Solar Thermal Power/CSTP), güneş panellerinin tamamlayıcısı olarak gündeme gelmektedir.

Hatta yukarıdaki kuruluşların 2050 yıllarına göre hazırlanmış projeksiyonlarda PV (Photovoltaik) ve CSTP (Concentrating Solar Termal Power), yani termal güneş sistemleri toplam üretim kapasiteleri olarak neredeyse eşit seviyelerde projekte edilmektedir.

Güneş enerjisi PV hücre fiyatları uluslararası rekabet ve teknolojiadaki gelişmelere bağlı olarak oldukça düşük seviyelere gelmiştir. Bloomberg New Energy Finance'nin 12 Haziran 2015 ra-

porunda, Cristaline Silicon Photovoltaic Cells (Kristalin Silikon Photovoltaik) güneş hücrelerinde dünyada fiyatlar 80 Watt/\$'ın da altına inmiştir. PV fiyatlarındaki bu büyük düşüselere rağmen dünyada yatırım projeksiyonlarında CSTP'ye olan ilgi sürmektedir. Bunun temel bir teknik nedeni vardır. Her iki sistemde de güneş enerjisi olmadığında enerji üretmez. Güneş olmadığında depolanmış enerji ile ihtiyacınızı karşılamamız gerekecektir. PV Sistemlerde enerjinin depolanması oldukça pahalıyken, CSTP sistemlerinde bu daha imkan dahilindedir. Tesla'nın Mayıs 2015'te açıkladığı Power Pack tarifesine göre, Isı depolamanın maliyeti 25 US \$/kWh'ten iken, PV panellerin ürettiği elektriği depolamanın maliyeti 50 US \$/kWh'e'tir. Yani CSTP ve PV sistemlerde enerji depolanmasında CSTP lehine %100'lük bir depolama maliyeti avantajı vardır. Ayrıca, akülerin en az 10 senede bir değiştirilmesi gerekirken, ısı depolaması çok uzun ömürlüdür. İlaveten, PV teknolojisi inverter teknolojisi olduğu için, şebeke frekansını ayarlamak için yeterli değildir. Frekansı, değişen arz ve talep senaryolarında sabit tutabilmek için sistem içinde kayda değer bir dönen atalet (rotating inertia) olması gerekir. CSTP'ye ilginin bir nedeni de budur.

Ayrıca, termal veya termodinamik güneş enerji üretiminde ülkemizde PV düzeyinde bir teknolojik dışa bağımlılık da söz konusu değildir. Yerli olarak geliştirilebilmesi olanakları çok yüksektir. Diğer taraftan AB ülkelerinin, İspanya-İtalya gibi bir iki güney ülkesi dışında, bu üretime çok daha uygun bir coğrafi potansiyeli vardır. Bu nedenle, 2030 GE üretim projeksiyonlarına 10 GW PV+Termal hibrid sistemlerinin ilave edilmesi, sektörün dünyadaki gerçekliği açısından gereklidir. Uygulanacak kamusal desteklerin bu alanı da aynı zamanda kapsaması sektörün iki bileşenin birbiriyle senkronize edilmesi ve ticarileşebilmesi açısından da gerekli ve kaçınılmazdır. ■

3 Boyutlu Baskı Doğa Dostu Olabilir mi?

R. P. Siegel²

Can 3-D Printing Go Green?¹

3 Boyutlu baskının olumsuz yönleri; tehlikeli kimyasallar, plastik atıklar ve çok yüksek enerji tüketimi... Aşağıda detayları yer alan plan, 3 Boyutlu baskıyı doğa için daha temiz bir hale getirebilir

İki yıl önce Tasarım yazılımı devi Autodesk, alışılmadık bir hamle yaptı.

Autodesk firmasının bir zamanlar sadece blokları bir araya getiren Bilgisayar Destekli Çizim (CAD) yazılımı, mühendislerin yeni mikro ölçekli karmaşık geometrileri tasarlamalarına izin verebilecek bir düzeye evrimleşti. Bu geometriler sadece 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak imal edilebilmektedir. Firma, aditif imalat iş akışlarını mümkün olduğunca yakından takip ederek müşterilerinin istek ve ihtiyaçlarını anlamak istemektedir. Autodesk'te bir tasarımcı olarak çalışan Shalom Ormsby, "bunu anlamanın en iyi yolu kendi donanımlarımızı yapmak" diyor.

Firma bir sıçrama gerçekleştirdi ve ilk üretiminde kaliteli bir 3 boyutlu yazıcı olan Ember'ı imal etti.

Fakat bu 3 boyutlu yazıcıyı yapmış olmak Autodesk için tek başına yeterli olmayacaktı. Autodesk bu yazıcının sürdürülebilirlik performansı ile de gurur duyabiliyordu. Sadece yenilenebilir enerji kullanarak geri dönüşüme katkı sağlamaktaydı ve binalar, imalatlar ve altyapı tesisleri için sürdürülebilir çözüm örnekleri sunan bir web sitesine sahipti.

Tasarımcıların enerji, malzeme ve su ile ilgili sürdürülebilir seçimler yapmalarına yardımcı olmak için yazılıma doğrudan ürün yaşam döngüsü analizi – bir ürünün etkisinin beşikten mezara analizi – de dahil olmak üzere bir ekolojik anlayış yerleştirilmekteydi.

Autodesk, 3 boyutlu baskının bir fırsat yarattığının, fakat aynı zamanda bir problem oluşturduğunun farkındaydı.

3 boyutlu yazıcılar artık daha da küçülmekte ve ucuzlamaktaydı; kullanım kolaylığına ve artan bir popüleriteye sahipti. Çevrimiçi gruplar ve yerel imalatçılardan oluşan ve büyümekte olan bir ima-

¹ Mechanical Engineering - The Magazine of ASME dergisinin 138. sayısında (Ekim 2016) yayımlanan yazı, Dilan Pamuk tarafından dilimize çevrilmiştir.

² New York'un Rochester kentinden bir teknoloji yazarı.



lat hareketi büyük bir istekle bu teknolojiye uyum sağladı. Şimdi ticari uygulamalar başlıyor. Destekleyiciler, yakında herkesin neredeyse her şeyi her yerde üretebileceğini söylüyorlar.

Aditif imalat, imalatı daha sürdürülebilir yapmaktadır. Çünkü, geleneksel ek-siltmeli (subtractive) yöntemlerden çok daha az israf oluşturmaktadır, yerel olarak üretilen ürünlerin tedarik zincirlerini kısaltmaktadır, yakıt kullanımını ve taşımadan kaynaklanan karbon kirliliğini azaltmaktadır. Diğer taraftan, aditif imalat da yeni sorunlara sebep olmaktadır.

Biyomimikri Enstitüsünün kurucusu ve Biyomimikri (Biomimicry) kitabının yazarı Janine Benyus, “3 boyutlu baskının biyolojik olarak parçalanamayan plastik nesnelerin ve atıkların tüketimini hızlandırdığını” yazdı. Çünkü 3 boyutlu yazıcılar yüksek sıcaklıkta çalışıyorlar ve çok fazla enerji tüketiyorlar: 3 boyutlu bir ev yazıcısı bir masaüstü bilgisayar kadar çok enerji tüketmektedir. Bu durum yerel enerji ağları üzerinde yüksek etkiye neden olmaktadır. Dahası, Janine Benyus, 3 boyutlu yazıcıların tedarik zincirindeki toksinler ve polimer reçinelerindeki kimyasalları içermesi nedeniyle gerek insan sağlığı, gerekse de çevre açısından tehlikeler oluşturduğunu söylemektedir.

Autodesk, 3 boyutlu yazıcısı Ember’ı 2014 yılında piyasaya sürdüğünde, kalça, diz veya kalp içine nakledilebile-

cek, kendi plastik nesnelerini üretmek üzere tasarlanmış bir cihaz ürettiğinin farkında olduğu kadar yürümeye yeni başlayan çocukların bu nesneleri eline alabileceğinin ve hatta ağızlarına götürebileceğinin ya da akarsular gibi temiz su kaynaklarını çevreleyen kanallara atılabileceğinin de farkına varmıştı.

Autodesk’in sürdürülebilir tasarım programının yöneticisi Dawn Danby, aditif imalat dünyasına çok fazla yatırım yapmaya başladıklarında, özellikle de ilk zamanlarda, bu endüstriyi nasıl daha sürdürülebilir kılacakları ve desteklemeye nasıl devam edeceklerine ilişkin çok sayıda soru ile karşılaştıklarını hatırlatıyor.

Autodesk, plastik atıkların ve toksik maddelerin çoğalmasını zamanla önleyerek 3 boyutlu baskıyı daha sürdürülebilir kılacak mıydı? Danby ve arka-

daşları bunu başarmak için çabalamaya karar verdiler.

Daha Doğa Dostu Çözümler

Autodesk, 3 boyutlu yazıcıların enerji tüketimini nasıl azaltacağını ve atıkları engellemek için paketleme miktarını nasıl azaltacağını bilen personele sahipti; fakat, kimyasal ve toksikler konusunda, yazıcının hammadde olarak kullandığı çeşitli reçineleri geliştirecek ve onları doğru bir şekilde değerlendirecek uzman personel eksikliği yaşamaktaydı.

Danby, bu alanda onlara yardım etmesi için Berkeley Yeşil Kimya Merkezi (BCGC – Berkeley Center For Green Chemistry) yöneticisi Tom McKeag’a ulaştı. McKeag, bir peyzaj mimarı ve eğitimcisiydi. Ne bir bilim adamı ne de mühendis olduğunu düşünüyordu; ancak, kendisini ürün tasarımı ve imalatı konusunda eğitmeyi başarmıştı. Çözüm



“3 Boyutlu yazıcılar çok fazla çeşitliliğe sahip girift plastik parçalar oluşturabilir; ancak, o plastikler imha edilme zamanı geldiğinde nereye gönderilecekler?”



Dawn Danby, Autodesk'te reçine kimyasalları ile toksik olmayan bir yazıcı geliştirmeyi amaçlıyor
Blue Bergen

“Aditif imalat dünyasına çok fazla yatırım yapmaya başladığımızda, özellikle de ilk zamanlarda, bu endüstriyi nasıl daha sürdürülebilir kılabileceğimizi ve nasıl desteklemeye devam edeceğimize ilişkin çok sayıda soru ile karşılaştık”

Dawn Danby, Autodesk Sürdürülebilir Tasarım Programı Yöneticisi

geliştirirken doğayı bir model olarak kullanan tasarımcıların, biyolojik esinlenmeli tasarımlarını güçlü bir şekilde destekleyen bir uzmandı.

Tom McKeag, kimya merkezlerinin bulunduğu Bekeley'deki Kaliforniya Üniversitesi'nde 2008 yılından bugüne, biyolojik esinlenmeli tasarımlar ve benzer diğer konularda eğitimler vermektedir. Üç yıldan beri de Biyomimikri Enstitüsü'nün Yönetim Kurulu'nda görev almakta ve biyolojik esinlenmeli tasarım dergisi “3 ayda bir yayımlanan Zigo” dergisinde editörlük yapmaktadır.

McKeag, 2015'ten beri gerçek dünya sorunlarına sürdürülebilir çözümler geliştirmek için kimya, mühendislik ve çevre sağlığı biliminden yararlanma konusunu kapsayan Doğa Dostu Çözümler adlı proje temelli bir disiplinlerarası alanda ortak eğitimlik (co-

teaching) yapmakta ve öğrenciler yetiştirmektedir.

Ortak olarak ders anlattığı diğer eğitmen olan U. C. Berkeley Halk Sağlığı Okulu'ndan Megan Schwartzman, sınıfta her yıl, sponsor firmalar tarafından ortaya konan problemleri çözme görevini üstlenmiştir. Genel Kaplamalar firması, sınıftan, sprey köpük yalıtımı konusunda daha güvenli formülasyonlar bulmalarını ve Yedinci Nesil Firması kişisel bakım ürünleri için geliştirilmiş koruyucuları talep etti. Levi ise onlardan kırışksız Dockers ürününün bitirme işlemi için daha temiz alternatifler geliştirmeleri talebinde bulundu.

Danby, Autodesk'in “güvenlik ve sürdürülebilirlik alanlarında çitayı yükseltirken malzemelerde daha fazla yenilik yaratmaya çalıştığını” söylüyor ve ekliyor: “Daha doğa dostu maddeler bulmak istiyoruz; ancak, bunların tam

olarak ne olduğunu da henüz bilmiyoruz” diyor.

McKeag'ın bazı fikirleri vardı ve ona kimin yardım edebileceğini de biliyordu: Biyomimikri Enstitüsü yönetim kurulu üyesi Beth Rattner. Onunla irtibat kurdu.

1998 yılında Janine Benyus tarafından kurulan Biyomimikri Enstitüsü, yaşamın gezegenimizde gelişen sayısız sorunu çözerken milyarlarca yıl boyunca evrimleştiği önermesi üzerine çalışmaktadır ve Benyus doğa ve onun işleyişi hakkında çalışmalar yaparken daha çok şey öğreneceğimize inanıyor.

Doğa sık sık zekice bir mekanizmayı işletmektedir. Tasarımcılardan bazıları bu yeni teknoloji modasına uyum sağlamaktadır. Örneğin John Dabiri ve onun Stanford'daki ekibi, rüzgar tübinlerinin performanslarını geliştirmekle beraber, onları daha sıkı paketlenen de bir yolunu geliştirdiler. Bunu, hareket eden cisimlerin önündeki sıvı kitlesi olan burgaçları (vorteks) kendilerini itmek için kullanan balıkları örnek alacak şekilde yaptılar. EvoLogics adlı firma ise tsunamileri haber vermek için denizaltı basınç sensörlerinden gelen sinyalleri saptayan bir su altı modeminde yunusların ısıklı seslerinden esinlenmekteydi. Benzer çokça örnek bulunmaktadır.

“Biyomimikri gerçek anlamda bir teknoloji ya da biyoloji değildir: O, biyolojinin teknolojisidir” diye yazmış Benyus. Ve devam etmiş: “O, örümcek gibi ağlar örebilmek ya da bir yaprak gibi Güneş'in enerjisini yakalayabilmektir.”

McKeag Berkeley'de, kimya ve ilişkili biyolojik literatür üzerine Doğa Dostu Çözümler Sınıfı'nda ders veren Rattner ile işbirliği yapmaktadır. Biyomimikri Enstitüsü de bir yardım kuruluşu olarak sınıfa destek olmakta ve “Doğa dostu” 3 boyutlu baskı maddesi (reçine) için kriterler geliştirme üzerine daha önceden eğitim alan Justin Bours adlı lisans öğrencisine burs vermektedir.

Bir Model Olarak Doğa

McKeag, Bours ile bir kimyager ve Berkeley Yeşil Kimya Merkezi'nin (BCGC) eski yöneticisi olan Marty Mulvihill'den oluşan bir ekip kurdu ve çalışmalarını başlattı.

Nasıl bir biyomimetrik yaklaşımın yazıcılarda kullanılan reçineleri geliştirebileceğini öğrenebilmek amacıyla bilimsel literatürü taradılar ve 2015 Yılı Nisan ayında, Sınıf'ın araştırmalarına rehberlik etmesi için 11 Biyolojik esinlenmeli tasarım prensibini tanımlayan bir rapor yayımladılar.

McKeag, daha sonra Doğa Dostu Çözümler Sınıfı'nı güvenlik ve sürdürülebilirlik konularını değerlendirmek için bir çerçeve oluşturmaya davet etti. Sınıf, dört kriter geliştirdi.

uç kısmı insanlığın bildiği mineralsiz en sert materyal olan bir gagaya dönüşür; fakat hem vücudu hem de bu gaga ucu aynı kimyasal bileşenlerden, ancak farklı oranlarda bileşimlerinden meydana gelir. Eğer tek bir reçine materyali, uygulamasına ve yazıcıda işleme biçimine göre farklı özellikler gösterebilseydi, üç boyutlu baskı için önemli bir fırsat sunabilirdi.

Sınıf aynı zamanda reçinenin küçük bir bileşen dizisinden elde edilip edilmediğini de göz önünde bulundurdu. Doğada, yalnızca 20 aminoasit birleşerek vücutta 100.000'den fazla farklı protein oluşturuyor. Doğanın izinden gidildiğinde, bir araya gelerek farklı materyaller ya da malzeme özellikleri ortaya çıkarabilecek monomer denilen küçük, bir dizi güvenli kimyasal yapıtaşını keşfetmek mümkün müdür? Cevabı

gerektiği prensibiyle hareket ederek yarılan 3 boyutlu baskı materyalleri üzerinde bir tehlike/risk değerlendirmesi yaptı.

Öğrenciler 3 boyutlu yazıcıların yaygın olarak altı reçine türü kullandıklarını buldular: Akrilat, tiyol, alken, vinil eter, epoksit ve okseton. Bunlar arasında en yaygın olanı Ember yazıcısının kullandığı akrilatlardır; çünkü 3 boyutlu yazıcılarda iyi çalışır ve sıvılardan katı nesne elde etmek için en güvenli malzemedir. Yine de akrilatlar mükemmelliğe yakın bile değildirler. Reçinenin katılaşarak plastiğe dönüşmesini sağlayan monomer ve oligomerler yapıları itibarıyla oldukça reaktiftir ve bu da işlenmemiş akrilatın sıvı boya gibi doğa için tehlikeli olabileceği anlamına gelmektedir. SLA yazıcıları reçinenin yüzde 20-yüzde 30'luk kısmını işlemeden atık olarak bırakmaya eğilimlidir.

Sınıf gruplara ayrılarak çalıştı. Farklı gruplar ana reçineyi değiştirerek veya farklı başlatma mekanizmaları kullanarak fotobaşlatıcıyı kaldırmayı önerdi. Yazıcının kendisinde bir değişimi değil yalnızca materyallerin değişimini hesaba katıyorlardı.

TPO adı verilen bir kimyasal olan fotobaşlatıcı, ışığa tepki vererek polimer ve plastik oluşturmak üzere akrilat monomerlerini ve oligomerlerini katalize eder. Ancak bu madde, hayvanların üremesine ve tatlısu ortamına zarar verdiği bilinen reaktif bir kimyasaldır. Bu sebepten dolayı sınıf, McKeag, Mulvihill ve Bours'un optimal aktivatör adını verdikleri, bir kimyasal yerine ışığı veya başka bir çevresel faktörü reaksiyonu katalize etmek için kullanan bir prensibi takip ettiler.

Vitamin B2 olarak da bilinen riboflavin ve körinin tatlandırılmasında kullanılan keskin bir baharatın, zerdeçalın temel bileşimi olan kürkümünün bir karışımını kullanmayı önerdiler. Sınıfın yaptığı kaynak araştırması bunların polimerleşme reaksiyonlarında fotobaşla-

“Biyomimikri gerçek anlamda bir teknoloji ya da biyoloji değildir:

O, biyolojinin teknolojisidir”

Jenine Benyus, Biyomimikri Enstitüsü'nün Kurucusu

Öğrenciler ilk olarak, hammaddelerin içeriklerinin yerel kaynaklı olup olmayacağını ve yetiştirilip yetiştirilemeyeceğini sorguladılar. Doğada, bitkiler ve hayvanlar, besin zincirlerinde veya çevrelerinde çok az sayıda hazır gıda maddeleri bulabilmektedir. Örneğin ormandaki ötücü kuşu (songbird) göz kamaştırıcı çeşitli renklere sahiptir. Hammaddelerini dünyanın farklı noktalarından sağlayan günümüz üreticilerinden farklı olarak pek çok kuş, belirli dalga boylarında ışınlar saçan nanoyapılar oluşturmak ve karakteristik renklerdeki türlerin oluşmasını sağlayan bir maddeyi sentezleyebilmek için gıdalar kullanmaktadır.

İkinci olarak, materyalin bir fonksiyonunu uygulamak için nanoyapı da dahil herhangi bir yapı kullanıp kullanmadığını düşündüler. Humboldt murekkep-balığı düşünün. Lastiksi vücudunun

bulmak için Berkeley araştırmacı öğrencileri farklı işleme koşulları altında farklı materyaller üretmeye programlanmış “çok görevli monomerler” gibi alternatifler keşfettiler.

Sınıf son olarak, üç boyutlu baskıyla yapılan ürünlerin geri dönüştürülüp dönüştürülmeyeceğini, doğanın atıkları bir organizma ya da biyolojik işlemi nasıl bir başkası için besine ya da hammaddeye dönüştürdüğünü düşündüler. Dawn Danby'nin de belirttiği gibi, “eğer 3 boyutlu yazıcılar hâlâ kullanılabilir ömürlerinin sonunda geri dönüştürülemeyen petrol tabanlı ürünler gerektiriyorsa, beklenen potansiyellerine erişememişler demektir.”

Önce Güvenlik

Sınıf daha sonra, kimyanın hem insan sağlığı hem de çevre için faydalı olması

“Eğer 3 boyutlu yazıcılar hâlâ kullanılabilir ömürlerinin sonunda geri dönüştürülemeyen petrol tabanlı ürünler gerektiriyorsa, beklenen potansiyellerine erişememişler demektir”

Dawn Danby

tıcılar olarak kullanımını açıklıyordu. Her ikisi de yenilebilir olduğundan, şu anki fotobaşlatıcıdan muhtemelen daha güvenli oldukları düşünülecektir.

Doğa Dostu Çözümler Sınıfı öğrencilerinden bir başka grup, reaksiyonu başlatmak için farklı bir biyolojik esinlenmeli yaklaşımı önerdi: Reçinenin asitlik derecesinde bir değişim gerçekleştirmek. İstiridye ve midyeler salgıladıkları katılaştırıcı ve onların su altındaki kayalara tutunmasını sağlayan suda çözünebilen yapıştırıcılar sağlamak için bu yaklaşımı kullanıyorlardı. Kalsiyum karbonat mineralizasyonu olarak da bilinen bu aşama zaten iki boyutlu litografide kullanılmaktadır ve bu yüzden kullanımının haklı bir gerekçesi bulunmaktadır.

Doğa da bileşenlerini kendisi oluşturduğu için, sınıftaki bir grup, akrilat reçineyi hintyağından elde edilen trigliseritlerle (yağlarla) değiştirmeyi önerdi. Bir başka grup ise böceklerin ve kabuklu deniz canlılarının kabuklarını oluşturmak için kullandıkları kitosanı önerdi. Daha önceki araştırmalar bu materyal değişimlerinin hem etkili hem de güvenilir olduğunu, trigliseritler ile daha yumuşak maddeler üretilebileceğini göstermişti.

Sonuç olarak Autodesk, sınıfın önerilerinin birkaçının peşinden gitmeye karar verdi. Autodesk'in Ember ve yüksek hacimli üretim için çoklu robotik baskı başlıkları kullanan ve henüz piyasaya sürülmemiş olan Escher gibi yazıcılar için biyomateryal gelişimine önderlik eden kıdemli araştırma uzmanı Chris Venter, bu önerilerin arasında zerdeçal (Hint Safranı) esaslı fotobaşlatıcı, istiridye ve midyelerden türetilen bir pH temelli fotobaşlatıcı ve kitosan esaslı bir

reçinenin de bulunduğunu belirtti. Hatta şirket yeni reçine bileşimleri geliştirmeye devam etme amacıyla Bours'u tam zamanlı bir kimyager olarak kadrosuna kattı.

Biomimicry Enstitüsü'nden Rattner, “Autodesk, Greener Solutions ve diğer araştırmacılar ile birlikte acilen zararsız hammaddeler bulmalıyız” diyor.

Böylelikle 3 boyutlu baskının zarar derecesi azaltılmış olacak, zira tasarım ve üretime katılan kişilerin sayısı artmaktadır. Fakat çok daha fazlasının da başarılacağı açık bir gerçek. Rattner, “Vücudumuzun yaptığı gibi, çevre sıcaklığını ayarlama işini nasıl yapacağız?” diye soruyor. “Vücudumuz bir fırın ya da ocak kullanmadan harika seramikler yapıyor: Mesela dişlerimizi. Öyleyse neden bir üç boyutlu yazıcıya bunu yaptıramayalım ki?”

Bu esnada Bours, Autodesk'te, üretici-

ler, tasarımcılar ve ürün geliştiricilerin doğru materyal seçimleri yapmalarına yardım etmek için bir çevrimiçi üç boyutlu baskı malzemeleri veritabanı geliştireyordu.

Venter, Autodesk'in nihayetinde reçine satmayı bırakacağını, güvenli ve toksik olmayan reçinler geliştirme hakkında öğrendikleri her şeyi kamuya açıklayacağını söyledi. Şirket, daha güvenli olan bu reçinelerin günümüzdekilerden daha ucuz olacağını ve daha fazla insanı üç boyutlu baskıya denemeye iteceğini umuyor. Venter, gelecekte bu maddelerin “basitçe, yerel olarak -hatta belki de bir manavdan- satın alınabilecek kadar yaygın bulunan bileşenlerden” yapılabileceğini de ekledi.

Toksik reçinelerden ve plastik atıklardan üç boyutlu yazıcıların bugün üretmeye hazır oldukları reçinelere kadar uzun bir yol kat edildi. Üç boyutlu baskı ve birçok diğer ürün ve çaba olmasaydı, yapımı daha az enerji, su ve zaman gerektiren, yenilenebilir, toksik olmayan ve biyoçözünür teknolojiler kullanarak “doğa problemin diğer birçok boyutunu çöktürdü” diyor Rattner.

Aslına bakarsak, yalnızca doğanın rehberliğinde ilerlediğimizde de tüm sorunları yine doğa çözecektir. ■



Berkeley Yeşil Kimya Merkezi (BCGC) yöneticisi Tom McKeag (ortadaki), 2015 yılında Doğa Dostu Çözümler Sınıfı'nı bir takım oluşturma çalışması esnasında izliyor

Sanayinin Sorunları ve Analizleri (XXII)

Mustafa Sönmez¹

SANAYİDE KÜÇÜLMEME DOĞRU

Özet

Türkiye ekonomisi yılın son çeyreğine düşük büyüme oranı, yüksek enflasyon ve yüksek işsizlik oranı ile girdi. Ekonomide özellikle dış denge kaynaklı kırılganlık devam ediyor. Politik ve jeopolitik riskler her geçen gün biraz daha artıyor. Özellikle basın ve ifade özgürlüğüne, muhalif partilere dönük hukuksuz icraatın Türkiye'nin risk primini yukarı çekerek, ülkeyi Brezilya'nın ardından ikinci yüksek riskli ülke yapması, alarm vericidir. Risklerin yükselmesinin etkisiyle, global derecelendirme kuruluşları Türkiye'nin kredi notunu indirmiş ve bu da ekonominin bel bağladığı dış kaynak girişini yavaşlatmıştır. Bunların etkisiyle Türk Lirası ABD doları karşısında hızla değer yitirmekte, bu, ekonomiyi daraltıcı bir etki yaparken, birikmiş dış borç yükünün de faturasını hızla ağırlaştırmakta, ekonomik daralma, istihdamı, işsizliği ve gelir eşitsizliklerini artırmaktadır.

Yıllık büyümenin, revize edilen OVP'deki yüzde 3.2'ye bile ulaşmayacağı görülmektedir. IMF'nin Kasım ayı tahmini yüzde 2,9'dur. Bu düşük tempolu büyüme eğiliminin önümüzdeki yıl da sürme ihtimali yüksektir. Türkiye'nin yükseltilecek riskleri, dış sermaye girişini azaltırken, azalan girişlerin büyümenin de rüzgarını keseceği bilinmektedir.

Bu bütünlük içinde sanayi üretiminde büyüme düşük tempoda ilerlemekte, Eylül ayı itibarıyla yıllık düşüş yüzde 2,2'yi bulmu, özellikle dayanıklı tüketim mallarındaki yüzde 9,5 iniş dikkat çekmiştir.

Sanayide yatırım neredeyse durmuştur. Üretim ve yatırımlardaki düşüş, sanayi istihdamına yansımış ve sanayideki istihdamın toplamdaki payı yüzde 19'a kadar inmiştir.

Sanayi net ihracatının büyümeye katkısı sıfırdır. Tamamen iç talebe bağımlı hale getirilen sanayide dayanıklı tüketim mallarında önemli bir daralma yaşanmaktadır.

Sermaye girişinde azalmanın olumsuzluklarını en yakından yaşayacak sektör sanayidir. Sanayide üretim, yatırım ve istihdamda düşük tempolu dönem 2017'de de süreceğe benzerdir.

Ekonomide büyüme oranı düşük seyrederken cari açık tekrar yükselmeye başlamıştır. Cari açık, büyük ölçüde kısa vadeli sermaye hareketleri ve kaynağı belirsiz net hata noksan kalemiyle finanse edilmektedir. Bu da kalitesi düşük ve riskli bir finansman yoludur.

İç denge ya da mali istikrar açısından birincil öneme sahip olan bütçe dengesi Eylül ayında 17 milyar dolayında açık vermiştir. Türkiye ikiz açık – bütçe ve cari- tuzağı ile karşı karşıya kalabilir.

2017-2019 dönemine ait açıklanan Orta Vade Program hedefleri oldukça iyimser temelde hazırlanmıştır, hedeflerle gerçeklik arasında büyük çelişkiler bulunmaktadır.

Ekonomideki olumsuzlukları aşmanın yolu sadece ekonomik önlemlerden değil, ülkedeki politik ve jeopolitik riskleri azaltmaktan, bu da gerilimlere yol açan anti demokratik iklimden uzaklaşmaktan geçmektedir. Dolayısıyla, tüm ekonomik aktörlerin de ekonomik ve politik iklimi normalleştirme, demokratikleştirme gayreti içinde olmaları zorunludur.

¹İktisatçı-Yazar, Makina Mühendisleri Odası Danışmanı

SANAYİDE KÜÇÜLMEMEYE DOĞRU

Dünya ekonomisindeki belirsizliklerin giderilememesinin, bölgemizdeki jeopolitik risklere Türkiye'nin daha çok çekilmesinin ve ülke içinde ekonomik-politik kırılmalıkların artması ile, genelde ekonomi, özel olarak da sanayi sektöründe mevsim değişikliği yaşanmış ve sert rüzgarlara maruz kalınacak hem de kısa sürmeyecek bir sonbahara girilmiştir. Bu mevsimin kara kışa, yani bir krize dönme ihtimali bile vardır.

Sanayiye doğrudan etkileyen dış ekonomik çerçeveyi ve iç ekonomiye etkilerini IMF raporlarına dayanarak şöyle özetlemek mümkündür:

IMF RAPORU

Ekim ayında "Düşük Talep: Belirtiler ve Çareler" temasıyla IMF tarafından yayınlanan Dünya Ekonomik Görünüm Raporu'nda, küresel krizin bugünkü durumuna yönelik saptamalardan sonra, 2016 için dünya ekonomisine ilişkin büyüme tahmini yüzde 3,1'e düşürülmüştür. Nisan 2016 Raporu'nda yüzde 3,2 olarak belirtilen küresel büyüme tahmininin yeniden düşürülmesinde, 2016'nın ilk yarısında merkez ülkelerde ortaya çıkan sorunların etkili olduğu vurgulanmaktadır.

Çin ekonomisi yılın üçüncü çeyreğinde beklentilere uygun olarak yüzde 6,7 oranında büyüdü. Bununla da etkili olarak, bazı uluslararası emtia fiyatlarında toparlanma yaşandı.

Raporda, Türkiye'nin dahil edildiği yükselen ve gelişen Avrupa ekonomileri grubunda büyümenin 2016 ve sonrasında yüzde 3'ün biraz üzerinde ve dayanıklı bir seyir izlemesi öngörüldü. Yine de artan belirsizliklerin 2016 ve 2017'de Türkiye'nin büyümesini kısıtlayabileceği belirtildi. Belirsizlikte artışın nedeni olarak ise "artan terör eylemleri ve başarısız darbe girişimi"

gösterildi. IMF, Türkiye'nin 2016 ve 2017 yılları büyüme tahminini sırasıyla yüzde 3,3 ve yüzde 3,0 olarak açıkladı.

IMF Raporuna göre, potansiyel büyüme oranının altında kalan talebin yarattığı küresel deflasyon riskleri, düşük talep sorununu daha da artırıyor. Özellikle Brezilya, Orta Doğu dahil, ham madde ihraç eden ülkelerdeki dış ticaret kayıpları, küresel ekonomiyi aşağı çekiyor. Söz konusu sarmalın yarattığı makroekonomik dengeleme çabaları, uluslararası ekonomik çekişmeleri ve ülkelerin kendi içindeki toplumsal huzursuzlukları büyütüyor. Sonuç; talebin daha da düşmesi ve böylece bir kısır döngü olarak ifade ediliyor.

Bu kısır döngünün kırılması için, IMF raporu, küresel ticareti, işbirliğini, yatırımları ve büyümeyi artıracak ortak tepkilere ihtiyaç olduğunu bildiriyor. Yıllardır izlenen para politikasının artık tek çözüm olmadığı, maliye politikası desteği ve yapısal reformların devreye alınması gerektiği de savunuluyor. Rapor, düşük küresel talebin emtia fiyatlarını sınırlayarak, emtia ihraç eden ülkelerin dış ticaret dengelerinde ve büyümelerinde sorunlar yarattığını; emtia ithal eden ülkelerde ise, cari denge ve fiyat istikrarı üzerindeki baskıları azalttığını saptıyor. Diğer yandan, dünya ticaretindeki yavaşlama, tüm dünyaya üretim ve ihracat yapan Çin için yeni bir ekonomik denge arayışı anlamına geliyor.

IMF, 4 Kasım'da da Türkiye'nin 4. madde raporunu yayımladı.

Raporun özet kısmında şu ifadeler yer verildi:

"Türkiye ekonomisi bir çok şok yaşadı. Artan siyasi belirsizlik, turizm gelirlerindeki sert düşüş, ve yüksek özel sektör borçlülüğünün etkisi görülüyor. Mevcut para politikası durumu halihazırda hedefin üzerinde olan enflasyonu, yavaşlayan ekonomik arka plana karşı

kontrol altına alma ihtiyacını dengeliyor. Şimdiye kadar uygun dış finansman koşulları yardımcı oldu, ancak dış finansman ihtiyacı yüksek kalmaya devam ediyor ve bütçe alanını kısıtlıyor. Buna rağmen, ekonomiyi desteklemek için bir miktar mali genişleme uygun olabilir. Kur riskini azaltmak için makroihtiyati tedbirler güçlendirilmelidir."

IMF raporunda, güçlü büyüme performansının ardından Türkiye ekonomisinin 2016'da yavaşladığı ve zayıf işletme güveni, yurtiçi ve yurtdışı negatif şoklar nedeniyle yüzde 2.9 büyüme beklenildiği belirtildi.

Raporda, işsizlik oranının yüksek olduğu ve artmayı sürdürdüğü ifade edildi. Kredi büyümesinin kayda değer biçimde yavaşladığı belirtildi. Jeopolitik gerilimler nedeniyle belirsizliğin arttığı, 15 Temmuz başarısız darbe girişimi ve sonrasında yaşanan gelişmelerin belirsizliğin artmasında etkili olduğu belirtildi.

IMF 4. madde raporunda, enflasyonun kısmen düştüğü ancak yetkililerin yüzde 5 hedefinin çok üzerinde kalmayı sürdürmesinin beklendiği ifade edildi. Asgari maaş zammı ve yapışkan beklentilerin enflasyonu 2016 ve 2017 yıllarında da yüzde 8 civarında tutmayı sürdüreceği kaydedildi.

TÜRKİYE'DE TIRMANAN RİSKLER

Büyüme için dış kaynak girişine mutlak ihtiyacı olan Türkiye ekonomisinin 2016 ortasından itibaren risk göstergeleri hızla tırmandı. Bu durum, özellikle yabancı yatırımcılar tarafından yakından izleniyor ve Türkiye'ye ilişkin yeni kararlar alınıyor.

Ülkelerin risk ölçümlerinden biri CDS'dir (Kredi Risk Takası-Credit Default Swap). Bir ülkenin devlet kağıdına yapılan yatırımın sigorta primi anlamını taşıyan CDS'lerin yükselmesi, ülke riskinin de artması demek.



Grafik 1. Ülkelerin CDC Risk Primleri: Ekim 2016

Kaynak: Bloomberg

Tablo 1. Türkiye'nin Kredi Notu: 2008 Sonrası

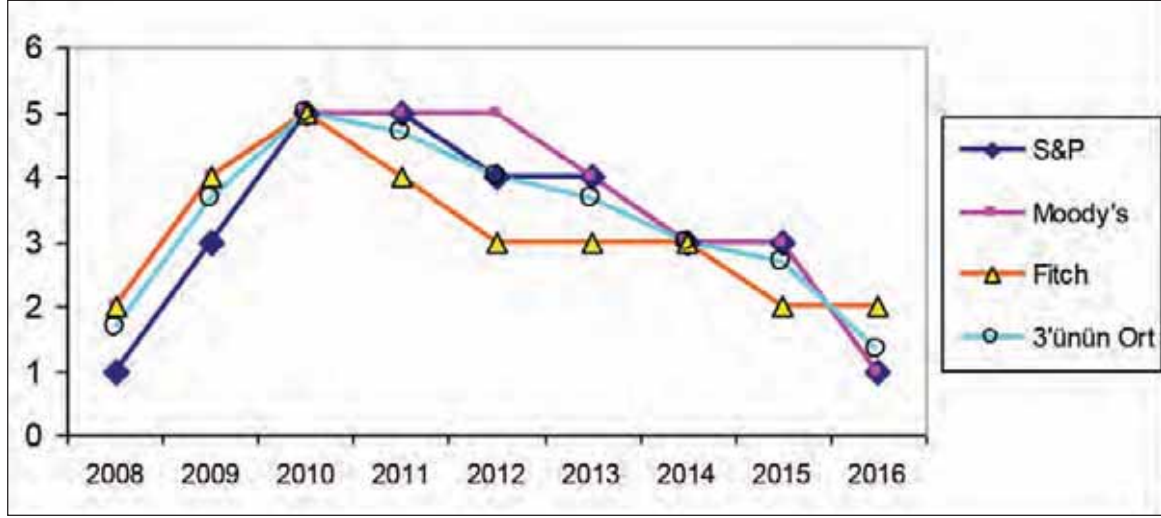
Yıllar	Standard & Poor's	Moody's	Fitch
2008 Sonu	BB- (negatif)	Ba3 (durağan)	BB- (durağan)
2009 Sonu	BB- (durağan)	Ba3 (pozitif)	BB+ (durağan)
2010 Sonu	BB (pozitif)	Ba2 (pozitif)	BB+ (pozitif)
2011 Sonu	BB (pozitif)	Ba2 (pozitif)	BB+ (durağan)
2012 Sonu	BB (durağan)	Ba1 (pozitif)	BBB- (durağan)
2013 Sonu	BB+ (durağan)	Baa3 (durağan)	BBB- (durağan)
2014 Sonu	BB+ (negatif)	Baa3 (negatif)	BBB- (durağan)
2015 Sonu	BB+ (negatif)	Baa3 (negatif)	BBB- (durağan)
06.05.2016	BB+ (durağan)		
20.07.2016	BB (negatif)		
19.08.2016			BBB- (negatif)
23.09.2016	BB (negatif)	Ba1 (Durağan)	BBB- (negatif)
04.11.2016	BB (Durağan)	Ba1 (Durağan)	BBB- (negatif)

Kaynak: Hazine Müsteşarlığı

Reuters, Bloomberg gibi ekonomi kaynakları Türkiye'nin CDS'lerini, 2016 Ekim ayında 250 ile ifade et-

tiler. Yükselen ülkeler içinde Türkiye, bu risk primi ile, primi 266 olan Brezilya'nın hemen ardından, ikinci

sırayı aldı. Üçüncü sırada Türkiye ile at başı giden Güney Afrika var. Dördüncü sıradaki Rusya'nın risk primi



Grafik 2. Derecelendirme Kuruluşlarının Türkiye'ye Kredi Notları (Yıl Sonu)

Kaynak: Hazine Müsteşarlığı

ise iniş halinde ve 218'e kadar düşmüş durumda.

Ülke riskinin bir diğer göstergesi derecelendirme kuruluşlarının verdikleri notlardan izleniyor. Dünyada tüm yatırımcıların izledikleri 3 derecelendirme kuruluşundan S&P ile Moody's, Temmuz ve Eylül aylarında sırayla Türkiye'nin notunu negatife düşürerek yatırım yapılabilir seviyenin altına indirdiler. S&P, 4 Kasım'da ise notu BB Durağan olarak açıkladı. Bu, durumun değişmemesi anlamına geldiği halde, devlet ajansı bunu "iyileşme" gibi gösterdi.

Derecelendirme kuruluşlarının not indirmesi, özellikle hisse senedine ve devlet kağıdına yatırım yapan "sıcak para"yı; kısa vadeli sermaye hareketlerini yakından etkiliyor. Bu dış kaynak biçimi, Türkiye için oldukça önem kazanmış durumda ve stok olarak 70 milyar dolar büyüklüğünde. Özellikle emeklilik fonları, rating kuruluşlarının yatırım yapılamaz ikazlarını dikkate alıyor ve notu bu seviyeye düşen ülkelerden yatırımlarını çekiyorlar. Nitekim, Merkez Bankası verilerinden, Türkiye'de de not indirimlerinin ardından net sermaye çıkışları saptandı.

Bu çıkışların ardından, dolar/TL paritesi yukarı seyretti ve Moody's'in not indirimi öncesi, 2,94 TL olan 1 doların fiyatı, izleyen haftalarda 3,11 TL'ye, Kasım başındaki politik gerilimin yükselmesi ve ABD'de Trump'ın seçimleri kazanmasının getirdiği dalgalanma ile birlikte 3.27'lere kadar çıktı.

Doların bu ölçüde değer kazanması, Türkiye ekonomisi için pek hazmedilebilir bir gelişme değil. Çünkü, dış borç stoku ve bunun kısa vadeli kısmı yüksek. Bu da borçlu kuruluşlar için borcun TL karşılığında ek maliyetler ve kur zararları demek. Öte yandan yılda 200 milyar dolar dolayında ithalat yapan Türkiye için dolar/TL paritesindeki hazmedilmesi güç artışlar, ithal girdi ve makina-teçhizat maliyet artışına ve bir maliyet enflasyonuna yol açıyor. Orta Vadeli Program'da (2017-2019) örtülü olarak, dolar/TL 2016 ortalamasını 2,95 TL olarak öngören hükümet için, yılın ilk 10 ayında dolar/TL seyri, öngörülerini aşiyor.

Yılın ilk 6 ayında dolar/TL, 2,93 TL olmasına karşılık; Temmuz-Ekim döneminde ortalama 3,00 TL'yi buldu. Kasım ve Aralık ayları için ise aşağı yönlü bir gelişme ihtimali çok düşük görünü-

yor. Bu da 2016 dolar ortalamasının en az 3 TL ile ifade edilmesi demek. 2015 yılı dolar/TL ortalaması 2,73 TL olarak gerçekleşmişti. 2016'nın yıl ortalaması 3 TL olsa bile bu, yüzde 10'a yakın bir kur artışı anlamına gelecek. Yine OVP'ye göre, 2016 tüketici fiyatlarının yüzde 7,5 artış ile kapanması halinde, dolar/TL'deki artış, enflasyonu aşacak.

OVP, 2016'nın tamamında yüzde 3,2 büyüme öngörürken 2017 hedefini yüzde 4,4 olarak belirlemiş durumda. Türkiye ekonomisinin 2017'de yüzde 4,4 oranında büyümesi, büyük ölçüde dış kaynak girişine bağlı. OVP de yerli tasarrufların milli gelire oranının yüzde 13-14'ü geçemeyeceğini, dolayısıyla yatırımların gerektirdiği kaynakların ancak dışarıdan bulunabileceğini kabul ediyor. O zaman da şu soru önem kazanıyor: Beklenen dış kaynak girişi gerçekleşecek mi? Risk priminin yükseliş halinde olduğu, rating kuruluşlarının ülkeyi yatırım yapılamaz ilan ettiği koşullarda, büyüme için gerekli dış kaynak girişi nasıl gerçekleşecek?

Türkiye'nin içinden geçtiği ve 2017'de yaşayabileceği koşullar risklerin azalması değil, artması yönünde işaretler taşıyor. Ekonomide kırılğanlıklar artı-

Tablo 2. Hedefler ve Gerçekleşmeler (% , Milyar \$)

	2012		2013		2014		2015		2016	2017
	Hedef	Gerç.	Hedef	Gerç.	Hedef	Gerç.	Hedef	Gerç.	Hedef	Hedef
Büyüme (%)	4	2,1	4	4,2	4	3	4	4	3,2	4,4
TÜFE Yıl Sonu (%)	7,4	6,2	6,8	7,4	9,4	8,2	7,6	8,8	7,5	6,5
İhracat (Milyar \$)	149,5	152,5	153,5	151,8	160,5	157,6	143,9	143,8	143,1	153,3
İthalat (CIF)	239,5	236,5	251,5	251,7	244	242,2	207,1	207,2	198	214
Dış Ticaret Açığı	-90	-84,1	-98	-99,9	-83,5	-84,6	-63,2	-63,4	-54,9	-60,7
Cari Açık (Milyar \$)	-58,7	-48	-58,8	-63,6	-46	-43,6	-31,7	-32,2	-31,3	-32
Cari Açık / GSYH (%)	-7,3	-6,1	-7,1	-7,7	-5,7	-5,4	-4,4	-4,5	-4,3	-4,2
İşsizlik Oranı (%)	9	9,2	9,5	9	9,6	9,9	10,2	10,3	10,5	10,2

Kaynak: Kalkınma Bakanlığı

yor. Yatırımlardaki artış 2016’da yüzde 0,1’de kaldı. Yatırım kuraklığı yaşanıyor. Net dış talep büyümeye kaldıraç oluşturmuyor. İç talepte de hızlı düşüşler var. Politik ve jeopolitik risklerdeki yükselme eğilimi, tüketiciciyi etkiledi ve iç talepte önemli düşüşler var. Özellikle konut stoklarındaki artışların yarattığı sıkıntıyı aşmak için , satışlardan alınan katma değer vergileri 10 puan azaltıldı ve bütçe gelirlerinin azalması pahasına bu darboğaz aşılına çalışıldı. Ancak, yine de ekonominin lokomotifi haline getirilen inşaat-konut sektörü, yeni talep darboğazlarına gebe görünüyor.

Büyümenin omurgası sayılan iç talepteki düşüş, işsizlik, jeopolitik risklerin artmasından da etkileniyor. Suriye ve Irak’a dönük müdahaleler, Türkiye’yi, savaştaki bir ülke olarak gösteriyor. Bu, bir yandan turist ziyaretlerini öte yandan da sermaye girişlerini olumsuz etkiledi. Orta Doğu’daki gelişmelerin ne yönde seyredeceği, Türkiye hükümetinin “İçimizdeki ve sınırimızdaki tehdit” olarak adlandırdığı Kürt aktörlerle, hem bölgede hem ülke içinde sürdürdüğü çatışma, ülke riskinin bir diğer önemli bileşenidir. Bu sorunu müzakere ve di-

yalog yoluyla çözüme yerine, güvenlikçi politikaların tercihi, haliyle ülke riskini yukarı yönlü etkilemektedir.

Özetlemek gerekirse, taşıdığı risklerle yatırım yapılamaz ülke olarak kodlanan Türkiye ekonomisi, önümüzdeki zaman diliminde risk faktörlerini aşağı çekmek yerine, yukarı taşıyacak politika tercihleri ile yönetilmektedir. Aralık ayında ABD Merkez Bankası Fed’in yapacağı anlamlı bir faiz artışı, ülkeden yabancı sermaye çıkışını hızlandıracak, riskleri tırmandıracak bir başka gelişme olacaktır.

OVP HEDEFLERİNDE ÇELİŞKİLER

OVP (2017-2019) kendi içinde bir dizi çelişkiyi barındırıyor. Örneğin OVP, hem tüketimin hem de tasarrufun artacağı öngörüsüne dayanıyor. Tasarruf gelirin tüketilmeyen kısmına eşittir. Tüketim artıyor ise tasarruf artmayacağı iktisatın temel kuralıdır.

İkincisi, OVP’de kamu kesimi tüketiminin 2017 yılında sadece yüzde 0,4 artacağı öngörülürken, altyapı yatırımlarının sürdürüleceği de ifade ediliyor. Suriyeli sığınmacıların maliyeti Türki-

ye üzerinde kalmaya devam ediyor. Asker ve polis harcamaları artarak sürüyor. Sırf bu nedenlerle, kamu harcamalarını 2017 yılında hedeflenen düzeyde tutturmak zor. Merkezi bütçe açık hedefi milli gelirin yüzde 1,9’una çıkarılmış olsa da, bu gerçeklikler açığın daha da büyüyeceğine işaret etmektedir.

OVP, yatırım artışının nasıl sağlanacağına dair tutarlı politikalar da sunmuyor. Artan riskler göz önüne alındığında özel kesimin daha fazla borçlanarak yatırım yapma olasılığı her geçen gün daha çok azalıyor, çünkü özellikle sanayi sektörünün borçlanma düzeyi yüksek, kârlılık oranı düşüktür. Burada beklenti, yine makine teçhizat yatırımlardan çok inşaat yatırımlarının artması. Nitekim, Hükümet, bankaları kredi genişlemesine teşvik edici, kentsel dönüşüm ile ilgili önlemleri artırıyor. Ama inşaat odaklı büyümenin artan maliyetleri , döviz yutan özelliği, iç talebe bağımlı sorunu unutulmuş görünüyor.

OVP’nin cari açık hedefleri de oldukça iyimserdir. Örneğin, 2017 için Brent petrol fiyatı (varil), 50,7 dolar varsayılıyor. Oysa petrol fiyatı daha 2016 Ekim

ayında 51-53 dolar bandına çıktı. Özellikle OPEC'in petrol fiyatının artması için petrol arzını kısıma kararı aldığı bir ortamda petrol fiyatlarının mevcut düzeyin altına gerilemesi mümkün değil. Petrol fiyatındaki artış, yeniden enerji faturasını kabartacak ve doğal olarak cari açık hedeflenenin çok üstüne çıkacaktır.

Küresel dış talepte daralma olurken, ihracatın artacağı bir başka OVP beklentisidir. Bunun gerçekleşme olasılığı oldukça zayıftır. Çünkü küresel borç yükü 152 trilyon dolara çıkmıştır. Bu durum küresel talebi de kısıtlamakta-

dır. Türkiye'nin sanayideki ihali hem rekabet gücünü zayıflattı hem de izlediği dış politika yanlışları, politik olarak dış pazarlara erişimi zorlaştırdı ve bu risk yükselerek ihracata yeni darbeler vermektedir. Yükselen riskler, turizm gelirlerini ise iyice aşağı çekecek ve sektöre önemli bir darbe daha vuracak gibi durmaktadır.

Türkiye'de enflasyon oranı, döviz kuruna oldukça duyarlıdır. Özellikle dayanıklı tüketim mallarında bu gözlenmektedir. Sermaye girişinin azalması ile birlikte artan döviz kuru, enflasyon oranını da yukarı çekmektedir. Bu da

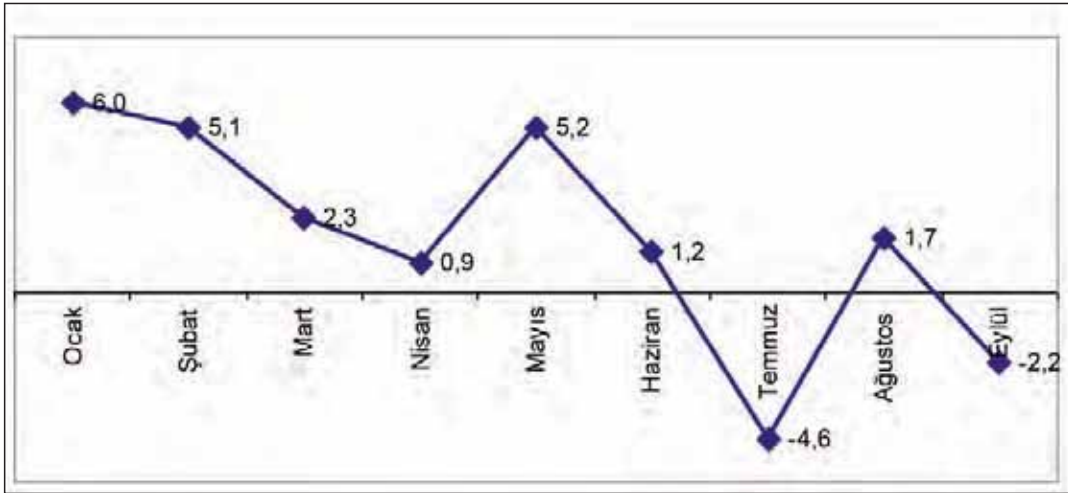
enflasyon hedeflerini boşa düşüren önemli bir etkidir.

SANAYİ ÜRETİMİNDE DÜŞÜŞ

2016 yılının Eylül ayında mevsim ve takvim etkisinden arındırılmış sanayi üretimi yıllık bazda yüzde -2,2 azaldı.

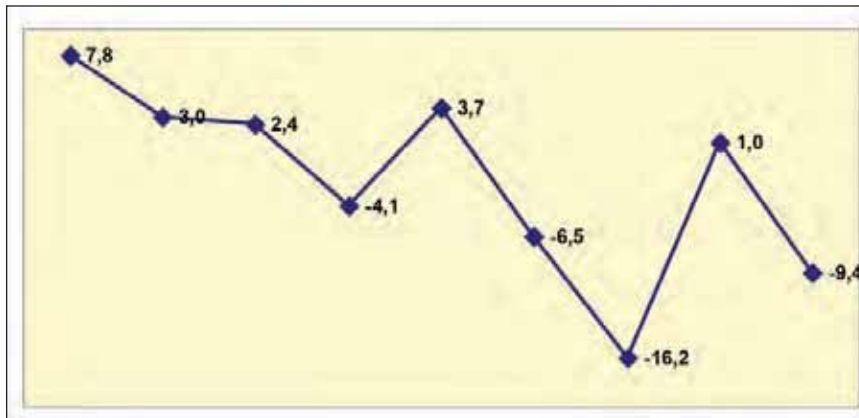
Sanayi üretimde yıllık bazda alt sektörler içinde imalat sanayi düşüşü eylülde yüzde 2,7 olarak gerçekleşti.

Eylül 2016 itibarıyla, sanayi üretiminde yıllık bazda ana sanayi grupları içinde dayanıklı tüketim mallarındaki yüzde 9,5 düşüş dikkat çekici. Sermaye mal-



Grafik 3. Sanayi Üretiminde Değişim: Bir Önceki Yılın Aynı Ayına Göre Mevsim Etkisi Arınmış (%)

Kaynak: TÜİK



Grafik 4. Dayanıklı Tüketim Mallarında Değişim: Bir Önceki Yılın Aynı Ayına Göre Yıllık Mevsim ve Takvim Etkisinden Arınmış (%)

Kaynak: TÜİK

Tablo 3. İmalat Sanayinde Eylül Ayı Değişimi (Yıllık Bazda, %)

Bilgisayarların, Elektronik ve Optik Ürünlerin İmalatı	10,2
Makine ve Ekipmanların Kurulumu ve Onarımı	6,7
Elektrikli Teçhizat İmalatı	5,8
Ana Metal Sanayii	4,6
Kok Kömürü ve Rafine Edilmiş Petrol Ürünleri	2,1
Başka Yerde Sınıflandırılmamış Makine İmalatı	1,2
Kimyasal Madde ve Ürünleri İmalatı	0,6
Motorlu Kara Taşıtı, Treyler ve Yarı Treyler İmalatı	-0,6
Gıda Ürünlerinin İmalatı	-0,7
İMALAT SANAYİ ORTALAMASI	-2,7
Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalatı	-2,8
Plastik ve Kauçuk Ürünleri İmalatı	-3,2
İçeceklerin İmalatı	-3,5
Metalik Olmayan Diğer Mineral Ürünleri İmalatı	-3,8
Tekstil Ürünlerinin İmalatı	-4,3
Giyim Eşyalarının İmalatı	-4,5
Tütün Ürünleri İmalatı	-5,2
Ağaç ve Mantar Ürünleri (Mobilya Hariç) İmalatı	-6,6
Deri ile İlgili Ürünlerin İmalatı	-7,1
Temel Eczacılık ve Eczacılığa İlişkin Malz. İmalatı	-9,5
Diğer İmalatlar	-11,1
Diğer Ulaşım Araçlarının İmalatı	-13
Metal Ürünleri İmalatı (Makine ve Teçhizat Hariç)	-13,9
Mobilya İmalatı	-17,2
Kayıtlı Medyanın Basılması ve Çoğaltılması	-22

Kaynak: TÜİK

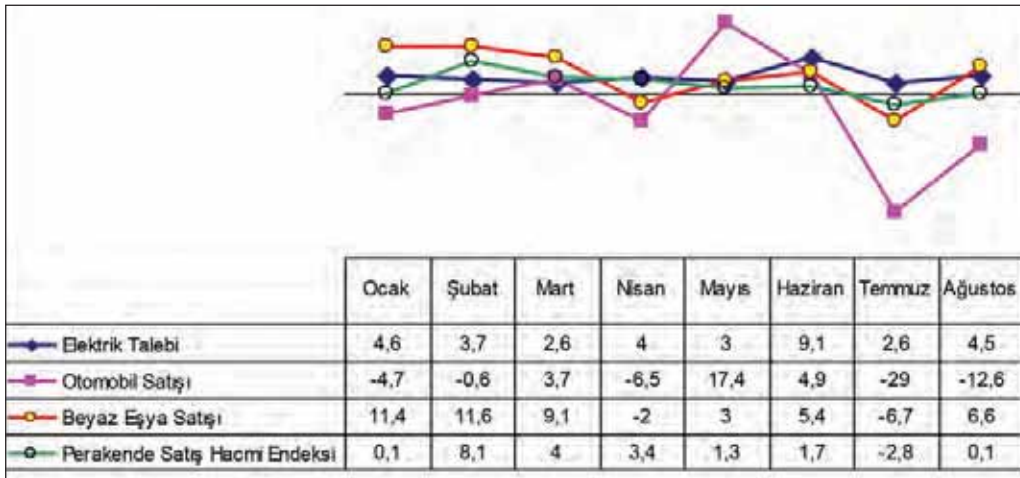
larında üretim düşüşü yüzde -2,3 olarak gerçekleşti. Otomotiv, beyaz eşya gibi ürünleri barındıran dayanıklı tüketim malları üretimi ve satışında düşük seyir, doların TL karşısındaki değer artışıyla da ilgili. Artan dolar fiyatlarının yarattığı maliyet enflasyonu özellikle otomobilde fiyat artışlarını tetikledi. Bu durumu Merkez Bankası Ekim ayı enflasyon değerlendirmesinde şöyle ifade etti: “Dayanıklı mal grubunda ise Türk lirasındaki değer kaybına bağlı olarak başta otomobil olmak üzere tüm alt gruplarda fiyatlar yükselmiştir.”

Eylül ayı itibarıyla, yıllık bazda dayanıksız tüketim malı imalatında üretim artışı yüzde 0,2’de kalırken, enerji üretimi yüzde 0,3 düşüş kaydedildi.

Yıllık bazda Eylül üretim düşüşü yüzde 2,7’yi bulan imalat sanayinin birçok alt dalında sert küçülmeler gözlemlendi.

İmalat sanayinin alt sektörlerinde yıllık bazda mevsim-takvim etkisinden arındırılmış olarak, üretim kaybında dayanıklı tüketim malları, yüzde 9,4 sert düşüşü en dikkat çeken alt dal oldu.

Temmuz darbe girişiminin etkisiyle 2015 Temmuz’una göre yüzde 16 düşen dayanıklı sanayi üretimi, Ağustos ayında görece toparlanmış görünürken Eylül’deki sert düşüşü dikkat çekicidir.

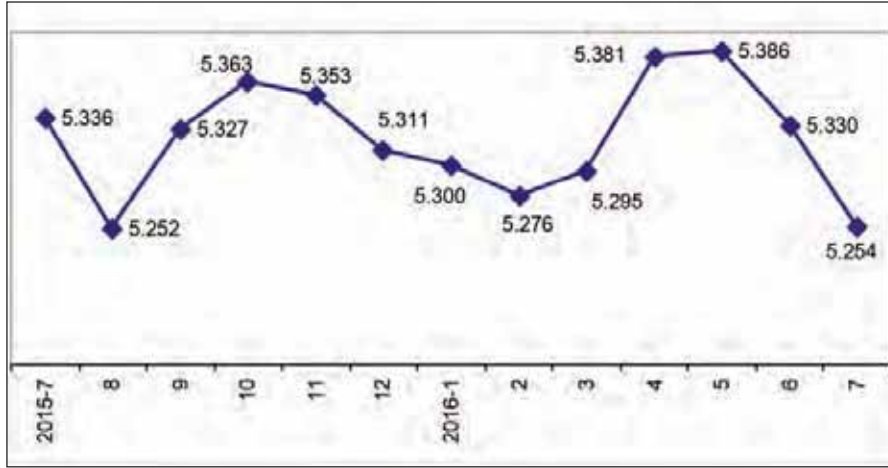
**Grafik 5.** Talepte Değişim: Yıllık Bazda, Aylara Göre (2016)

Kaynak: Kalkınma Bakanlığı

Tablo 4. Sanayi İstihdamının Payında Gerileme (%)

Yıllar	Tarım	Sanayi	Hizmetler	İnşaat
2005	25,5	21,6	47,3	5,6
2006	23,3	21,9	48,8	6
2007	22,5	21,8	49,6	6,1
2008	22,4	22	49,5	6
2009	23,1	20,3	50,4	6,3
2010	23,3	21,1	49,1	6,6
2011	23,3	20,8	48,7	7,2
2012	22,1	20,5	50,2	7,2
2013	21,2	20,7	50,9	7,2
2014	21,1	20,5	51	7,4
2015	20,6	20	52,2	7,2
2015 (Temmuz/Yıl)	22	19,5	51,1	7,4
2016 (Temmuz/Yıl)	20,7	19	52,9	7,4

Kaynak: TÜİK



Grafik 6. Sanayi İstihdamı: Temmuz 2015-2016 (Mevsim ve Takvim Etkisinden Arınmış, Bin Kişi)

İmalat sanayinin alt dallarında ise matbaa-medya alt sektöründeki düşüş yüzde 22 ile başı çekerken mobilya, metal ürünleri ve diğer ulaşım araçlarındaki sert düşüşler de önem taşımaktadır.

İmalat sanayinde otomotiv, gıda sek-

törleri bile Eylül ayında, bir önceki Eylül'e göre düşüş gösterdiler.

Talep tarafında da Temmuz ayındaki dibe vuruşun ardından Ağustos ayında toparlanmış görünse de Eylül ile birlikte iniş gözlenmektedir.

Özetle, imalat sanayiinde üretim ve ciro hacmi yıllık bazda sınırlı bir yükseliş gösterdi. Tüketicilerin krediye erişimine yönelik getirilen kolaylıklar dayanıklı tüketim malı sektöründe ciro artışına ivme kazandırsa da bu ivmenin uzun soluklu olması, borçlanma kısıtları nedeni ile sınırlı.

SANAYİDE YATIRIM VE İSTİHDAM

Son yıllarda sert biçimde gerileyen sanayi yatırımlarının 2016'nın ilk 3 çeyreğinde de olumlu gelişmediği gözleniyor. Yılın ilk 8 ayında ara malları ve sanayi malları üretiminde, bir önceki yılın aynı dönemine göre neredeyse artış olmadı. Yine yılın ilk 9 ayında ara malı ithalatı (enerji hariç) 80 milyar dolar dolayında kalarak 2015'in aynı döneminden fark göstermedi. Sermaye malı ithalatı ise ilk 3 çeyrekte 26,8 milyar dolarda kalarak, bir önceki yılın aynı döneminden ancak 800 milyon dolar öteye gidebildi.

Eylül ayı itibarıyla, ara malları sanayinin yıllık artışı yüzde 0,6'da kalırken sermaye malları üretiminde yüzde 2,3 düşüş gözlenmiştir.

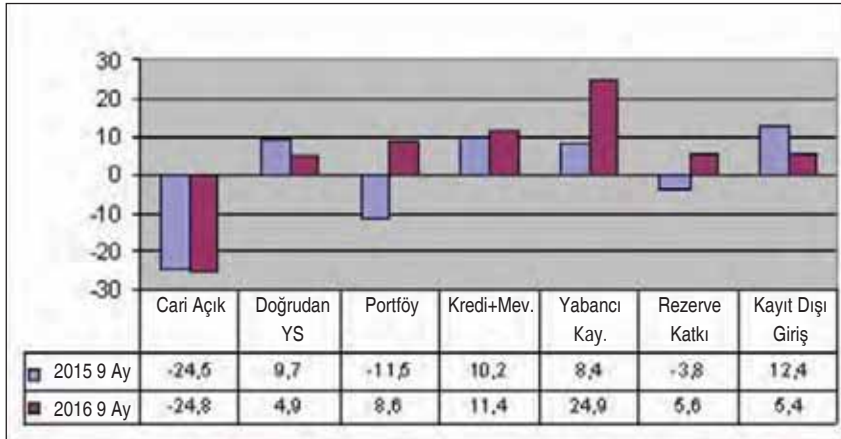
Bu öncü göstergeler ışığında, üçüncü çeyrekte özel yatırımlardan büyümeye olumlu bir katkı gelmediği söylenebilir.

Üretimdeki cılız artış ve yatırımlardaki kuraklık, sanayi istihdamını olumsuz etkiliyor.

Temmuz 2016 döneminde, 2015 yılının aynı dönemine göre toplam işgücü piyasasına 650 bin kişi daha girdi ve toplam işgücü 30 milyon 961 bin kişiye yükseldi. Buna karşılık istihdam 27 milyon 636 bin kişide kaldı. İşgücüne katılan sayısındaki artış nedeni ile istihdam oranı 0,2 puan azalarak yüzde 47'ye geriledi. Temmuz döneminde tarım sektöründe istihdam kaybı devam etti ve çalışan sayısı 291 bin kişi azaldı. Tarım dışı sektörlerde istihdam ise 586 bin kişi arttı.

Tablo 5. Dış Ticaret: Ocak-Eylül 2015-2016 (Milyon \$, %)

	2016/9 Ay	2015/9 Ay	Fark	Değ. (%)
Toplam İhracat	104.227	107.166	2.939	-2,7
Toplam İthalat	146.254	156.352	10.098	-6,5
Dış Ticaret Hacmi	250.481	263.518	13.036	-4,9
Dış Ticaret Açığı	-42.027	-49.186	-7.159	-14,6
İmalat Sanayi İhracatı	98.198	100.518	2.320	-2,3
İmalat Sanayi İthalatı	123.399	125.240	1.840	-1,5
Dış Ticaret Hacmi	221.597	225.758	4.161	-1,8
İmalat Sanayi Dış Ticaret Açığı	-25.201	-24.721	480	-1



Grafik 7. Cari Açıkta 9 Ay (2015 ve 2016, Milyar \$)

Kaynak: TCMB

Çalışanların yüzde 20,7'si tarım, yüzde 19'u sanayi, yüzde 7,4'ü inşaat ve yüzde 52,9'u ise hizmetler sektöründe istihdam edildi. Bu dönemde istihdam edilenlerin tarım sektöründeki payı 1,3 puan, sanayi sektöründe 0,5 puan azalırken, inşaat sektörünün payı değişmedi, hizmet sektörünün payı 1,8 puan arttı.

Sanayinin toplam istihdamdan aldığı payın gerilemesi, sanayideki kan kaybının bir başka göstergesidir.

2006'da sanayinin istihdamdaki payı

yüzde 22'ye yaklaşırken 2016 Temmuz itibarıyla, yıllık yüzde 19'a geriledi ve 3 puan kaybetti. Sanayideki istihdam, 2015 Temmuz ayında 5 milyon 336 bin iken, 2016 Mayıs ayında zirveye çıktıktan sonra indi, Haziran'da düşmeye başladı ve Temmuz ayında 5 milyon 254 bine kadar geriledi.

SANAYİNİN DIŞ AÇIĞI

2016'nın ilk 9 ayında Türkiye'nin dış ticareti yüzde 5 dolayında daralarak 13 milyar dolar geriledi. İmalat sanayisinin

deki dış ticaret hacmi daralması 4 milyar doları buldu.

Bu dönemde toplam ihracat yüzde 3'e yakın azalırken ithalat da yüzde 6,5 geriledi. Bu 9 ayda dış ticaret açığı 42 milyar dolar olarak gerçekleşti ve 2015'in aynı döneminden yüzde 15 daha az açık verildi. Bu azalmada enerji ve emtiada dünya fiyatlarının düşük seyri etkili oldu.

İmalat sanayi özelinde bakıldığında, ilk 9 ayda ihracat 98 milyar dolarda kalarak geçen yılın aynı döneminin yüzde 2,3 gerisine düştü. İmalat sanayisinin ithalatı ise 123 milyar dolar ile 2015'in aynı döneminin yaklaşık 2 milyar dolar gerisinde kaldı. Böylece imalat sanayisinin dış ticaret açığı pek değişmedi, 25 milyar dolar dolayında gerçekleşti.

Yılın ilk 9 ayında ihracatta azalma, özellikle kok ve rafinaj sektörü ile ana metal sanayisinin ihracatında yaşanırken, otomobil ihracatındaki artış, bu azalmayı bir ölçüde telafi etti. İmalat sanayisinin ithalat azalmasında da yine ana metal ile kok-rafinaj sektörlerindeki ithalat faturasındaki düşüşler etkili oldu.

Türkiye ekonomisinin büyümesi ile dış ticaret arasındaki ilişkinin daha çok zayıfladığı ve dış talebin büyümeye katkı yapmadığı görülüyor. Yakın dönemde de sonuçlar, imalat sanayisi net dış ticaretinin büyümeye katkısının olmadığını, tamamen iç pazar ile büyümeye rüzgar taşıdığı ortaya koyuyor. Bu durumun değiştirilmesi yönünde etkili bir iktisadi politika güdülmediği gibi, özellikle dış politikadaki sağlıksız rota, Türkiye'ye önemli pazar kayıpları biçiminde faturalar çıkarıyor.

Türkiye'nin toplam ihracatı içinde AB'nin payı yüzde 48,5 ile yerinde sarken, Orta Doğu'da pazar kaybı yaşanıyor. Ocak-Eylül dönemi ihracatında bu bölgenin payı 22 milyar dolar ile yüzde 21,3'e kadar düşmüştür.

Özellikle sanayideki dış ticaret açığının etkisiyle, cari açık tekrar yükselmeye başladı. 2015 Eylül ayında 167 milyar ABD doları fazla veren cari işlemler hesabı, 2016'nın Eylül ayında 1.684 milyar ABD doları açık verdi. Bunun sonucunda, 12 aylık cari işlemler açığı 32.4 milyar ABD dolarını buldu.

Cari açığın artmasında dış ticaret açığının yanında turizmdeki gerileme ve yabancıların kâr transferleri de etkili oldu. Turizm gelirlerindeki düşüş Ocak-Eylül döneminde yüzde 38'e ulaştı ve 17,2 milyar dolardan 10,7 milyar dolara geriledi.

Cari açığın finansman kaynaklarından yabancıların doğrudan yabancı yatırımlardaki azalış eğilimi devam ediyor. Bu kalemden yılın ilk 9 ayındaki net giriş, geçen yılın aynı dönemine göre yüzde 49 oranında azalarak 4,9 milyar dolara düşmüştür. Bunun da 3 milyar doları gayrimenkul satışlarından oluşmuştur.

İlk 9 ayda gerçekleşen portföy ve dış borç/mevduat girişleriyle birlikte, giren kaynak 24,9 milyar dolar olmuş ve 9 aynı cari açığını ancak karşılamıştır. Net hata hoksan olarak kayıt dışı giren sermaye ise rezervlere yansımıştır. Ancak, Eylül ayındaki cari açığı (1,7 milyar dolar) karşılayacak sermaye girişi gerçekleşmeyince, üstüne 4 milyar dolar kaynak çıkışı gerçekleşince, açık rezervleri eritmiştir. Eylül'deki bu eğilimin önümüzdeki aylarda sürmesi ihtimali yüksektir.

Cari açık, ağırlıklı borçlanarak finanse ediliyor ve dış borç stoku yılın ortasında 421 milyar dolara ulaşmış bulunuyor. Bu durum ödemeler dengesi açısından sağlıklı bir gelişme değildir. Çünkü cari açık, nitelikli sermaye girişleri ile finanse edilmez ise daha sonra ülkenin dış dengesi sorunlu hale gelmektedir. Nitekim bu yapıdan dolayı uluslararası kuruluşlar Türkiye için dış denge riskini sürekli öne çıkarmaya başlamışlardır.

SONUÇ

Türkiye ekonomisi yılın son çeyreğine düşük büyüme oranı, yüksek enflasyon ve yüksek işsizlik oranı ile girmektedir. Ekonomide özellikle dış denge kaynaklı kırılmalık devam etmektedir. Politik ve jeopolitik riskler her geçen gün biraz daha artmaktadır. Bunların etkisiyle Türk Lirası ABD doları karşısında hızla değer yitirmekte, bu, ekonomiyi daraltıcı bir etki yaparken, birikmiş borç yükünün de maliyetlerini hızla artırmakta, ekonomik daralma, istihdamı, işsizliği ve gelir eşitsizliklerini artırmaktadır.

Ekonomide büyüme oranı düşük seyrederken cari açık tekrar yükselmeye başlamıştır. Cari açık, büyük ölçüde kısa vadeli sermaye hareketleri ve kaynağı belirsiz net hata noksan kalemiyle finanse edilmektedir.

İç denge ya da mali istikrar açısından birincil öneme sahip olan bütçe dengesi Eylül ayında 17 milyar dolayında açık vermiştir. Türkiye ikiz açık -bütçe ve cari- tuzağı ile karşı karşıya kalabilir.

OVP oldukça iyimser temelde hazırlanmıştır. Ancak mevcut koşullarda hedeflediği sonuçlara erişmesi zor görünmektedir. Daha şimdiden, Program hedeflerine temel teşkil eden Brent petrol fiyatı varsayımı gerçekçiliğini kaybetmek üzeredir.

Bu bütünlük içinde sanayi üretiminde büyüme düşük tempoda ilerlemekte, Eylül ayındaki yüzde 2,2'lik gerileme ve dayanıklı tüketim malları sektöründeki yüzde 9,5 düşüş alarm vermektedir. Yıllık büyümenin, revize edilen OVP'deki yüzde 3.2'ye ulaşmayacağı görülmektedir. IMF'nin Kasım ayı tahmini yüzde 2,9'luk bir büyüme vaat ederken daha düşük bir büyüme olasılığıdır.

Bu düşük tempolu büyüme eğiliminin önümüzdeki yıl da sürme ihtimali yüksektir. Türkiye'nin yükseltilecek riskleri, dış sermaye girişini azaltırken, azalan girişlerin büyümenin de rüzgarını keseceği bilinmektedir. Bunu en yakından yaşayacak sektör de sanayidir. Sanayide üretim, yatırım ve istihdamda düşük tempolu dönem 2017'de de süreceğe benzemektedir.

Bu durumu aşmanın yolu sadece ekonomik önlemlerden değil, ülkedeki politik ve jeopolitik riskleri azaltmaktan, bu da gerilimlere yol açan anti demokratik iklimden uzaklaşmaktan geçmektedir. Dolayısıyla, tüm ekonomik aktörlerin de ekonomik ve politik iklimi normalleştirme, demokratikleştirme gayretinde olmaları gerekmektedir. ■

Akıllı Binalar ve Akıllı Binalarda Asansörler¹



Yavuz Çetinkaya²

1. AKILLI BİNALAR

1.1 Akıllı Bina Tanımı

İnsanoğlu yıllar boyunca barınma ve korunma ihtiyacı içinde olmuştur; kimi zaman tek başına (müstakil), kimi zaman da toplu yaşamak için konut yapmak zorunda kalmıştır. Bu konutların birinci görevi barınma, ikinci görevi ise korunma olmuştur. Zamanla gelişen teknolojiler sayesinde barınma biçimleri de değişiklik göstermiştir. Bu değişiklik yöreye ve coğrafi duruma göre değişmektedir [1].

Köy yaşamında müstakil konutlar tercih edilirken kent yaşamında toplu konutlar tercih edilir olmuştur. Her iki konutunda ortak yönleri barınma ve korunmanın sağlanmasıdır. Günümüzde ise ihtiyaçlar biraz daha farklılık göstermektedir. Birincil derecede görülen ihtiyaçlar, alt ihtiyaçların oluşmasını sağlamıştır. Bunlardan bazıları konfor ve tasarrufa, bazıları da güvenlik ve sağlığa yönelik inşa edilmiştir [1].

Akıllı bina sistemlerinde ise yukarıdaki özelliklerin hepsi sunulmaktadır. Akıllı bina sistemleri, ev hayatını kolaylaştıran, güvenliği sağlayan, nano teknoloji bina otomasyonu kontrol sistemleridir. Yaşanılan mekânları, gelişen teknolojiler ile bütünleştirerek daha konforlu, daha güvenli ve daha keyifli bir yaşam şekline dönüştürmektedir ki bu, akıllı bina olarak tanımlanıyor [1].

Akıllı Bina Enstitüsü (IBI) Washington D.C. tarafından akıllı binalar için yapılmış en geniş tanım şöyledir [2]:

Bir akıllı bina, dört temel elemanın, strüktür, sistemler, servisler ve yönetimin, optimizasyonu ile verimli ve maliyet etkin bir çevre sağlamalı ve bu dört elemanın birbirleri arasındaki ilişkiyi gerçekleştirmelidir. Akıllı binalar bina sahiplerine, bina yöneticilerine ve kullanıcılarına, maliyet, enerji yönetimi, konfor, rahatlık, güvenlik, uzun süreli esneklik ve görsellik konularındaki hedeflerini gerçekleştirmelerini sağlamaktadır [2].

13-15 Ekim 2016 tarihlerinde Makina Mühendisleri Odası tarafından İzmir’de düzenlenen Asansör Sempozyumu ve Sergisi’nde bildiri olarak sunulan bu metin, yazarınca dergimiz için yeniden düzenlenmiştir.

Türk Standartları Enstitüsü -

1.2 Akıllı Bina Kavramının Geçmişi ve Gelişimi

19. yüzyıl, endüstriyel gelişmelerin yoğun yaşandığı bir teknik buluşlar yüzyılı olmuştur. Endüstri devriminin bina tasarım ve uygulamalarına etkileri şu şekilde sıralanabilir: yeni yapım teknolojileri, yeni bina sistemleri, yeni malzemeler ve ısıtma ve havalandırma sistemlerinin gelişmeye başlamasıyla ortaya çıkan konforlu mekânlar. Tüm bu teknik gelişmeler beraberinde toplumdaki davranış ve gereksinimlerin çeşitlenmesini getirmiştir. Değişim süreci içinde yeni bir mimari anlayış olan “uluslararası stil” bu yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıkmıştır. Bu yeni mimari anlayış hiçbir şekilde iklimsel duruma önem vermiyor ve kullanıcı konforunu sadece mekanik ve elektriksel sistemler kullanarak sağlamayı öngörüyordu. Bu yaklaşım yetmişli yıllarda enerji tüketimiyle beraber istenmeyen çevre kirliliklerine sebep olmuştur. 1980’li yıllarda fosil kaynaklı yakıtlardan üretilen enerjinin azalması ve bunların çevresel kirliliğe sebep olmasının anlaşılmasıyla, 1990’larda enerji, ekoloji (çevre bilimi) konulu çalışmalar hızlanmıştır (Zağpus, 2002), [3].

İkinci Endüstri Devriminin sonucunda “Bilgi Teknolojileri (Information Technologies/IT)” diye adlandırılan bir kavram ortaya çıkmıştır. Bu kavram 1980’lerde karşımıza belirgin bir şekilde çıkan “Akıllı Binalar (AB)” kavramını ortaya çıkarmıştır. İlk olarak 1980’lerde enerji kullanımını azaltmak için özel mekanik ve elektriksel sistemler geliştirilmiş ve yeni bina ürünleri kullanılmıştır [3].

İlk akıllı bina projesi; 1981 yılında Amerika’da Connecticut Hartford’da, Technologies Corporation tarafından yapılmış

başlanan ve 1983 yılında tamamlanan “City Place” adı verilen modern ofis binasıdır [3].

1985 yılında Kuzey Amerika’da Fortune, Forbes ve Business Week gibi dergilerin “İş Dünyasında Akıllı Binalar” başlıklı yazılarıyla mimaride bu fikir yerleşmeye başlamıştır. Bu tarihten itibaren yeni binalar son teknolojilerle donatılmaya çalışılmış ve sonuç olarak bu onların kolay pazarlanabilmelerine olanak sağlamıştır [3].

Harrison (1998), akıllı bina kavramının daha iyi açıklanabilmesi için, akıllı bina kavramının gelişim sürecini 3 farklı kategoride incelemiştir; Otomatik Binalar/Automated Buildings (1981-1985), Yanıt Veren Binalar/Responsive Buildings (1986-1991), Verimli Binalar/Effective Buildings (1992- >) (Zağpus, 2002), [3].

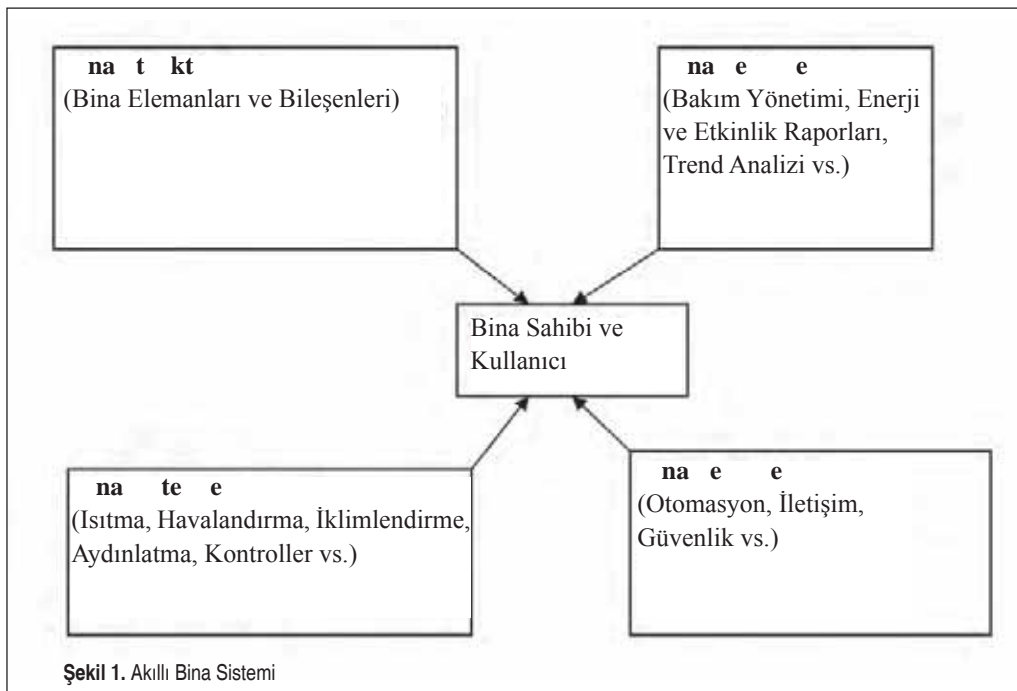
Enerji verimliliği, sürdürülebilirlik ve ekolojik olma gibi kavramları akıllı binaların çıkış noktası olduğunu söyleyebiliriz [3].

1.3 Akıllı Bina Sistemleri

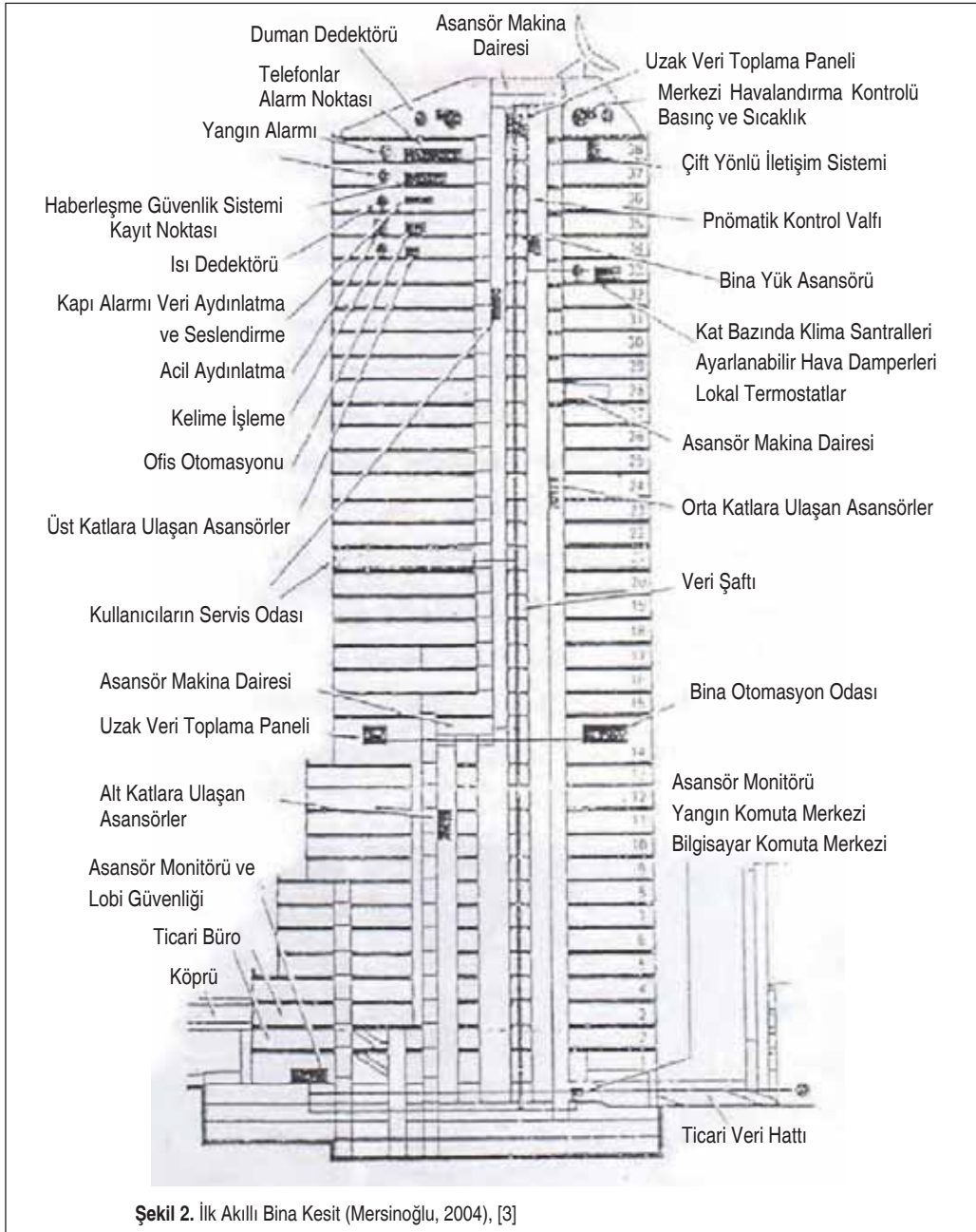
ABD’deki Akıllı Bina Enstitüsü’ne (IBI) göre akıllı bina, yapı, sistem, servis ve yönetim elemanlarının hem kendileri hem de birbirleriyle olan ilişkilerinde optimizasyon sağlanarak verimli ve maliyet-etkin bir çevre yaratma kapsamını içermektedir (Şekil 1) [2].

Verilen tanımlar incelendiğinde, akıllı bina konseptindeki ortak faktörler aşağıda belirtildiği gibidir [2]:

- Hissedarların ilgileri veya son kullanıcıların istekleri (kul-



Şekil 1. Akıllı Bina Sistemi



lanıcıların ihtiyaçları) bina performansında baskındır ve etkileri üzerine vurgu yapılmaktadır.

- Akıllı binalar, hissedarlara verimli ve üretken bir çevre performansını maksimize edebilmeyi sağlamaktadır (iş amaçları ve kullanıcı verimliliği tarafından).
- Performans, minimum yaşam maliyetleri ile birlikte maliyet etkin bir tavırla kazanılabilmektedir.
- Düşük maliyetler içerisinde, bina, uygun ve fonksiyonel olmalıdır, kaynakların verimli yönetimi ve sürdürülebilirliğin uygulanması gerekmektedir.

- Performans ihtiyaçları, en iyi mevcut konseptlerin, malzemelerin, sistemlerin ve teknolojilerin, mimari ve yapısal yapının entegrasyonu ile karşılanmaktadır.
- Performans, çevreyle dost, esnek kullanım, hareketli mekan elemanları ve cihazlar, yaşam döngüsü içerisindeki maliyetler, konfor, uygunluk, rahatlık ve güvenlik, çalışma verimliliği, ileri teknoloji imajı, kültür, inşaat süreci ve yapı, uzun dönemli esnek yapı ve pazarlanabilirlik, bilgi yoğunluğu, etkileşim, servis yönlendirmesi, sağlık düzeyini yükseltme (terapatik), adapte edilebilirlik, güve-

nilirlik (değişmez ve doğru) ve üretkenlik (kârlılık) olarak sayılabilmektedir [2].

Bina otomasyon sistemleri; sistemde kullanılan sensörler yardımı ile önceden ayarlanan çeşitli senaryolara göre tepki vererek daha modern, konforlu ve enerji tasarrufu sağlayan ortamlar yaratılmasını sağlayan sistemlerdir [1].

Bina otomasyon sistemleri ile aydınlatma kontrolü, iklimlendirme kontrolü, uzaktan kontrol, uzaktan izleme, güvenlik, enerji tasarrufu ve her tür cihazın çeşitli senaryolara göre kontrolü sağlanabilmektedir [1].

1.3.1 Akıllı Binalarda Alt Sistemler [2]

a n a t t e e

- Isıtma ve İklimlendirme Enerjisi Korunumunda Etkili Olan Tasarım Parametreleri
- Aydınlatma Enerjisi Korunumunda Etkili Olan Tasarım Parametreleri

kt n a t t e e

- HVAC Sistemleri
- Elektriksel Güç Sistemi
- Aydınlatma Sistemleri
- Asansör Sistemleri
- Yangın Güvenlik Sistemleri
- Giriş Kontrol ve Güvenlik Sistemleri
- Haberleşme ve Network Sistemi
- Enerji Yönetimi ve İzleme Sistemleri

1.3.2 Akıllı Binalarda Otomatik Kontrol Sistemleri (Bina Kontrol Sistemleri)[3]

1970'li yıllarda enerji krizinin baş göstermesi ile gündeme gelen otomatik kontrol sistemleri günümüzde enerji tasarrufunun yanı sıra, konforlu bir çalışma ortamı yaratmak için özellikle ofislerde çok sık kullanılmaktadır [3].

Otomatik kontrol sistemleri ya da bina kontrol sistemleri, özellikle karmaşık sistemlerle donatılmış yüksek binalarda, önemli ölçüde yer kaplayan ve enerji tüketimine neden olan ısıtma-soğutma-havalandırma sistemleri ile yangın ve can güvenliği sistemlerinin daha etkin çalışmasını, bu sistemlerin çok çeşitli ekipmanlarının belli bir merkezden kontrol edilmesini sağlamaktadır (Özler, 2003), [3].

Aktif bina sistemlerini oluşturan bu sistemler akıllı donanım olarak da isimlendirilmektedir [3].

- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Sistemleri

- Enerji Yönetimi ve İzleme Sistemleri
- Aydınlatma Sistemleri ve Elektriksel Güç Sistemi
- Isıtma, Havalandırma ve Klima (İklimlendirme) Sistemleri (HVAC)
- Güvenlik Sistemleri
- Yangın Güvenlik ve Söndürme Sistemleri
- Asansör Sistemleri

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Sistemleri

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Sistemleri aşağıda belirtilmiş olan konu başlıklarını içermektedir [3]:

- Seslendirme ve Anons Sistemleri
- Çağrı Sistemleri
- Yangın Anons Sistemleri
- Simultane Tercüme Sistemleri
- Audio-Visual Sistemleri
- PBX Telefon Sistemi
- Elektronik Postadır.

Enerji Yönetimi ve İzleme Sistemleri

Enerji Yönetimi ve İzleme Sistemleri aşağıda belirtilmiş olan konu başlıklarını içermektedir [3]:

- Enerji Yönetimi
- Enerji Ölçme Sistemleri
- İzleme Sistemleri
- Elde Edilen Bilgilerin Dağıtılması
- Elde Edilen Bilginin Depolanması
- Bilginin Kolay Kullanımı
- Enerji Sistemlerinin Güvenilirliği

Aydınlatma Sistemleri ve Elektriksel Güç Sistemi Aydınlatma Sistemleri [3]

Aydınlatma denetim sistemlerinin ana işlevleri ile aydınlatma elemanları arasında bütünleşme sağlayabilecek işlevleri şu şekilde sıralanmıştır (Ofaz, 2004), [3]:

- Programlanabilir Anahtar
- Esnek Bölgeleme
- Gün Işığı Görüntüleme
- Pencere Jaluzi Denetimi
- Enerji Tüketimi Görüntülemesi
- Parlaklık Seviyeleri Ayarları

- Gölgeleme Elemanlarının Denetimi
- Programlanabilir İşletim
- Kullanıcı Denetimi
- Bakım Kayıtları
- Acil Durum Aydınlatma Test Rutinleri

Elektriksel Güç ve Kesintisiz Güç Kaynakları

Bir binanın elektriksel güç sistemi, yapının ve insanların aktivitelerini gerçekleştirmeleri açısından önemli sistemlerden biridir. Buna ek olarak bir bina, elektrik denetiminden oluşan bir sinir sisteminin yönetimi olmaksızın da çalışmamaktadır [2].

Elektrik enerjisinin gittikçe yaygın kullanım alanı bulması, hayati önem taşıyan ya da sürekli çalışması gereken cihaz ve sistemlerde uygulanması bu enerjiyi üreten kaynakların güvenilirlik sorununu gündeme getirmiştir. Tüketilen elektrik enerjisinin %95'den büyük bir oranını sağlayan AC şebekede, güvenilirlik için alınan tüm önlemlere rağmen günümüz uygulamalarında yetersizliklerle karşılaşmakta, kritik yük olarak nitelendirilen cihaz ve sistemlerin Kesintisiz Güç Kaynakları (KGK) üzerinden beslenmesi zorunlu olmaktadır [2].

Akıllı binalarda gereksinim duyulan Kesintisiz Güç Kaynaklarının kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır [2]:

- Bilgisayarlar ve Bilgisayar Destekli Otomasyon Sistem-
- Haberleşme ve Yayın Kuruluşları
- Asansörler
- Elektronik Kapılar
- Acil Durum Aydınlatmaları ve Isıtma Cihazları
- Soğutma Cihazları

Isıtma, Havalandırma ve Klima (İklimlendirme) Sistemleri (HVAC) [3]

HVAC (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme) sistemleri, taze hava, ısıtma, soğutma ve nem kontrolünün hepsini veya birini sağlamak için yapılarda kullanılan ekipmanları, dağıtım ağlarını ve terminalleri ifade etmektedir. HVAC sistemlerinin başlıca amacı, istenilen iç hava koşullarını korumak ve sağlamak, çalışanlarının verimliliğini arttırmaktır (Öztürk, Atalay ve Yılancı, 2005), [3].

Güvenlik Sistemleri [3]

- Giriş Çıkış Güvenlik Sistemleri
- Alarm Sistemleri

- Otopark Sistemleri
- Kapalı Devre Video Kamera Sistemleri (CCTV)

Yangın Güvenlik ve Söndürme Sistemleri

Yangın Güvenlik Sistemlerinin ana bileşenleri şunlardır [3]:

- Yangın Algılama ve Alarm Sistemleri
- Gaz Alarm Sistemleri
- Yangın Söndürme Sistemleri
- İtfaiye Otomatik Bildirimi

an te e

- İnsan Asansörleri
- Yük Asansörleri
- Servis Asansörleri
- Araç Asansörleri
- Engelli Asansörleri
- Yatay Asansörler

1.4 Akıllı Binalarda Tasarım Yönetimi [2]

Tasarım sürecinin önce mimari projenin yapılması ve daha sonra gereksinilen diğer sistemlerin ilave edilmesi şeklinde yürütülen geleneksel, ardışık sıralanan ve birbirinden kopuk süreçlerden oluşması, binanın enerji ve maliyet etkin çözümlere kavuşturulmasını engellemektedir. Tasarımın ilk adımlarından itibaren disiplinlerarası ekip çalışması yapılması, binanın tüm sistemleri çerçevesinde ele alınarak bütünü ile optimizasyonuna olanak vermelidir [2].

Mimarlar tasarımın ilk safhasında, birtakım tasarım hedeflerini belirlemektedirler. Bu hedefleri etkileyen ve değiştiren pek çok parametre bulunmaktadır. Bu parametreler birbirleriyle uyum halinde olabileceği gibi çoğu kez çelişebilmektedir. Örneğin bir pencerenin alanı, manzara, doğal aydınlatma, kış gündüzlerinde güneşten ısı kazancının artırılması açısından büyük tutulurken; kış gecelerinde ısı kayıplarının azaltılması, yazın aşırı ısınmanın engellenmesi açısından küçültülmektedir. Camlı yüzeylerin birbiriyle çelişen bu parametreler çerçevesinde optimizasyonu, binanın kabuk sisteminin enerji performansı yanı sıra, mekânlardaki konfor düzeyini ve sonuç olarak da aktif iklimlendirme sistemlerinin yükünü ve tasarımını etkilemektedir. Bu anlamda ele alındığında bina tasarımı, tasarım hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik olarak birbiriyle çelişen parametreler bağlamında çözülmeyi bekleyen sistemlerarası optimizasyon problemidir. Böylesine karmaşık, birbiriyle çelişen pek çok parametrenin optimizasyonuna dayalı kararların oluşturulmasında farklı disiplin-

lerden bilgi ve deneyime gereksinim olduğunu kabul ederek disiplinlerarası işbirliğinin önemini kavramış olmak gerekmektedir [2].

Bina, içinde yaşayanların fiziksel ve psikolojik konfor taleplerine uygun mekanları oluşturmak amacıyla yararlanılan sistemlerin ortaya koyduğu bir bütündür. Binanın, tüm bileşen ve sistemlerinin tek başına ve birbirinden bağımsız olarak değil, tam tersine bir arada ve birbiriyle etkileşim halinde çalıştığı ve total performansı belirlediği bir ortamda, geleneksel tasarımın, binanın bütünü ile optimizasyonu açısından yetersiz kalacağı açık olarak görülmektedir. Çünkü, binanın bütünü ile optimizasyonu için binayı oluşturan her sistemin (örneğin strüktür sistemi, iklimlendirme sistemi vb.) diğer sistemlerden bağımsız olarak tasarımı ve kendi içinde optimizasyonu yeterli değildir [2].

Optimizasyon, tasarımın başlangıcından itibaren binayı tüm sistemleri ile birlikte ele alacak, parçadan bütüne, bütünden parçaya gidip gelecek, her alınan kararın etkisini tartacak bir ekip çalışmasıyla ancak gerçekleştirilmektedir [2].

Diğer sistemlerde olduğu gibi, mekanik sistemler de tek başına değil yapı ile bütünleşik olarak işlev görmektedir. Örneğin ısıtma problemi, çoğu kez ısıtma sistemlerinin yapının bütünü ile (örneğin kabuğun ve strüktürün ısıtma kapasitesi vb.) olan etkileşimi gözardı edilerek, sadece kabuk içinde yer alan mekanların ısıtılması şeklinde algılanabilmektedir. Oysa kabuk, sürekli iç ve dış ortam ile temas ve etkileşim halinde olup; formu, enerji korunum düzeyi, ısıtma kapasitesi, kabuk alanı-bina hacmi ve şeffaf-opak oranları, şeffaf yüzeylerin boyutlandırılması ve yönlendirilmesi, ısı-hava-nem köprülerinin kontrol düzeyi vb. çerçevesinde, mekanik sistemlerin yararına veya zararına olmaktadır. Enerji korunumu ve pasif iklimlendirmeye yönelik hedeflere öncelik veren bir mimari tasarımda, bütünleşik ve destekleyici olarak çalışacak mekanik ve elektrik sistemlerin seçimi ve tasarımının, mimari tasarım ile paralel yürütülmesi gerekmektedir. Servis sistemleri olarak da tanımlanabilecek bu sistemler, binanın formu, kabuğu, strüktürü vb. nasıl şekillenirse şekillensin, tüm binaya aynı insan vücudundaki damar ve sinir sisteminin dağılımı gibi, yatay ve düşeyde çalışan bir dağıtım ağı ile yayılarak hizmet etmek zorundadır. Bina ile asıl etkileşim halinde olan ve binanın ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma vb. gereksinimlerine cevap verirken, mimari tasarımını da değişik düzeylerde ve biçimlerde etkileme, şekillendirme potansiyeli taşıyan bu dağıtım ağıdır. Mimari ve strüktürel tasarımın servis sistemleri ile uyumsuzluğunun getirdiği sorunların mühendisleri zorlaması söz konusudur; ama daha da önemlisi yanlış alınmış veya geç kalmış kararların, sistemlerin kurulması ve işletimi çerçevesinde maliyeti artırması, daha fazla enerji tüketimi ve çevre kirliliğine neden olmasıdır. Binanın mimari tasarımı ile pasif anlamda

karşılanamayan iklimlendirme yüklerinin aktif iklimlendirme ile karşılanması aşamasında, sistem seçimi, kapasite tayini, işletim ve kontrol stratejileri açısından önemli kararları gerektirmektedir [2].

Ülkenin enerji profilini değiştirebilecek tasarım ve uygulamalar bağlamında, doğru belirlenmiş hedeflere yönelik disiplinlerarası çalışmanın önemini yeterince kavranmış olmadığı görülmektedir. Oysa uzun bir yaşam süresine sahip olmaları nedeniyle binaların fiziksel konfor ve güvenliği çerçevesinde görev yapan sistemlerin performansı ve etkinliği, bu sistemlere ilişkin kararların mimari tasarım ile birlikte tartışılmasına ve disiplinlerarası ekip çalışması yapılmasına bağlı bulunmaktadır [2].

2. AKILLI BİNALARDA ASANSÖRLER

2.1 Çekirdek Planlaması ve Düşey Dolaşım [3]

Asansörler, merdivenler, kaçış merdivenleri, yürüten merdivenler ve rampalar binanın düşey dolaşım sistemini oluşturur ve bunlar genellikle belli bölgelerde toplanarak yapının çekirdeğini oluşturmaktadırlar. Çekirdek olarak tanımlanan alan; asansör, merdiven gibi düşey ulaşım araçlarının yanında, elektrik-mekanik tesisatı için ayrılan düşey boşlukları, bekleme lobilerini, havalandırma için gerekli elektrik şaftlarını, tuvaletleri içermektedir [3].

Çekirdek yapının tasarımına göre değişebilmektedir. Bina programına ve fonksiyonuna uygun olarak tasarlanmalıdır. Yapı ile aynı ya da farklı formda olabilmektedir. Şekillerde çeşitli plan tiplerine göre çekirdek yerleşim örnekleri görülmektedir. (Şekil 2-4) [3].

Çekirdeğin yerleşiminde, iklim tipine ve yerleştirildiği yöne göre enerji tasarrufu gibi avantajlar sağlanabilmektedir. Orta ve soğuk iklim bölgelerinde ise kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlerine yerleştirilen cephe çekirdekleri binayı soğuk kış rüzgarlarından koruyarak ısıtma giderlerini azaltmaktadır (Sev, 2009), [3].

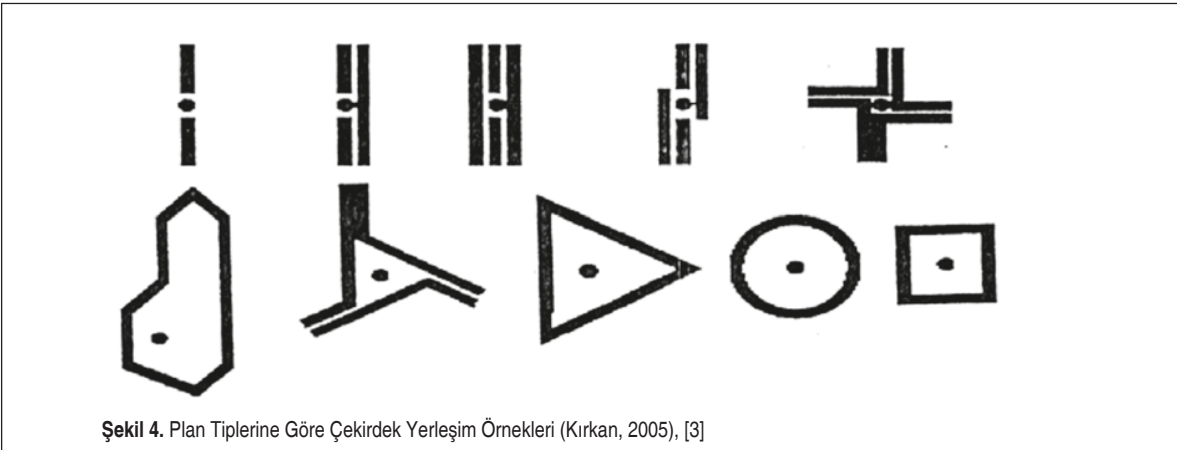
- Sıcak iklim bölgelerindeki yapılarda güneşlenen cephelere yerleştirilen çekirdeklerin çeşitli avantajları bulunmaktadır [3].
- Güneşin olumsuz etkilerine karşı tampon bölgeler oluşmaktadır.
- Çekirdeklerde doğal aydınlatma ve havalandırma enerji tasarrufu sağlar.
- Binanın güç kaynakları kesildiğinde dahi güvenli bir bölge oluşmaktadır.
- Yangın güvenliği açısından basınçlandırmaya gerek kalmaz, bu da ilk yatırım maliyetinde tasarruf sağlar.

	Merkezi Çekirdek	Ayrık Çekirdek	Uç Çekirdek	Atrium Çekirdek
Konfigürasyon				
Tek Amaçlı Kullanım				
İki Amaçlı Kullanım				
Çok Amaçlı Kullanım				

Şekil 2. Yüksek Yapılarda Çekirdek Düzenlemesine İlişkin Seçenekler (Sev, 2009), [3]



Şekil 3. Çok Sayıda Tekralanabilen Çekirdekler: Tek, Çift ya da Daha Fazla (Sev, 2009), [3]



Şekil 4. Plan Tiplerine Göre Çekirdek Yerleşim Örnekleri (Kırkan, 2005), [3]

- Doğu ve batı cephelerine yerleştirilen çekirdekler soğutma giderlerinde tasarruf sağlarlar.

Servis çekirdekleri kat planlarını ayrı bölgelere ayırmamalıdır. Ayırması durumunda, bir taraftan diğer tarafa geçmek isteyenler çekirdekteki lobiden geçerek yoğunluk yaratacaklardır. Çekirdeğin planlanmasında öncelikle dikkat edilmesi gereken nokta, asansör ve merdivenlerin yerleşimidir [3].

Yapıdaki sirkülasyon sorununu en aza indirmek için asansör çözümleri doğru yapılmalıdır. Asansör çözümlerinde dikkat edilmesi gerekenleri şöyle sıralayabiliriz [3]:

- Yapının kullanım amacına göre; asansör sayı, hız, kapasitelerinin, kapı tip ve boyutlarının belirlenmesi
- Kat yüksekliği ve döşeme
- Asansör içi ve dışında geçen sürenin en az olması
- Maliyet
- Ayrılacak alan (Asansöre ayrılan alanın binanın toplam kat alanına göre yüzdesinin büyük olmaması gerekir.)

Merdivenler, yakın katlar arasındaki kullanıcı sirkülasyonu ile acil durumlarda, kullanıcıların, korunmuş katlara ve oradan da çıkış katlarına taşınmasında, asansörle birlikte kullanılır [3].

Merdivenler güvenli ve sürekli trafik sağlamaları açısından en yaygın düşey sirkülasyon aracıdır. Bir binada merdivenlerin toplam genişliği toplam sirkülasyon yoğunluğuna bağlıdır. Sirkülasyon yoğunluğu, sık sık karşılaşılan ya da birlikte inip çıkan insan sayısıdır. İnsan sayısının çok fazla olduğu, kat sayısı ve alanı verilen bölgelerde, bu yoğunluğun dağılımını sağlamak için yürüyen merdivenler tercih edilmektedir. Buralardaki insanlar, farklı kotlara çok kısa sürede ulaşmak düşüncesindedirler. Böylece trafik akışı, aşağı ve yukarı yönde, sürekli olarak sağlanmakta, genellikle belli yoğun saatlerde, benzer yoğunluk söz konusu olmaktadır. Yürüyen merdivenler özellikle sürekli akan kalabalık gruplara hizmet veren binalarda yaygın olarak kullanılan düşey sirkülasyon araçlarıdır (Kırkan, 2005), [3].

Yürüyen merdivenlerin çalışma sistemlerinde herhangi bir kesinti veya bozulma söz konusu olsa bile, normal merdiven olarak kullanılmaları mümkündür. Ancak onarımları gerekeğinden sürekli olarak görev yapabilmeleri için ya çift olmaları, ya da binada bulunması zorunlu olan diğer merdivenlerden başka bir merdivenle desteklenmeleri gereklidir (Kırkan, 2005), [3].

2.2 Asansör Sistemleri [2]

Birden fazla katlı binaların yapılmasıyla düşey taşımacılık için yeni yöntemler göz önüne alınmaya başlanmıştır. Çok katlı binalarda zemin kattan üst katlara insan ve yüklerin ta-

şınması bir problem haline gelmiştir. İlk zamanlarda merdivenlerle karşılanan bu talep, zamanla zahmetli hale gelmiş ve mekanik taşıma sistemlerine talep artmıştır [2].

iyel Devri birlikte, 1875 yılında New York'da E. V. Haughwout & Company'e ait ilk yolcu asansörü tesis edilmiştir. Bunu 1853 yılında E. G. Otis'in geliştirdiği halatlı asansör takip etmiştir [2].

Pek çok binada yolcuların asansör servis talebi, tek başına veya iki ya da daha fazla kabini grup halinde kontrol eden asansörler ile karşılanmaktadır. Çok yüksek katlı iş merkezlerinin, 20. yüzyılda belirmesiyle asansörden beklenenler değişmiş, daha kaliteli servis vermesi, yani bekleme ve hizmet sürelerinin minimum olması istenmektedir. Bu tip binalarda hizmet vermek üzere altı, sekiz ve daha fazla kabinli sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlerin verimli olarak çalıştırılması ve kontrol edilebilmesi için en uygun yöntem, bilgisayar kontrollü algoritmadır [2].

Asansör sistemi tarafından sunulan servis sadece yeterli değil, aynı zamanda uygun da olmalıdır. Yavaş ve verimsiz çalışan asansör sistemleri binaların faaliyetini etkilemekte ve yolcuları huzursuz etmektedir [2].

Asansöre olan ihtiyacın gelecekte daha da artacağı öngörüsünden yola çıkılarak gelişen teknoloji ve artan beklentileri karşılamak üzere yapılacak tasarımlarda, enerji tüketimini azaltmak, binalarda ulaşabileceği kat sayısını arttırmak, çalışma prensiplerine yönelik yeni yaklaşımlar oluşturmak, kullanıcılara ek kolaylıklar sağlamak, binada kullandığı alanı asgariye indirmek, her kullanıcı tarafından kolay kullanımını sağlamak, güvenliğini artırıcı çözümler oluşturmak dikkate alınması gereken konuları oluşturmaktadır [2].

2.3 Asansör Sistemlerinin Kontrolü [2]

Asansörlerin kontrolünü düşük ve yüksek olmak üzere iki seviyeye ayırmak mümkündür. İlki, tek başına kabini aşağı-yukarı yönde hareket ettirmeye, durdurmaya, kapıları açıp kapamaya kumanda etmekle ilgilidir. Birden fazla kabin bulunan sistemlerde koordinasyonu sağlamak için yüksek seviyeli kontrol kullanılır. Bu kuralların tümüne "Asansör Kontrol Algoritması" denir [2].

Asansör sistemlerinin gelişmesine paralel olarak kontrol sistemleri de gelişme göstermiştir. Önceleri en basit kontrol yöntemi olarak yolcuların katlardan çağrı düğmelerine basarak kabini yönlendirmesi ve bu çağrıya uygun hizmet vermesi uygulanmıştır. Çağrı yanıtlandıktan sonra işlem tekrarlanmaktaydı. Bu kontrol yöntemi günümüzde servis asansörlerinde ve fazla katlı olmayan binalarda hala uygulanmaktadır [2].

Fakat yolcu asansörleri için günümüzde kullanılması efektif

olmamaktadır. Çünkü her seferinde ancak belirli sayıda yolcu taşınabilmekte ve diğer çağrılar yanıtlanmamaktadır [2].

Ayrıca binaların boyutları ve yolcu sayısının artmasıyla, tek bir kabinle yeterli servisin verilmesi gittikçe güçleşmiştir [2].

Asansör sistemlerinin kontrolünde günümüzde “mikroprosesörlü grup izleme” sistemleri, son yıllarda da hızla çoğalan “bilgisayar kontrol sistemleri” kullanılmaktadır.

Bilgisayar alanındaki hızlı gelişmeler, bilgisayarın kontrol amacıyla asansör sanayisine girmesine neden olmuştur [2].

2.4 Bilgisayar Esaslı Asansör Kontrol Sistemleri [2]

Asansör konfigürasyonu, minimum tesis ile maksimum trafik akışı elde etmelidir. Bu nedenle esnek kontrol sistemlerine ihtiyaç vardır. Konvansiyonel kontrol sistemleri pek çok trafik durumuyla uğraşan ve taleplere cevap veren özellikler sunmaktadır. Data yetersizliği gerçek binada trafik taleplerini cevaplamaya yeterli olmamaktadır. Birçok parametre tasarım aşamasında sabittir. Konvansiyonel sistemlerde bulunan sabit mantık çok küçük ayarlamalara izin vermektedir [2].

Asansörlerden beklenen taleplerin artmasıyla, klasik kontrol sistemlerinin yanı sıra bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı kontrol sistemlerinde de çalışmalar yaygınlaşmıştır [2].

Asansör kontrol ve simülasyonu konusunda yapılan çalışmalar daha çok yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritmaların ele alındığı ve kontrol algoritmaların kullanıldığı çalışmalardır. Bu çalışmalara bakıldığında, asansör performansını belirleyen ortalama bekleme zamanının tatminkar derecede azaldığı ve klasik kontrol sistemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. İleride yapılacak olan yapay zeka çalışmalarında asansör kontrol sistemlerinin daha zeki ve öğrenme yeteneğine sahip, daha esnek ve bekleme zamanını minimize edecek sistemler olması beklenmektedir [2].

Esneklik, asansör sistemlerinden beklenen bir özelliktir ve konvansiyonel kontrol sistemleri kolay veya ucuz bir şekilde bu esnekliği gösterememektedir. Bu nedenle yerlerini hızla bilgisayar kontrolüne bırakmışlardır. Asansör kontrol sistemlerinde bilgisayar kullanılması, asansör endüstrisinde önemli bir ileri adımdır. Günümüzde sıkça kullanılan bilgisayar esaslı asansör kontrol sistemleri aşağıda verilmiştir [2].

- Mini bilgisayar esaslı kontrol
- Optimum bilgisayar kontrolü
- Uygun çağrı dağıtma sistemi
- Bilgisayar grup kontrolü

Akıllı binalarda nsör otomasyonu, elektronik kumanda aracılığıyla asansörün nasıl ve ne zaman çalışacağını, tehlike anında nasıl davranacağını üzerindeki yazılımlar suretiyle uygulayan, bütün güvenlik önlemlerine uyarak makina ve motora kumanda eden sistemdir. Asansörler geliştirilen birçok asansör otomasyon sistemleri ile aşağıda belirtilen görevleri yerine getirebilmektedir [2].

- Bina trafiğine uygun, kendi kendine trafik hesaplarını yapabilmektedir.
- Arıza anında bina yönetimini ve servisini haberdar edebilmektedir.
- Cep telefonlarına mesaj gönderebilmektedir.
- Üretici firmaya bağlanıp programlarını güncelleyebilmektedir.
- Çoklu asansörlerde bilgisayardan takip yapılabilmektedir.
- Parmak izi taraması, retina taraması, akıllı kartlı geçiş gibi güvenlik sistemleri uygulanabilmektedir.
- Kamera sistemleri takılabilmektedir.

2.5 Asansör Trafik Modeli [2]

Asansör trafiği “hizmet talep eden insanların asansör vasıtasıyla katlar arasındaki ulaşımını düzenleyen kurallar topluluğu” olarak tanımlanmaktadır. Asansör trafiğinden, maksimum sayıda insanın minimum zamanda hedeflenen katlara ulaştırılması beklenmektedir [2].

Binada bulunanların, katlar arasında yaptığı hareketlilik bina trafiği olarak tanımlanabilir. Binalarda kullanılacak asansör tesislerinin proje ve tesis edilmesinde öncelikle trafik hesabının ve analizinin yapılması, gerek TS 1812 Standardı’nda gerekse Resmi Gazete’de yayımlanan “Asansör Yönetmeliği”nde belirtilmiştir [2].

Değişik binalar için bu hareketlilik aynı olmamasına rağmen, belirli bina tipleri (apartman, iş merkezi vb.) için genelleştirilmiş trafik modelleri vardır. Asansör trafik yoğunluğu, genelde 5 dakikalık periyotta asansöre ulaşan veya asansörden hizmet talep eden bina nüfusunun yüzdesiyle ifade edilmektedir [2].

KAYNAKÇA

1. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. 2015. Elektrik Elektronik Teknolojisi –Akıllı Ev Sistemlerine Giriş, Ankara.
2. **Mangan, S. D.** 2006. “Akıllı Binalarda Alt Sistem Değerlendirmesi: İstanbul Örneği,” Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
3. **Atasoy, A.** 2009. “Akıllı Bina Teknolojisinin Yapısal Özellikler Açısından İncelenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

2016 YILI MAKALE DİZİNİ

TMMOB Makina Mühendisleri Odası tarafından ülke sanayisinin, toplumun, Odamıza üye olan meslek disiplinlerinin ve meslektaşlarımızın ihtiyaçlarını karşılamak üzere 1957'den bugüne değin yayımlanan *Mühendis ve Makina Dergisi*'nde 2016 yılında yer alan makalelerin dizinini siz değerli okurlarımızla paylaşıyoruz. Aylık ortalama 30.000 baskı sayısı ve aylık periyoduyla ülkemizin konusunda önde gelen dergilerinden olan *Mühendis ve Makina*, yeni teknolojileri, bilimsel araştırma ve inceleme konularını ve mühendisliğe ilişkin birikimleri sayfalarına taşıyarak Oda üyelerine ve ilgili kesimlere bu birikimlerini ulaştırma çabasıdadır. Dergimizde üniversiteler ve bilim-araştırma kurumlarından gelen yazıların yanı sıra, sanayiden, fabrika ve tasarım bürolarından gelen uygulamaya yönelik yazılara da yer verilmektedir.

2016 yılında dergimize makale gönderen bütün yazarlara teşekkür eder, 2017 yılında da değerli katkılarını bekleriz.



OCAK 2016 672. SAYI

Endüstriyel Mal ve Hizmet Üretimlerinde PDM, PLM Uygulamaları
PDM and PLM Applications in Industrial Productions

İnovatif Model Bazlı Arıza Erken Uyarı Yazılımıyla Beklenmedik Duruşlara Son Verme

An Innovative Model-Based Early Warning Software to Prevent Unplanned Downtimes
Ahmet DUYAR, İzzet Y. ÖNEL, Harun ÖZDEMİR

Savunma ve Havacılık Alanında Aditif İmalat Teknolojisinin Bakım ve Tamir Amaçlı Kullanımı

Use of Additive Manufacturing Technology for Maintenance and Repair Purposes in Aerospace and Defense Sector

Endüstriyel Robotik Otomasyon Sistemlerinde Görülen Hataların ve Sistem Güvenilirliğinin Hata Türleri ve Etkileri Yöntemi ile Analizi

Industrial Robotic Automation System Failures and System Reliability Analysis by Failure Mode and Effect Analysis Method

Atalay Tayfun TÜREDİ, Durmuş Ali BİRCAN



ŞUBAT 2016 673. SAYI

Orbital Tig Kaynak Yöntemiyle Kaynak Edilmiş Dupleks Paslanmaz Çeliklerin Mekanik, Metalurjik ve Korozyon Özellikleri

Mechanical, Metallurgical and Corrosion Properties of Duplex Stainless Steel Welded by Orbital Gtaw

Umut SÖNMEZ, Niyazi ÇAVUŞOĞLU, Vural CEYHUN

Kaynaklı Çelik Yapılarda Tamir Kaynağı ve Prosedürü
In Welding Steel Structures Repair Welding and Procedure

Onur ÖZKİRAZ, Mehmet ZEYBEK, İbrahim ERTÜRK

Otomotiv Sektöründe Direnç Nokta Kaynağı Uygulamaları
Resistance Spot Welding Applications in Automotive Industry

Emre DORUK, Murat PAKDİL, Gürel ÇAM, İsmail DURGUN, Utku Can KUMRU

Savunma Sanayinde, Uçak ve Havacılık Sektöründe Laser Kaynak Yöntemlerinin Değerlendirilmesi

Laser Welding Applications for Aircraft and Aviation Sector in the Deferense Industry
Hüseyin ÖZDEN, Atınç ERYAVUZ



MART 2016 674. SAYI

Zırh Çeliklerinin Kaynağında Hidrojen İçeriğinin Raman Spektroskopi Yöntemi ile Analiz Edilmesi

Investigation of the Hydrogen Content in Welding of Armor Steels by Raman Spectroscopy

Göksel DURKAYA, Hakan KAPLAN, Barış ÇETİN, Murat GÜRLEYİK,
Ali Rıza PİŞKİN, Kıvılcım ERSOY, Halim MEÇO

Gazaltı Kaynağında Bulanık Mantık Kontrollü İz Takip Sisteminin Uygulanması

Applications of Fuzzy Control in Gas Shielded Arc Welding Seam Tracking System

Ahmet ÖZTÜRK, İlhan ASİLTÜRK, Hayrettin DÜZCÜKOĞLU, Ömer AYDOĞDU

İnce Paslanmaz Çelik Sacların Fiber Lazer ile Kaynak Edilebilirliğinin İncelenmesi

Investigation of the Weldability of Thin Stainless Steel Sheet by Fiber Laser

Cansu KÖKEY, Seçkin SEZGİN, Niyazi ÇAVUŞOĞLU, Simge GENÇALP İRİZALP,
İbrahim Etem SAKLAKOĞLU



NİSAN 2016 675. SAYI

Krank-Biyel Mekanizmasında Açık Kuvvet Kontrolü

Open Force Control in Slider-Crank Mechanisms

Mehmet İleriş SARIGEÇİLİ, İbrahim Deniz AKÇALI

Programlanabilir Mantıksal Denetleyici (PLC) ile Çalışan Split Klima Tasarımı

Design of Split Air Conditioning System Controlled by a Programmable Logic Controller (PLC)

Erdoğan ŞİMŞEK, Mehmet BİLGİLİ, Orçun KÜÇÜKATAY

Endüstriyel Uygulamalarda Kullanılan Karışım Tankının Seviye ve Sıcaklık Denetimi için PID ve Bulanık Mantık Denetleyici Tasarımı

Pid and Fuzzy Logic Controller Design for the Level and Temperature Control of Mixing Tank Used In Industrial Applications

Ahmet GANİ, Erdal KILIÇ, Ö. Fatih KEÇECİOĞLU, Hakan AÇIKGÖZ,
Mustafa ŞEKKELİ

Geliştirilmiş İkinci Derece Kayan Kipli Kontrol: Teori ve Deneysel Uygulama

Improved Second-Order Sliding-Mode Controller: Theory and Experimental Application

Murat FURAT, İlyas EKER

Bir Numune Dokuma Makinesinin Ağzılık Açma Sisteminin Elektrik-Elektronik Kontrolü

Electric-Electronic Control of Shedding Mechanism of a Sampling Loom

Deniz Mutlu ALA, Nihat ÇELİK



MAYIS 2016 676. SAYI

Zeytin Pirinası/Polyester Kompozitin Basma Yükü Altındaki Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Mechanical Properties of Olive Residue/Polyester Composite Under Compressive Loading

Cenk KILIÇASLAN

Yatay Eksenli Rüzgâr Türbinlerinde Optimum Türbin Parametrelerinin Belirlenmesi-Teorik Yaklaşım

Determination of Optimum Turbine Parameters in Horizontal Axis Wind Turbines-Theoretical Approach

Erdem KOÇ, Mahmut Can ŞENEL

Sürücü ve Sürücü Koltuğu ile Birlikte Modellenmiş Bir Çeyrek Taşıt Modeli İçin H_c Kontrolcü Tasarımı

H_c Controller Design for a Quarter Vehicle Model That Modelled with Driver and Driver Seat

Mustafa ÇAY

Kömür Yakıtlı Enerji Santrallerinde Birim Elektrik Enerjisi Üretim Maliyeti

Electrical Energy Production Cost Analysis of Coal-Fired Energy Plants

Ferhat ARSLAN

Alüminyum Alaşımlarında Sürtünme Karıştırma Kaynağı ve Uygulamaları

Friction Stir Welding and its Applications in Aluminum Alloys

Selim Sarper YILMAZ, Bekir Sadık ÜNLÜ, Mehmet UZKUT, Deniz ERTÜRK



HAZİRAN 2016 677. SAYI

Pinyon Takımla İmal Edilen Evolvent Helisel Dişlilerin Diş Profilinin Bilgisayar Ortamında Oluşturulması

Computerized Tooth Profile Generation of Involute Helical Gears Manufactured by Shaper Cutters

Cüneyt FETVACI

Kaynak Cıvatalarının Projeksiyon Kaynağı ile Birleştirilmesinde Çapaklanmanın Azaltılmasına Yönelik Optimal Proses Parametrelerinin Taguchi ve Çok Amaçlı Optimizasyon Yöntemleriyle Tespit Edilmesi

Determination of Optimized Process Parameters by Using Taguchi and Multi-Objective Optimization Methods, Intended for Minimization of Burring Defect While Joining the Welding Bolts with Projection Welding Operation

Aysel BIYIK, Umut İNCE, Fatih ATEŞ, Kaan YETİLMEZSOY

Ofis ve Dersliklerde İç Hava Kalitesi Ölçümleri ve Analizleri: Tunceli Üniversitesi Örneği

Indoor Air Quality in the Classroom and Office and Related Measurements and Analysis of Results: Tunceli University Example

Anıl SÖZEN, Erdem İŞİK



TEMMUZ 2016 678. SAYI

Kaynak Cıvata ve Somunlarının Çeşitleri, Üretimi, Yöntemi ve Kullanım Alanları
Varieties, Production, Method and Usage Areas of Welding Bolt and Nuts
Deniz ÇOBAN ÖZKAN, Bekir Sadık ÜNLÜ

Termoplastik Parça Üretiminde Mikrohücrel Köpük Teknolojisinin Kullanımı
The Use of Microcellular Foaming Technology in the Production of Thermoplastic Parts
Sami SAYER, Arzu YALÇIN MELİKOĞLU

Türkiye’de Havacılık Endüstrisinde Bakım Teknisyeni Yetiştirme Patikası
Aircraft Maintenance Technician Training Path in Turkish Aviation Industry
Tamer SARAÇYAKUPOĞLU

Soğuk Dövme Kalıplarında Meydana Gelen Kırılma Sebeplerinin Nümerik Olarak İncelenmesi
Numerical Investigation of Failure Evolution on Cold Forging Dies
Cenk KILIÇASLAN, Umut İNCE



AĞUSTOS 2016 679. SAYI

Uçak Motoru Uygulamalarında Alternatif Çözümler: Mosi2 Esaslı Malzemelerin Yapısal Eleman Olarak Kullanımı
Alternative Solutions in Aircraft Engine Applications: Usage of Mosi2 Based Materials as Structural Elements
Yağız UZUNONAT

Çift Ters Sarkaç Sisteminin Denge ve Konum Kontrolü İçin Arı Algoritması ile LQR Kontrolcü Parametrelerinin Tayini
Determination of LQR Controller Parameters For Stabilization and Position Control of Double Inverted Pendulum Using the Bees Algorithm
Muhammed Arif ŞEN, Hasan Hüseyin BİLGİÇ, Mete KALYONCU

Hibrit Yapıştırma-Düzeninin Bindirme Bağlantı Mukavemetine Etkileri
The Effects of the Hybrid Adhesive-Order on Strength of the Adhesively-Bonded Joint
Özkan ÖZ, Halil ÖZER



EYLÜL 2016 680. SAYI

Uçak Kuyruk Türbülans Kategorilerinde Yenilikler ve Hava Trafik Yönetimi Üzerindeki Etkileri
Novel Approach to Wake Turbulence Categories and Effects on Air Traffic Management
Alper ÖREN, Özlem ŞAHİN

Makina Mühendisliği Öğrenimi ve Yenileşimcilik
Mechanical Engineering Undergraduate Programs and Innovation
Burhan ÇUHADAROĞLU

Vida-Somun Mekanizmalarının Dikey Taşıma Platformlarında Kullanımına Yönelik Tasarım Parametrelerinin İncelenmesi
Examination of The Design Parameters for The Use of Screw-Nut Mechanism in Vertical Lift Platform
Oral BİLİCİ, Hakan ERSOY



EKİM 2016 681. SAYI

Kırıkkale İlinde Bulunan Olimpik Yüzme Havuzunda Su Isıtma İçin Toprak Kaynaklı Isı Pompası Kullanımı

The Olympic Swimming Pool in Kırıkkale For Water Heating Use Ground Source Heat Pump
Battal DOĞAN, Cemre YALÇINKAYA, Mehmet Gökberk BALCI

Elektrik ve Hidrojen Üretimi İçin Entegre Sisteminin Termodinamik Analizi

Thermodynamic Analysis of Integrated System For Electricity and Hydrogen Production
Abbas Alpaslan KOÇER, Murat ÖZTÜRK

Ekserji Analizi Yöntemi Kullanılarak Bina Isıtma Sistemlerinin İncelenmesi

Investigation of Building Heating Systems Using Exergy Analysis Method
Cem Tahsin YÜCER



KASIM 2016 682. SAYI

Güneş Işımasının Deri Sıcaklığına ve Doku Hasarına Etkisinin Sayısal İncelenmesi

Numerical Investigation of the Effect of Solar Irradiation on the Skin Temperature and Tissue Damage

Serhan KÜÇÜKA, İlkyay ÖZANLAĞAN, Can Özgür ÇOLPAN

Türkiye'de Sanayi Sektörü ve Temel Sanayi Göstergeleri – Sanayi Üretim Endeksi

Industrial Sector in Turkey and Basic Industrial Indicators – Industrial Production Index
Erdem KOÇ, Kadir KAYA, Mahmut Can ŞENEL

Türkiye İçin Sürdürülebilir Üniversite Modeli

The Model of a Sustainable University for Turkey
Sibel AĞI GÜNERHAN, Hüseyin GÜNERHAN



ARALIK 2016 683. SAYI

PZT Eyleyici ve Algılayıcı İçeren Esnek Bir Konsol Kiriş İçin Robust Kontrolcü Tasarımı ve Simülasyonu

Robust Control Design and Simulation for a Flexible Cantilever Beam with PZT Actuator and Sensor

Cem ONAT, Melin ŞAHİN

Türkiye'de Demiryolu Araçlarının Sertifikasyonu: Mevcut Durum ve Gelecek

Certification of Rolling Stock in Turkey: Current State and Future
Ömür AKBAYIR

2016 YILINDA DERGİMİZ İÇİN MAKALE DEĞERLENDİREN HAKEMLER

Abdürrahim Bölükbaşı	Atatürk Üniversitesi	İsmet Çelik	Dumlupınar Üniversitesi
Agah Aygahoğlu	Dumlupınar Üniversitesi	Kadir Bilen	Atatürk Üniversitesi
Ahmet Akkuş	Cumhuriyet Üniversitesi	Kadir Turan	Dicle Üniversitesi
Ali Kılıçarslan	Hitit Üniversitesi	Kamil Kahveci	Trakya Üniversitesi
Alpaslan Turgut	Dokuz Eylül Üniversitesi	Mehmet Gavgalı	Atatürk Üniversitesi
Alper Gülsöz	Pamukkale Üniversitesi	Muammer Özgören	Selçuk Üniversitesi
Alper Taşdemirci	İYTE	Mustafa Acar	Süleyman Demirel Üniversitesi
Altan Kayran	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Mustafa Karaşahin	İstanbul Üniversitesi
Asu İnan	Gazi Üniversitesi	Nazım Usta	Pamukkale Üniversitesi
Ayşegül Küçüksucu	Selçuk Üniversitesi	Necdet Altuntop	Erciyes Üniversitesi
Aytaç Gören	Dokuz Eylül Üniversitesi	Nusret Sefa Kuralay	Dokuz Eylül Üniversitesi
Bedri Yüksel	Balıkesir Üniversitesi	Oğuz Turgut	Gazi Üniversitesi
Bekir Sadık Ünlü	Celal Bayar Üniversitesi	Ömer Faruk Can	Dicle Üniversitesi
Bilge Albayrak Çeper	Erciyes Üniversitesi	Özgür Yalçinkaya	Dokuz Eylül Üniversitesi
Birol Akyüz	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi	Paşa Yayla	Kocaeli Üniversitesi
Burhan Çuhadaroğlu	Karadeniz Teknik Üniversitesi	Saadettin Orhan	Kırıkkale Üniversitesi
Bülent Yeşilata	Harran Üniversitesi	Sait Söylemez	Gaziantep Üniversitesi
Cemal Meran	Pamukkale Üniversitesi	Salih Dursun	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Cuma Çetiner	Harran Üniversitesi	Sare Çelik	Balıkesir Üniversitesi
Ebru Kavak Akpınar	Fırat Üniversitesi	Sedat Karabay	Kocaeli Üniversitesi
Emine Çınar Yeni	Dokuz Eylül Üniversitesi	Semiha Bulut	Cumhuriyet Üniversitesi
Erdem Çamurlu	Akdeniz Üniversitesi	Sezan Orak	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Erkin Dinçmen	Işık Üniversitesi	Şafak Yılmaz	İstanbul Teknik Üniversitesi
Erhan Altan	Yıldız Teknik Üniversitesi	Şefik Bilir	Selçuk Üniversitesi
Erol Şenocak	İstanbul Teknik Üniversitesi	Tamer Uçar	Bozok Üniversitesi
Eyüp Sabri Topal	Erciyes Üniversitesi	Tevfik Küçükömeroğlu	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fazıl Canbulut	Erciyes Üniversitesi	Tolga Taner	Aksaray Üniversitesi
Halil Kürşad Ersoy	Selçuk Üniversitesi	Ulvi Şeker	Gazi Üniversitesi
H. Süleyman Türkmen	İstanbul Teknik Üniversitesi	Ünver Kaynak	TOBB Ekonomi ve Teknik Üniversitesi
Haluk Erol	İstanbul Teknik Üniversitesi	Vural Ceyhun	Ege Üniversitesi
Harun Kemal Öztürk	Pamukkale Üniversitesi	Yahya Doğu	Kırıkkale Üniversitesi
Hüseyin Günerhan	Ege Üniversitesi	Yaşar İslamoğlu	Sakarya Üniversitesi
İbrahim Atmaca	Akdeniz Üniversitesi	Yücel Özmen	Karadeniz Teknik Üniversitesi
İbrahim Yüksel	Uludağ Üniversitesi	Zahit Mecitoğlu	İstanbul Teknik Üniversitesi
İsmail Hakkı Akçay	Süleyman Demirel Üniversitesi	Zeki Kırıl	Dokuz Eylül Üniversitesi
İsmail Esen	Karabük Üniversitesi	Ziya Şaka	Selçuk Üniversitesi

2016 yılında Mühendis ve Makina dergisine katkılarından dolayı uzmanlarımıza teşekkür ederiz.

MÜHENDİS VE MAKİNA

ENGINEER AND MACHINERY

ISSN 1300-3402

ARALIK/DECEMBER 2016 SAYI/NUMBER : 683



tmmob makina mühendisleri odası aylık yayın organı

www.mmo.org.tr/muhendismakina

makale article

48

PZT EYLEYİCİ VE ALGILAYICI İÇEREN ESNEK BİR KONSOL KİRİŞ İÇİN ROBUST KONTROLÇÜ TASARIMI VE SİMÜLASYONU
ROBUST CONTROL DESIGN AND SIMULATION FOR A FLEXIBLE CANTILEVER BEAM WITH PZT ACTUATOR AND SENSOR
Cem ONAT, Melin ŞAHİN

57

TÜRKİYE'DE DEMİRYOLU ARAÇLARININ SERTİFİKASYONU: MEVCUT DURUM VE GELECEK
CERTIFICATION OF ROLLING STOCK IN TURKEY: CURRENT STATE AND FUTURE
Ömür AKBAYIR



PZT EYLEYİCİ VE ALGILAYICI İÇEREN ESNEK BİR KONSOL KİRİŞ İÇİN ROBUST KONTROLCÜ TASARIMI VE SİMÜLASYONU

em

Do Dr.,
İnönü Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Makina Mühendisliği Bölümü, Malatya
cem.onat@inonu.edu.tr

Melin Şahin

Do Dr.,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü,
Ankara
msahin@metu.edu.tr

Son yıllardaki algılayıcı ve kumanda elemanı teknolojilerindeki dikkate değer gelişmelerden dolayı, akıllı yapıların kullanımı, esnek mekanik sistemlerde aktif titreşim kontrolü problemlerine daha etkili çözümler sunmaktadır. Aktif titreşim kontrolünde piezoelektrik malzemeler, elektro-mekanik akuple özellikleri nedeniyle hem kumanda elemanı hem de algılayıcı olarak çalışabilirler. Bu alanda piezoelektrik malzemelerin çoğunlukla kullanılan tipi, kurşun, zirkonyum-titanyum (PZT) piezo-seramiklerdir. Piezoseramikler esnek mekanik sistemlerin üzerine yapıştırılarak akıllı yapılar elde edilmektedir. Bu çalışma, MATLAB programı ile bir piezoelektrik algılayıcı ve kumanda elemanı içeren esnek konsol bir kirişin modellenmesi ve kontrolü için robust bir yaklaşım sunmaktadır. Önce, esnek konsol alüminyum kirişin parametre belirsizliği içeren modeli piezoelektrik elemanlar ile birlikte oluşturulmaktadır. Ardından, belirsiz model üzerinden genelleştirilmiş sistem modeli oluşturulmakta ve H_∞ kontrolcü hesaplanmaktadır. Elde edilen zaman ve frekans tanım kümesi simülasyon sonuçları, tasarlanan H_∞ kontrolcünün tüm durumlarda akıllı kirişin ilk düzlem dışı bükülme modundaki titreşimlerini bastırmaya muktedir olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı kiriş, robust kontrol, pzt

ROBUST CONTROL DESIGN AND SIMULATION FOR A FLEXIBLE CANTILEVER BEAM WITH PZT ACTUATOR AND SENSOR

In recent years, the use of smart structures presents more efficient solutions to most of active vibration control problems in flexible mechanical systems due to significant advances in sensor and actuator technologies. Piezoelectric materials can be used as a sensor and/or an actuator in active vibration control because of their electromechanical coupling property. The commonly used type of piezoelectric materials is PZT (lead-zirconate-titanate) piezoceramics. Smart structures are produced by bonding these piezoelectric materials on flexible mechanical systems. This study presents a robust approach for modeling and controlling of a cantilever flexible beam comprising a piezoelectric sensor and actuator by MATLAB software. Firstly, the parameter uncertain modeling of the flexible cantilever aluminum beam with a piezoelectric sensor and actuator is created. Then, generalized plant model is constituted of the uncertain model, and H_∞ controller is designed and computed. Obtained simulation results in time and frequency domain reveal that proposed H_∞ controller is able to suppress vibration of the smart beam in the first out-of-plane bending mode.

Keywords: Smart beam, robust control, pzt

İletişim Yazarı

Geliş tarihi : 18.02.2016
Kabul tarihi : 13.12.2016

Onat, C., Şahin, M. 2016. "PZT Eyleyici ve Algılayıcı İçeren Esnek Bir Konsol Kiriş İçin Robust Kontrolcü Tasarımı ve Simülasyonu," Mühendis ve Makina, cilt 57, sayı 683, s. 48-56.

1. GİRİŞ

Havacılık ve uzay yapılarında esneklik, hafiflik ve dayanıklılık en önemli kriterlerdir ve bu kriterlerin sağlanması genellikle istenmeyen titreşimlerin oluşmasına sebep olmaktadır. Bu titreşimler, yapının dayanıklılığında olumsuz etkiler yaratarak servis ömrünün kısalmasına, gürültüye, verimliliğin azalmasına, bu bağlamda çevre kirliliğine, yolcu sağlığının olumsuz etkilenmesine vb. olumsuzluklara neden olmaktadır [1]. Yapıların titreşimlerinin sönümünde aktif ve pasif olarak iki farklı yöntem kullanılmaktadır; ancak düşük frekans ve yüksek genlik uygulamaları için pasif sönümleme uygun bir yöntem olarak değerlendirilmemektedir [1]. Aktif kontrol uygulamalarında piezoelektrik malzemeler uygun maliyetli çözümler sunmakta ve bundan dolayı kullanımları hızla artmaktadır. Piezoelektrik malzemeler, boyutsal değişikliklere zorlandıklarında elektrik sinyalleri ürettikleri gibi, voltaj farkına maruz bırakıldıklarında da boyutsal olarak değişim meydana getirmektedir. Bu özellikler piezoelektrik malzemelerin hem uyarıcı, hem de algılayıcı olarak kullanımına olanak sağlamaktadır.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü bünyesinde daha önce teorik ve deneysel olarak yapısal model karakteristiklerinin bulunmasına ve aktif titreşim kontrolüne yönelik çalışmalar [2] yapılmıştır. PZT (Lead Zirconate Titanate) yamaların uyarıcı ve algılayıcı olarak kullanıldığı denetçi uygulamalarında akıllı kirişin titreşimlerinin aktif kontrolünde etkin bir şekilde çalıştığı gösterilmiştir. Akıllı kiriş üzerinde aktif titreşim sönümlemesine yönelik birçok denetçi tasarımı da yapılmıştır. Performansları incelenmiş olan denetçiler arasında H_∞ [3], PID [4], LQG [5], CFE [6] ve LPV [7] sayılabilir. Ayrıca yapılan bir çalışmada [8] ise bir Q ve R parametresi seçimi sonucunda ortaya çıkan LQR denetçi kullanılmış ve uygulanmıştır.

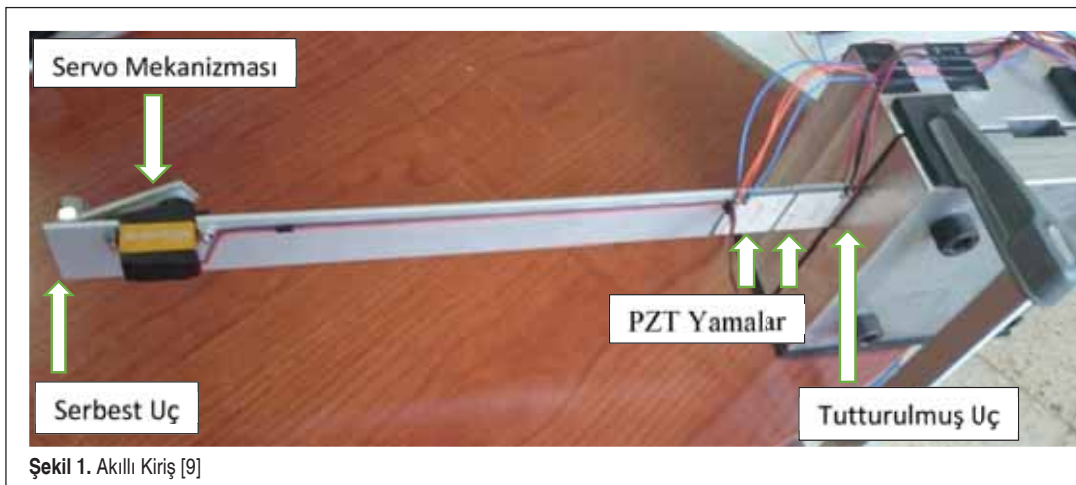
Bu çalışmada, sistemin fiziksel özelliklerindeki değişimi de-

neysel modele yansıtmak amacıyla akıllı konsol kirişin serbest ucuna bir servo motor aracılığıyla fazladan bir kütle eklenmiştir [9]. Servo motorun 5 farklı açıda kütleyi tutmasıyla birlikte sistem modeli öngörülü biçimde değiştirilebilmektedir. Düşük dereceden H_∞ kontrolcü sentezlemek için deneysel modele ikinci mertebeden analitik bir model uydurulmuştur. Zira, rezonans ve anti-rezonans frekanslara sahip bir gerçek sistem en az ikinci mertebeden bir transfer fonksiyonu ile belirlenebilir. Söz konusu transfer fonksiyonları elde edildikten sonra, 5 farklı deneysel modeli içine alan sarsımlanmış (pertürbe edilmiş) ikinci mertebeden model türetilmiş ve bu model üzerinden H_∞ kontrolcü tasarlanmıştır. 5 farklı durum için frekans ve zaman tanım kümesinde yapılan simülasyon sonuçları, tasarlanan H_∞ kontrolcünün tüm durumlarda güzel bir performans sergileyerek sistemdeki fiziksel değişimlerin üstesinden geldiğini ortaya koymaktadır.

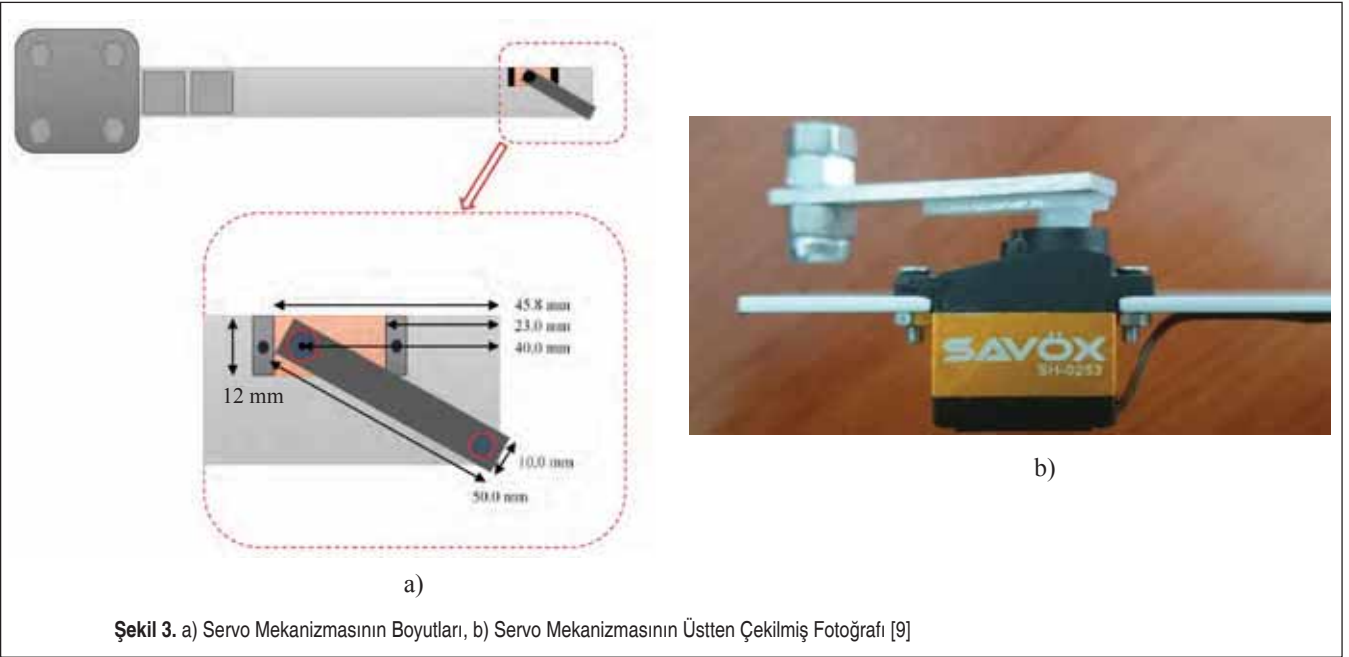
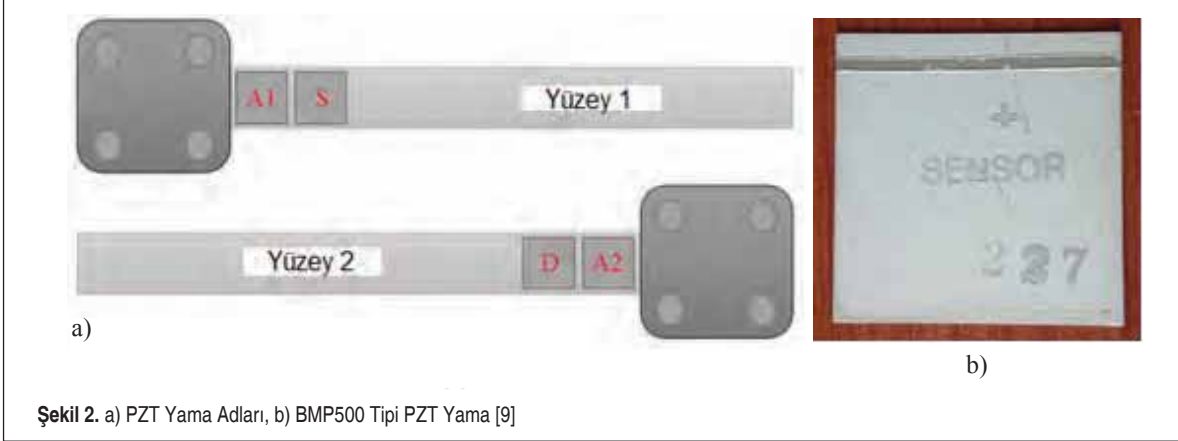
2. AKILLI KİRİŞ MODELİ

Akıllı kiriş (Şekil 1) bir ucu tutturulmuş, diğer ucu serbest olan 350x30x2 mm boyutlarında alüminyum malzemeden oluşmaktadır. Üzerine, Şekil 2b’de görülen 25.37x25.37x0.50 mm boyutlarında BMP500 tipi PZT yamadan simetrik olarak ikisi bir yüzeyde, ikisi diğer yüzeyde olmak üzere 4 adet yapıştırılmıştır. Bu piezoelektrik yamalar kullanım amaçlarına göre A1, A2, D, S şeklinde adlandırılmıştır (Şekil 2a). A1 ve A2 kontrol piezoelektrik yamaları olarak kullanılmış ve daha güçlü etki sağlaması amacıyla bimorf konfigürasyonunda bağlanmıştır. Algılayıcı olarak S, uyarıcı olarak D ile adlandırılmış piezoelektrik yamalar kullanılmıştır.

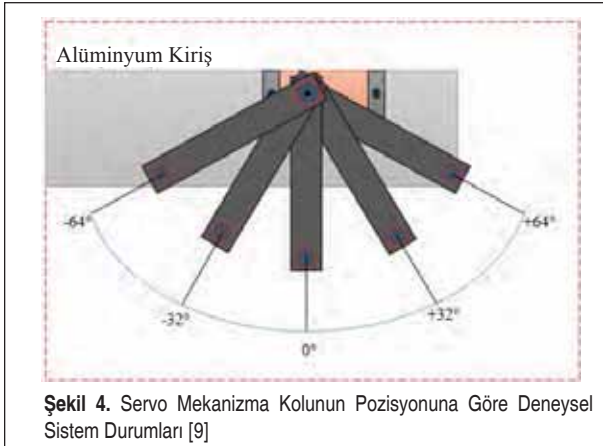
Akıllı kirişin uç kısmında ağırlık değişiminin frekans cevaplarına etkisini görmek amacıyla kurulmuş bir servo mekanizması bulunmaktadır. Bu çalışmada, servo kolundaki ağırlık, 5 farklı konumda değerlendirilmiştir. Servo mekanizmasının boyutlarını içeren şematik resmi ve üstten çekilmiş fotoğrafı Şekil 3’te sunulmaktadır.



Şekil 1. Akıllı Kiriş [9]



Sistemin fiziksel parametrelerindeki değişim, kirişin ucuna eklenmiş servo mekanizmanın servo kolu 5 farklı açıda konumlandırılması ile deneysel modele yansıtılmaktadır. Şekil



4'te gösterildiği gibi, servo kol açıları $+64^\circ$, $+32^\circ$, 0° , -32° ve -64° olması hallerindeki 5 farklı durum göz önüne alınmıştır. Buna göre, birinci durumda servo kol açısı $+64^\circ$, ikinci durumda $+32^\circ$, üçüncü durumda 0° , dördüncü durumda -32° ve beşinci durumda -64° dir.

Her bir durum için, A1 ve A2 piezoelektrik yamalarına 5 Hz – 30 Hz frekans aralığında üssel artan sinüs dalgalarıyla uyarılmış ve algılayıcı olarak kullanılan S piezoelektrik yaması ile sistemin cevabı ölçülmüştür. Bu giriş-çıkış verileri, MATLAB programı yardımıyla hızlı Fourier dönüşümü kullanılarak frekans cevap fonksiyonuna çevrilmiştir. Böylece, elde edilen 5 farklı deneysel veriye uydurulan 2. mertebeden transfer fonksiyonları Denklem 1-5'te verilmektedir. Denklem 1, durum 1 için elde edilmiş transfer fonksiyonunu; diğer denklemler ise aynı sırayla karşılık geldikleri durumlar için elde edilmiş transfer fonksiyonlarını göstermektedir.

$$1(s) = \frac{0.0182s^2 + 0.3710s + 251.1245}{s^2 + 1.5255s + 7193.2} \quad (1)$$

$$2(s) = \frac{0.0176s^2 + 0.3923s + 264.4334}{s^2 + 1.5840s + 7604.7} \quad (2)$$

$$3(s) = \frac{0.0169s^2 + 0.4183s + 283.0299}{s^2 + 1.6754s + 8175.1} \quad (3)$$

$$4(s) = \frac{0.0162s^2 + 0.4459s + 303.3521}{s^2 + 1.7759s + 8796.6} \quad (4)$$

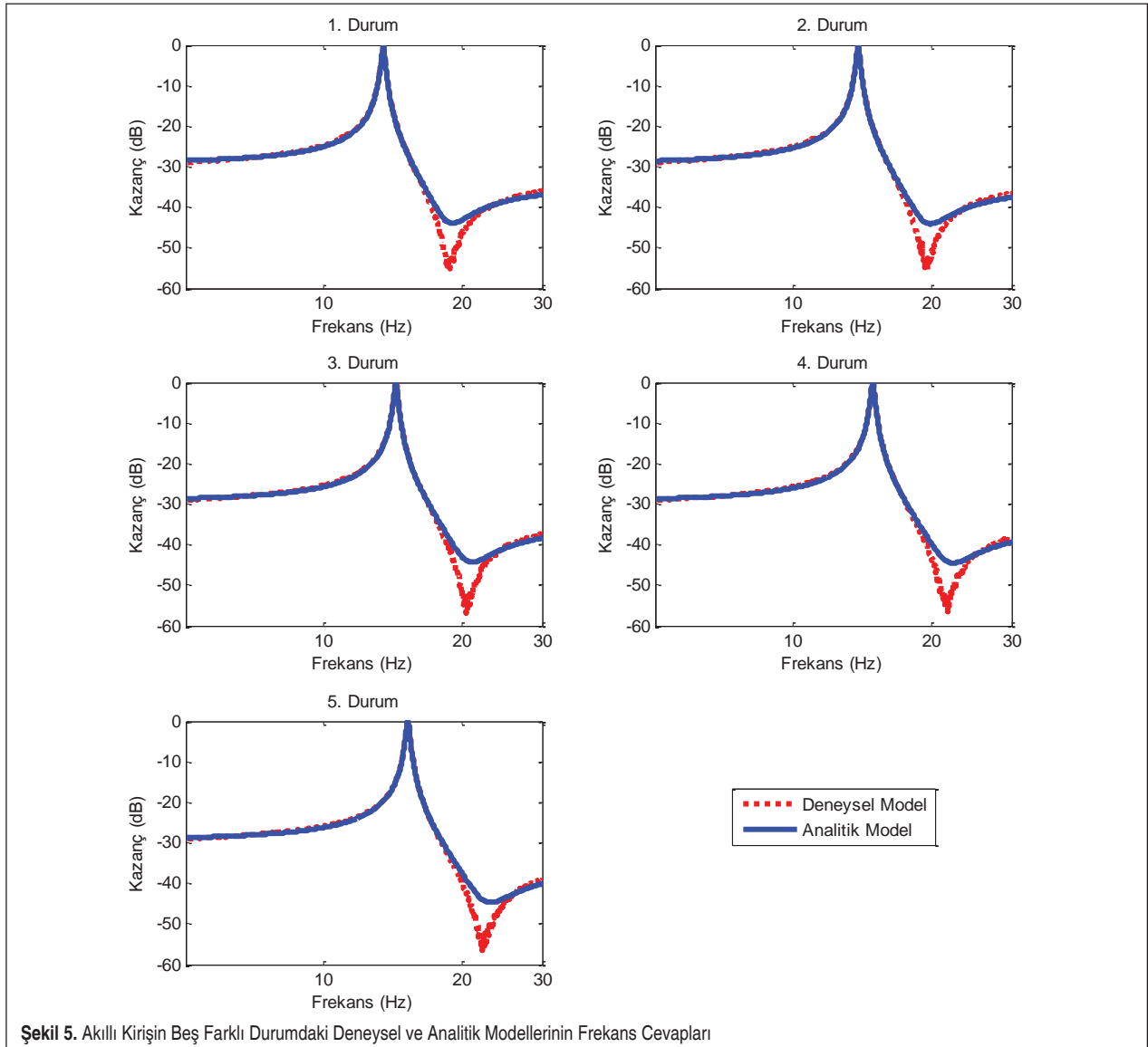
$$5(s) = \frac{0.0158s^2 + 0.4624s + 317.3042}{s^2 + 1.8454s + 9216.7} \quad (5)$$

Şekil 5'te, akıllı kirişin 5 farklı durumuna ilişkin deneysel ve bunlara uydurulan analitik frekans cevap fonksiyonları gösterilmiştir. Buna göre uydurulan ikinci dereceden transfer fonksiyonlarının bilhassa rezonans bölgesinde büyük bir hassasiyet ile uyduğu görülmektedir.

3. H_∞ KONTROLCÜ TASARIMI

3.1 Parametre Belirsiz Model

Gerçek bir sistemde, fiziksel parametreler tam olarak bilinmez. Ancak belirli yüzdesel aralıkta tahmin edilebilirler. Ön-



ceki bölümde, ikinci mertebeden elde edilen sistem transfer fonksiyonunun payda kısmındaki fiziksel terimler Denklem 6’da verildiği gibi hesaba katılabilir.

$$m = \bar{m}(1 + p_m \delta_m), c = \bar{c}(1 + p_c \delta_c), k = \bar{k}(1 + p_k \delta_k) \quad (6)$$

Burada, $\bar{m} = 1, \bar{c} = 1.6754$ ve $\bar{k} = 8175.1$ değerleri m, c ve k fiziksel parametrelerinin nominal değerlerini ifade eder. p_m, p_c, p_k ve $\delta_m, \delta_c, \delta_k$ ifadeleri ise bu fiziki parametrelerin muhtemel sarsımlarını; (pertürbasyonlarını) tanımlamaktadır. Bu çalışmada, $p_m = 0.4, p_c = 0.2, p_k = 0.3$ ve $-1 \leq \delta_m, \delta_c, \delta_k \leq 1$ olarak göz önüne alınmıştır. Dikkat edilirse bu değerler m parametresindeki $\pm\%40$ ’lık değişimin, c parametresindeki $\pm\%20$ ’lık değişimin ve k parametresindeki $\pm\%30$ ’luk değişimin göz önüne alındığını göstermektedir. Söz konusu belirsiz değerler lineer kesirsel dönüşümler (LFTs) ile hesaba katılabilir. Sarsımlanmış (pertürbe edilmiş) bu üç fiziksel parametrenin üst (upper) lineer kesirsel dönüşüm ifadeleri ve buna ilişkin matris ifadeleri Denklem 7-9’da verilmektedir.

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{\bar{m}(1 + p_m \delta_m)} = \frac{1}{\bar{m}} - \frac{p_m}{\bar{m}} \delta_m (1 + p_m \delta_m)^{-1} = F_u(M_{mi}, \delta_m), M_{mi} = \begin{bmatrix} -p_m & \frac{1}{\bar{m}} \\ -p_m & \frac{1}{\bar{m}} \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$c = \bar{c}(1 + p_c \delta_c) = F_u(M_c, \delta_c), M_c = \begin{bmatrix} 0 & \bar{c} \\ p_c & \bar{c} \end{bmatrix} \quad (8)$$

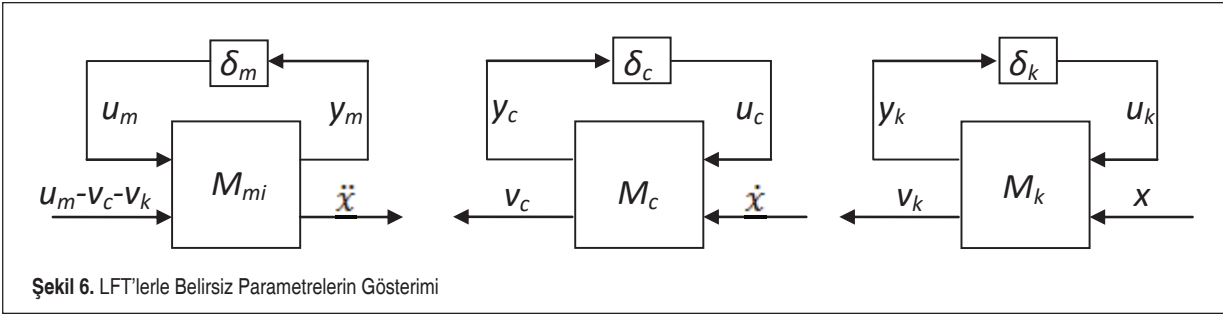
$$k = \bar{k}(1 + p_k \delta_k) = F_u(M_k, \delta_k), M_k = \begin{bmatrix} 0 & \bar{k} \\ p_k & \bar{k} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Bu LFT’ler Şekil 6’da gösterilmektedir.

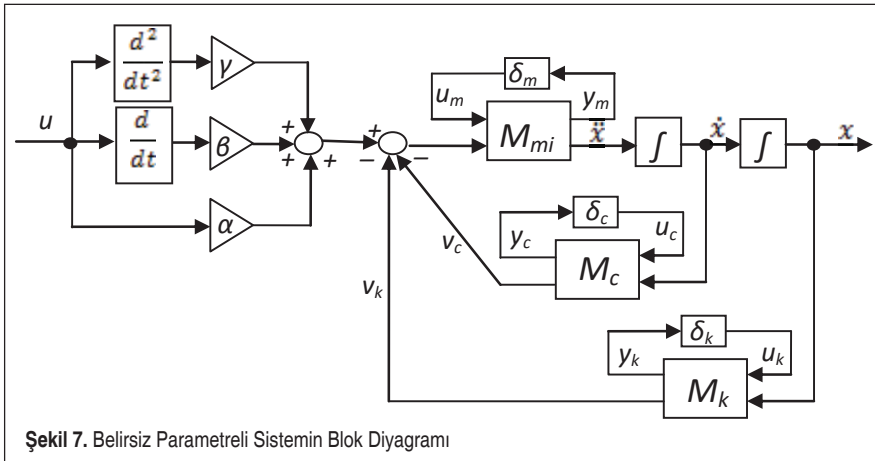
Bu çerçevede, belirsiz parametrelerin LFT’leri ile oluşturulmuş sistem blok diyagramı Şekil 7’de verilmektedir. Burada δ_m, δ_c ve δ_k parametre sarsımlarını; y_m, y_c, y_k ve u_m, u_c, u_k sarsım bloklarının giriş ve çıkışlarını simgelemektedir.

Burada, $x_1 = x, x_2 = \dot{x} = \dot{x}_1; y = \ddot{x}$ ve $\dot{x}_2 = \ddot{x} = \dot{y}$ tanımlamaları altında Denklem 10’da verilen denklem seti yazılır.

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -p_m u_m + \frac{1}{m}(u - v_c - v_k) \\ y_m &= -p_m u_m + \frac{1}{m}(u - v_c - v_k) \\ y_c &= \bar{c} x_2 \end{aligned}$$



Şekil 6. LFT'lerle Belirsiz Parametrelerin Gösterimi



Şekil 7. Belirsiz Parametrelili Sistemin Blok Diyagramı

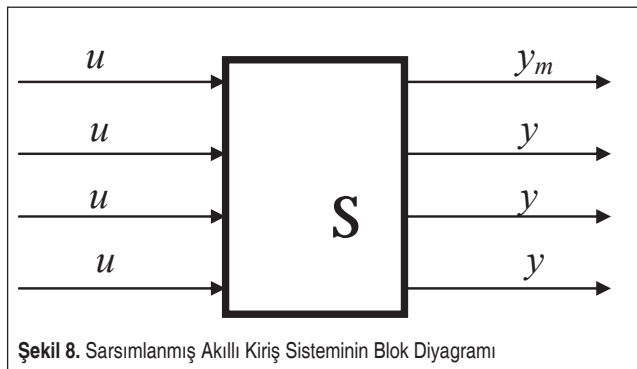
$$\begin{aligned}
y_k &= \bar{k}x_1 \\
u_c &= p_c u_c + \bar{c}x_2 \\
u_k &= p_k u_k + \bar{k}x_1 \\
y &= x_1 \\
u_m &= \delta_m y_m \\
u_c &= \delta_c y_c \\
u_k &= \delta_k y_k
\end{aligned} \tag{10}$$

Denklem 5’te verilen ifadeler, durum-değişkeni uzayı formunda bir araya getirilerek, sarsımlanmış modelin durum-değişkeni uzayı modeli Denklem 11’deki gibi elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \dots \\ y_m \\ y_c \\ y_k \\ \dots \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & | & 0 & 0 & 0 & | & 0 \\ -\bar{k} & -\bar{c} & | & -p_m & -\frac{p_c}{m} & -\frac{p_c}{m} & | & \frac{1}{m} \\ \dots & \dots & | & \dots & \dots & \dots & | & \dots \\ -\bar{k} & -\bar{c} & | & -p_m & -\frac{p_c}{m} & -\frac{p_c}{m} & | & \frac{1}{m} \\ 0 & \bar{c} & | & 0 & 0 & 0 & | & 0 \\ \dots & \dots & | & \dots & \dots & \dots & | & \dots \\ \bar{k} & 0 & | & 0 & 0 & 0 & | & 0 \\ \dots & \dots & | & \dots & \dots & \dots & | & \dots \\ 1 & 0 & | & 0 & 0 & 0 & | & 0 \end{bmatrix}$$

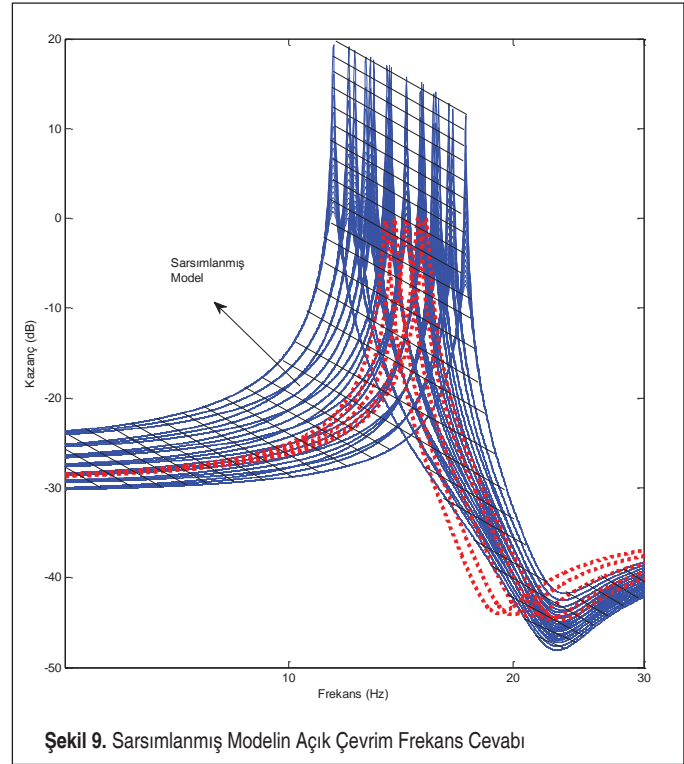
$$\begin{bmatrix} u_m \\ u_c \\ u_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_m & 0 & 0 \\ 0 & \delta_c & 0 \\ 0 & 0 & \delta_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_m \\ y_c \\ y_k \end{bmatrix} \tag{11}$$

Belirsiz parametreler hesaba katılarak oluşturulan sarsımlanmış modelin giriş-çıkış ilişkisi Şekil 8’de verilmektedir.



Şekil 8. Sarsımlanmış Akıllı Kiriş Sisteminin Blok Diyagramı

Bu şekilde elde edilen parametre-belirsiz akıllı kiriş sisteminin açık çevrim frekans cevabı Şekil 9’da verilmektedir. Parametre-belirsiz sistemin sarsımlanmış modeli bilhassa rezonans bölgesinde akıllı kirişin beş farklı durumdaki modelini de içine almaktadır.

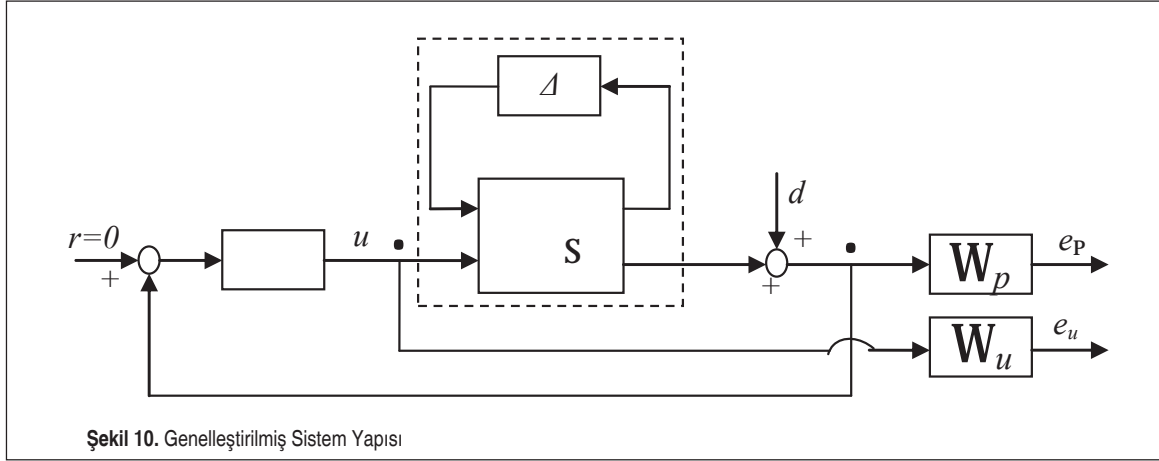


Şekil 9. Sarsımlanmış Modelin Açık Çevrim Frekans Cevabı

3.2 Genelleştirilmiş Sistem

Tasarlanan kontrolcü, tüm durumlarda sistemi kararlı kılmalı ve gerekli kapalı çevrim performansını sağlayabilmelidir. Bu çalışmada, kapalı çevrim için performans kriteri Denklem 12’de tanımlanmaktadır. Burada K , kontrolcüyü iade etmek üzere, W_p ve W_u dış bozucu reddi ve robust performans gereksinim frekans karakteristiklerini ortaya koymak için seçilen ağırlık fonksiyonlarıdır. Ayrıca $S(s) = (I + s)^{-1}$ ifadesi hassasiyet fonksiyonunu tanımlamaktadır. Dikkat edilirse, hassasiyet fonksiyonu referans izleme hatasının transfer fonksiyonundan başka bir şey değildir. Söz konusu sonsuz normu eşitsizliğinin sağlanması, bozucu giriş etkisinin başarılı bir şekilde kabul edilebilir seviyeye çekildiği ve arzu edilen robust performansa ulaşıldığı anlamına gelir. W_p ve W_u ağırlık fonksiyonları ile kurulan genelleştirilmiş kapalı çevrim sistem yapısı Şekil 10’da verilmektedir. Titreşim kontrolü problemleri regülatör problem olduğundan r referans girişi sıfır alınmaktadır. Bir başka ifadeyle titreşim kontrolü problemi, sistemin tüm durum değişkenlerini sıfıra götürülmesi problemi olarak algılanabilir. Şekil 10’da verilen genelleştirilmiş kontrol yapısında G_s sisteminin üst LFT’sidir; $(G = F_u(G_s, \Delta))$ ve kontrolcüyü ifade etmektedir.

$$\left\| \begin{bmatrix} W_p S(G_s) \\ W_u K S(G_s) \end{bmatrix} \right\|_{\infty} < 1 \tag{12}$$



Şekil 10. Genelleştirilmiş Sistem Yapısı

Bu çalışmada kullanılan W_p ve W_u ağırlık fonksiyonları sırasıyla Denklem 13-14'te verilmektedir.

$$W_p = \frac{15s^2 + 500s + 14 \cdot 10^4}{s^2 + 0.018s + 8172.2} \quad (13)$$

$$W_u = 1 \cdot 10^{-3} \quad (14)$$

d bozucu giriş olmak üzere, genelleştirilmiş sistemin transfer fonksiyonu Denklem 15'teki formda ifade edilebilir.

$$\begin{bmatrix} e_p \\ e_u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_p (I + \Delta)^{-1} \\ W_u (I + \Delta)^{-1} \end{bmatrix} d \quad (15)$$

Burada, d 'den e_p ve e_u 'ya olan transfer fonksiyonları sonsuz normunun belirsizlik transfer matrisi Δ 'nın muhtemel bütün durumları için minimize edecek K kontrolcüsü, Matlab bilgisayar programı Robust Kontrol araç-kutusu kullanılarak hesaplanmıştır. Tasarlanan kontrolcünün durum değişkeni uzayı matrisleri Denklem 16'da verilmektedir.

$$A = 1 \cdot 10^{10} \begin{bmatrix} -0.000000002475148 & -0.000001674733136 & -4.809061154112278 & -0.018544259476578 & -6.587275470464246 & 1.244577308228813 \\ 0.000000000100000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.000000000100000 & 0 & 0 \\ 0.000000000000000 & 0.000000000000000 & -9.80472323016947 & -0.003780804242357 & -1.343013883737415 & 0.253744451986313 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0.000000000156728 & -0.000000009039948 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.000000009039948 & -0.00000000005992 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -4.533132506415594 \\ 0.883361222858091 \end{bmatrix}$$

$$C = [0 \quad 59.171597633136102 \quad 00 \quad 0 \quad 0]$$

$$D = [0] \quad (16)$$

4. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

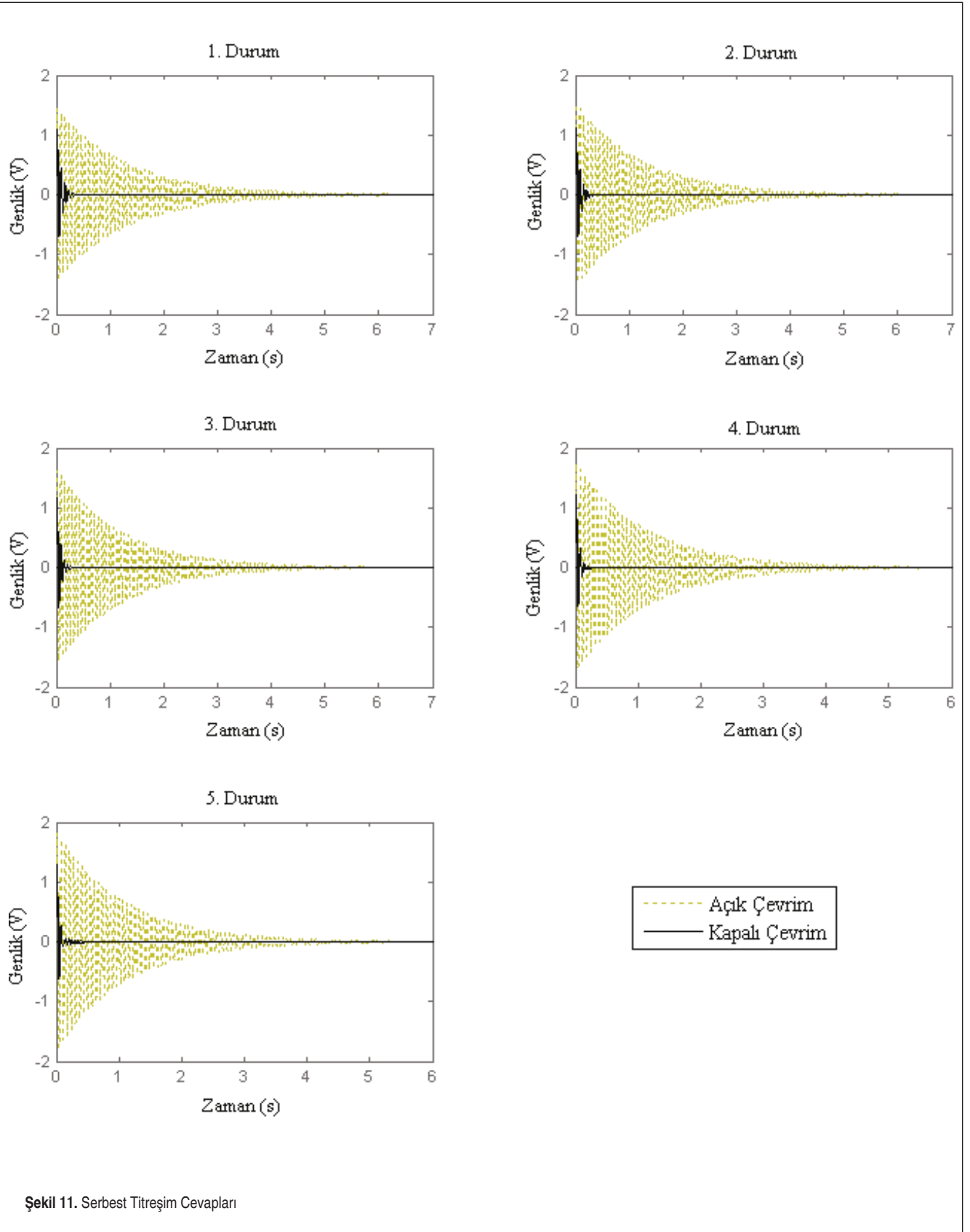
Simülasyon çalışmaları hem zaman hem de frekans tanım kümesinde (domeninde) yapılmıştır. Denklem 16'da verilen H_∞ kontrolcü ile teşkil edilen kapalı çevrim sistem çıkışı ile açık çevrim sistem çıkışı, karşılaştırma imkanı yaratmak bakımından, birlikte sunulmaktadır.

Şekil 11'de, beş farklı durum için zaman tanım kümesi cevapları verilmektedir. Buna göre tüm durumlarda tasarlanan kontrolcü giriş titreşimlerini düzleme dik birinci eğilme durumunda 0.5 s içinde bastırmaya muktedir olmuştur. Bütün durumlar için yaklaşık aynı titreşim bastırma performansı elde edilmiştir.

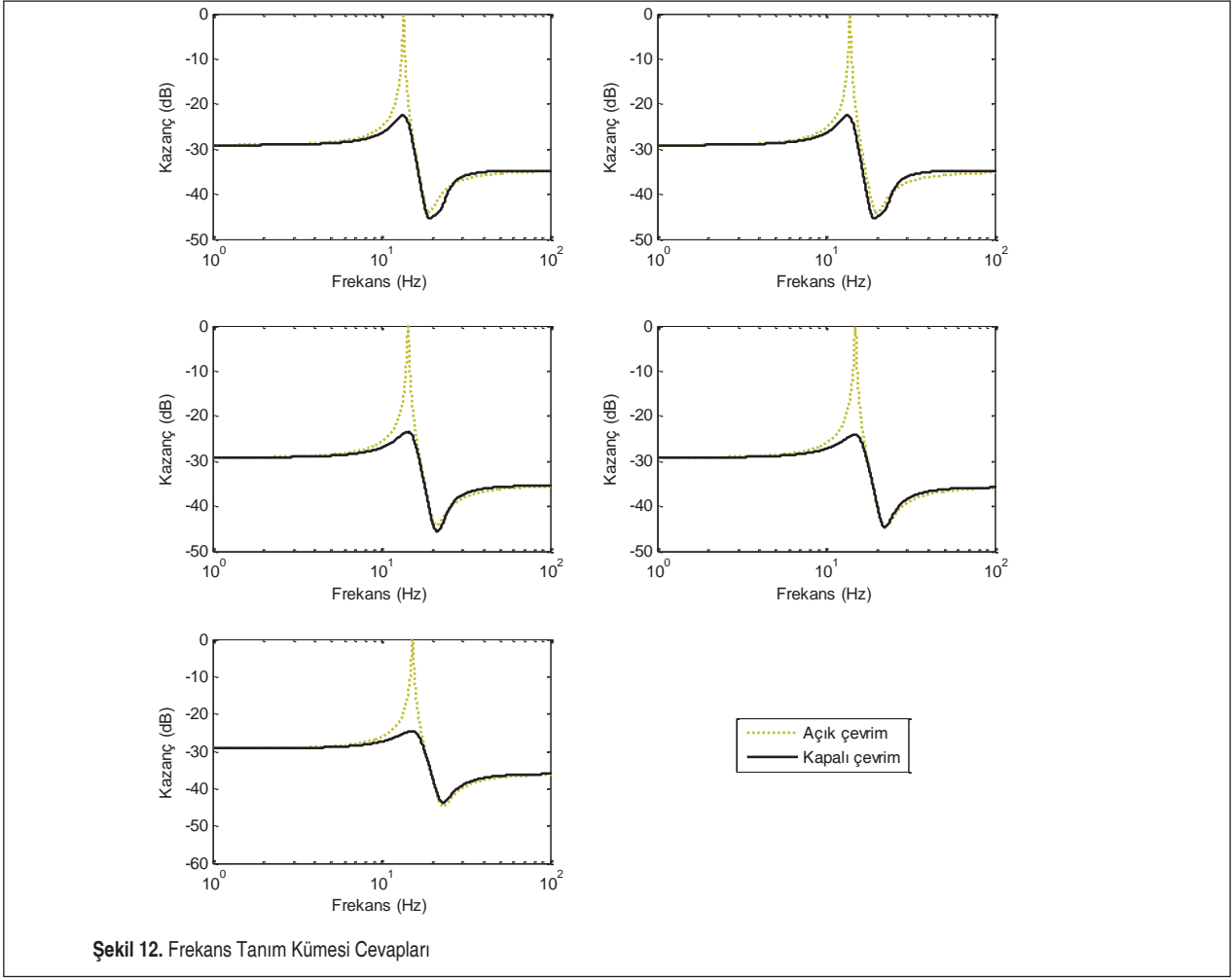
Şekil 12'de, beş farklı durum için frekans tanım kümesinde zorlanmış cevapları verilmektedir. Buna göre, tüm durumlarda tasarlanan kontrolcü giriş titreşimlerini birinci rezonans bölgesinde etkin bir şekilde bastırmaya muktedir olmuştur. Bütün durumlar için yaklaşık aynı frekans cevabı performansları elde edilmiştir. Buna göre, tasarlanan kontrolcü tüm durumlarda rezonans bölgesinde en az 25 dB baskılama yapabilmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, fiziksel değişimli bir akıllı kirişin titreşimlerinin kontrolü için H_∞ kontrolcü tasarlanmıştır. Bununla birlikte, oluşturulan kapalı çevrim titreşim sisteminin benzetimsel sonuçları verilmektedir. Tasarlanan kontrolcünün robustluğunu ortaya koyabilmek için beş farklı durumda yapılan simülasyon çalışmaları, önerilen kontrolcünün tüm durumlarda



Şekil 11. Serbest Titreşim Cevapları



başarılı bir performans sergileyerek kirişin düzleme dik birinci eğilme modundaki titreşimini bastırmaya muktedir olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

1. Aridogan, 2010. "Performance Evaluation of Piezoelectric Sensor/Actuator on Investigation of Vibration Characteristics and Active Vibration Control of a Smart Beam," Master's Thesis, Middle East Technical University.
2. Sahin, M., Karadal, F. M., Yaman, Y., Kircali, O. F., Nalbantoglu, V., Ulker, F. D., Caliskan, T. 2008. "Smart Structures and Their Applications on Active Vibration Control: Studies in the Department of Aerospace Engineering," METU, Journal of Electroceramics, vol. 20 (3-4), p. 167-174.
3. Yaman, Y., Ülker, F. D., Nalbantoğlu, V., Çalışkan, T., Prasad, E., Wachter, D., Yan, B. 2003. Application of H_{∞} Active Vibration Control Strategy in Smart Structures," AED 2003, 3rd International Conference on Advanced Engineering Design, 01-04 June 2003, Paper A5.3, Prague, Czech Republic.
4. Onat, C., Sahin, M., Yaman, Y. 2010. "Active Vibration Suppression of a Smart Beam via $PI\Delta\mu$ Control," IWPMA 2010, International Workshop on Piezoelectric Materials and Applications in Actuators, 10-13 October 2010, Antalya, Turkey.
5. Onat, C., Sahin, M., Yaman, Y. 2011. "Active Vibration Suppression of a Smart Beam by Using an LQG Control Algorithm," 2nd International Conference of Engineering Against Fracture (ICEAF II), 22-24 June 2011, Mykonos, Greece.
6. Onat, C., Sahin, M., Yaman, Y. 2011. "Active Vibration Suppression of a Smart Beam by Using a Fractional Control," 2nd International Conference of Engineering Against Fracture (ICEAF II), 22-24 June 2011, Mykonos, Greece.
7. Onat, C., Sahin, M., Yaman, Y., Prasad, E., Nemana, S. 2011. "Design of an LPV Based Fractional Controller for the Vibration Suppression of a Smart Beam," CanSmart 2011, International Workshop on Smart Materials & Structures and NDT in Aerospace, 02-04 November 2011, Montreal, Canada.
8. Onat, C., Sahin, M., Yaman, Y. 2013. "Optimal Control of a Smart Beam by Using a Luenberger Observer," ICEAF III, 3rd International Conference of Engineering Against Failure, 26-28 June 2013, Kos, Greece.
9. Akın, O., Şahin, M. 2015. "Akıllı Bir Kirişin Titreşimlerinin Doğrusal-Karesel Düzenleyici (LQR) ile Aktif Denetimi," XIX. Ulusal Mekanik Kongresi, 24-28 Ağustos 2015, Trabzon.

TÜRKİYE'DE DEMİRYOLU ARAÇLARININ SERTİFİKASYONU: MEVCUT DURUM VE GELECEK

Ömür Akbayır

rd Do Dr,
Anadolu niversitesi,
Ulaştırma
Mesle se ulu,
Eskişehir
omurakbayir@anadolu.edu.tr

Türkiye'de Avrupa Birliği düzenlemelerine uygun ürün imalatı bir süre önce başlamıştır. Avrupa Birliği düzenlemelerine uygun demiryolu aracı üretimine ise 2010 yılında başlanmıştır. Bu çalışmada, demiryolu aracı için sertifikasyon süreci ve sertifikasyon süreci ile ilgili yasal düzenlemeler özetlenmiştir. Türkiye'de sertifikasyonu yapılan demiryolu aracı tipleri incelenmiştir. Sertifikalandırılacağı öngörülen araç tipi sayıları ortaya konmuştur. Sertifikalandırılacağı öngörülen araç tipi sayısı, belirlenen üç oranla hesaplanmıştır. Orta oranda, 2041 yılına kadar 39 demiryolu aracı tipinin sertifikaya alacağı belirlenmiştir. Daha sonra, mevcut sorunların çözümüne yönelik bazı öneriler sunulmuştur.

Özet Demiryolu aracı, sertifikasyon, TSI, karşılıklı iştebilirlik

CERTIFICATION OF ROLLING STOCK IN TURKEY: CURRENT STATE AND FUTURE

Manufacturing compliance with European Union regulations in Turkey has been begun some time ago. Rolling stock manufacturing compliance with European Union regulations has been begun in 2010. In this study, certification process of rolling stock and legal regulations related to certification process has been summarized. Rolling stock types with certification in Turkey has been investigated. Number of rolling stock types estimated to be certified has been exposed. Number of rolling stock types estimated to be certified has been calculated by means of specified three percentages. 39 rolling stock types to be certified until 2041 have been determined at medium percentage. Finally, some recommendations are made for the solution of the existing problems.

Özet Rolling stock, certification, TSI, interoperability

Geliş tarihi : 12.07.2016
Kabul tarihi : 26.12.2016

Akbayır, Ö. 2016. "Türkiye'de Demiryolu Araçlarının Sertifikasyonu: Mevcut Durum ve Gelecek," Mühendis ve Makina, cilt 57, sayı 683, s. 57-64.

1. GİRİŞ

1990’lı yılların başına kadar demiryolu araçlarının uluslararası trafikte kullanılabilmesi için UIC (Uluslararası Demiryolları Birliği) şartlarına uygun üretimini yapmak yeterliydi. Demiryolu sektöründe serbestleşme sürecinin başlamadığı ve devlet tekelinin olduğu bu zamanlarda; demiryolu aracını üreten, alan ve kullanan devlettir. Ülkeler arasında sınır geçişlerinde demiryolu aracı üzerinde “UIC St” işareti olması yeterliydi. Özellikle lokomotif ve tren setlerinin çoğu uluslararası trafikte kullanılmaya uygun değildi. Bundan 15 yıl öncesine kadar çoğu ülkede kamuya ait fabrika ve demiryollarında, demiryolu araçlarının UIC standartlarına göre üretilmiş olması; karşılıklı güven temelinde üretici ve devlet demiryollarının sorumluluğundaydı. Demiryolu aracının UIC şartlarına uygun olarak üretildiği bağımsız üçüncü bir tarafça kontrol edilmemekteydi. Dünyada demiryolu sektöründe serbestleşme sürecinin başlaması ile bu durum değişmiş; bazı görevler ve sorumluluklar farklı aktörlere tahsis edilmeye başlanmıştır. Bu arada emniyete ve trenlerin ülkeler arasındaki sınırları rahatça geçebilmesine yönelik konular önem kazanmıştır. Demiryolu araçlarının bağımsız üçüncü bir tarafça kontrol edilmesi ve sertifikalandırılması (belgelendirilmesi) zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu gelişmelere ve zorunluluklara paralel olarak Türkiye’de üretilen demiryolu araçlarının sertifikasyonuna başlanmıştır.

Literatüre bakıldığında, Türkiye’de üretilen havayolu, denizyolu, karayolu araçlarının belgelendirilmesine yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ancak sertifikalandırma süreci bunlardan tamamen farklı olan demiryolu araçlarına yönelik birkaç çalışma vardır [1-2]. Avrupa Demiryolu Ajansı (ERA) tarafından belgelendirme zorunluluğu ilk olarak yük vagonları için 2007 yılında başlatılmıştır. Türkiye’de ise ilk olarak TCDD tarafından 2013 yılında zorunlu tutulmuştur. Haziran 2016 tarihinde demiryolu sektörünün Türkiye’de serbestleşmeye başlamasıyla daha önceleri içine kapalı olan demiryolu sektörü değişecektir. Bu çalışma ve gelecekte yapılacak benzer çalışmalar serbestleşme sürecine katkı sağlayacaktır. Demiryolu tren işletmecileri ve demiryolu aracı üreticilerine sektörün mevcut durumu ve geleceğine yönelik bilgi verecektir.

Bu çalışmada, TSI (Technical Specifications for Interoperability, Karşılıklı İşletilebilirlik Teknik Şartnameleri) şartlarına göre demiryolu aracı üretimi ile ilgili şimdiye kadar Türkiye’de neler yapıldığı özetlenmiştir. Demiryolu aracı üreticileri incelenmiş, hangilerinin hangi tipte TSI şartlarına uygun araç ürettiği bilgileri ortaya konmuştur. TSI şartlarına uygun araçların sertifikasyonunu yapan dünyadaki ve Türkiye’deki sertifikasyon kuruluşları (NoBo) tespit edilmiştir. Demiryolu aracı üretimi ve sertifikasyonu ile ilgili Türkiye’deki yasal düzenlemeler ele alınmıştır. Geleceğe yönelik

TSI şartlarına uygun üretilebilecek araçlara ilişkin hesaplar yapılmış ve tahminde bulunulmuştur. Bu bilgiler ışığında bazı öneriler yapılmıştır.

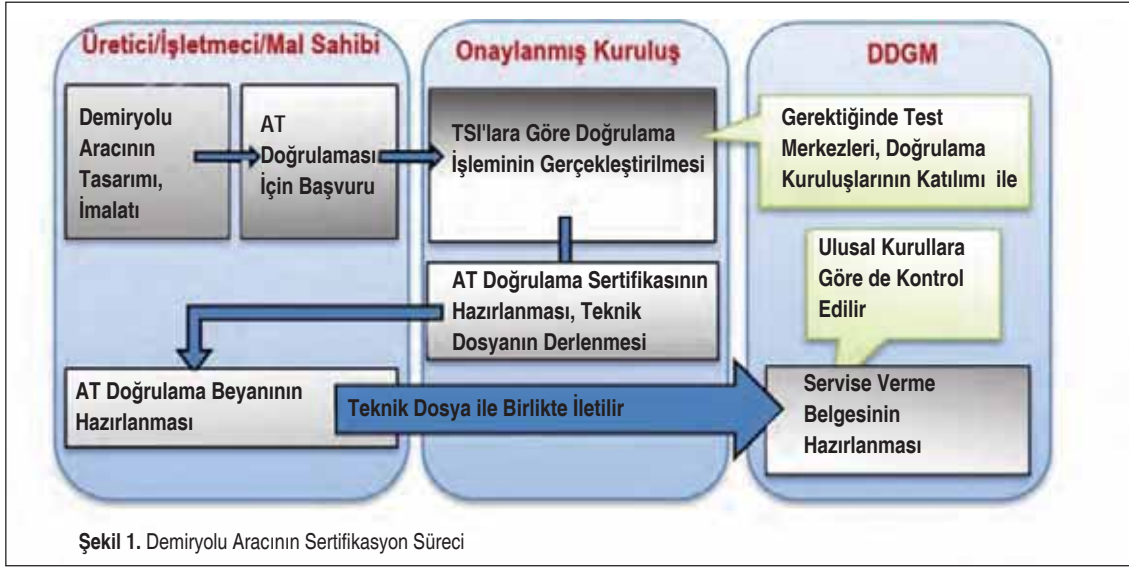
2. DEMİRYOLU ARAÇLARININ SERTİFİKASYON SÜRECİ

ERA (Avrupa Demiryolu Ajansı), demiryolu araçlarındaki interoperabilite (karşılıklı işletilebilirlik) işaretlemesine istinaden düzenlemeler yapmış ve “TEN” işaretini karşılıklı işletilebilirlik işareti olarak ortaya koymuştur. Demiryolu aracının üzerinde “TEN” işaretinin bulunması, TSI (Technical Specifications for Interoperability) şartlarına uygun üretildiği ve uluslararası trafikte kullanılabilmesi anlamına gelmektedir. TSI; Trans-Avrupa demiryolu sistemlerinin karşılıklı işletilebilirliğini temin eden şartnameler, başka bir deyişle teknik özellikler, operasyonel bilgiler gibi tüm düzenlemelerdir. Burada amaç, tüm Avrupa Birliği ve OTIF (Uluslar Arası Demiryolu Taşımacılığı Hükümetlerarası Örgüt) demiryolu sisteminin tamamında kesintisiz ve güvenli olarak trenleri çalıştırabilmektir [1-2].

Bir demiryolu aracının TSI şartlarına uygun olması; ERA tarafından hazırlanan ve yayımlanan LOC & PAS TSI, NOI TSI, WAG ve diğer TSI’lara uygun üretilmesi ve Avrupa Birliği Karşılıklı İşletilebilirlik Direktifi’ne göre sertifikalandırılması anlamına gelmektedir [3-5]. TSI’larda EN, ISO ve UIC standartlarına atıf yapılmaktadır. Aracın TSI şartlarına uygun olması, kısaca, EN standartlarına göre üretilmesi anlamına gelmektedir. Geçtiğimiz son 20 yılda UIC fişleri EN standardına çevrilmektedir. Daha önce sözü edildiği gibi, sadece TSI şartlarına uygun üretilmiş araçlar üzerine TEN işaretlemesi yapılabilir ve bu araçlar uluslararası demiryolu ağlarında taşımacılık yapılabilir.

Türkiye’de demiryolu araçlarının sertifikasyonu, ile ilgili yasal düzenlemelerin hazırlanmasına 2011 yılında DDGM’nin (Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü) kurulması ile başlanmıştır [6]. DDGM tarafından demiryolu araçlarının sertifikasyonu ile ilgili; Demiryolu Araçları Tescil ve Sicil Yönetmeliği, Demiryolu Araçları ve Ana Aksamları Tip Onay Yönetmeliği isimli düzenlemeler hazırlanarak 2015 yılında yürürlüğe girmiştir [7-8].

Demiryolu aracının sertifikasyonu, diğer bir deyişle AT doğrulaması (EC verification) Şekil 1’de görüldüğü gibi yapılır. Demiryolu aracının sertifikasyonunda üç aktör bulunmaktadır: NoBo (Onaylanmış Kuruluş), DDGM ve Başvuran. NoBo, Avrupa Birliği’nde bir ürünün önceden belirlenmiş standartları karşılayıp karşılamadığını değerlendirmek ve doğrulamak için bir üye devlet tarafından akredite edilmiş bir organizasyondur. Demiryolu araçları için, daha dar bir tanımla, ilgili TSI gereksinimlerine karşı demiryolu araçlarının üçüncü ta-



rafın değerlendirmesinden sorumlu bir organizasyondur. Bir demiryolu aracının AT doğrulaması için NoBo'nun sorumluluğu, servise verilmeden önceki süreci, tasarım aşamasından kabul aşamasına kadar tüm üretim periyodunu kapsamaktadır. NoBo, AT doğrulamasını önceden belirlenmiş modüllere göre yapar [9-12].

Genel bir kural olarak, bir ürün tasarım ve üretim aşamaları boyunca bir modüle göre uygunluk değerlendirmesine tabi tutulur. Modüler anlayışın temel amacı, uygunluk değerlendirme yöntemlerini, ürünlerin özelliklerini ve taşıdıkları risk oranlarını dikkate alarak belirlemektir. Düşük riskli ürünlerde uygunluk değerlendirmesi için gerekli test ve belgelendirme üretici tarafından yapılır. Yüksek riskli ürünlerde ise test ve belgelendirmenin, NoBo'lar tarafından yapılması gerekir.

Bir alt sistem olarak, demiryolu araçlarının uygunluk değerlendirmesi için TSI'larda 3 seçenek bulunmaktadır. Alt sistemi oluşturan bileşenlerin değerlendirilmesi ve sertifikalandırılması bu çalışmada ele alınmamıştır. Bunlar: SB/SD, SB/SF, SH2. Bu üç seçenektan hangisinin seçileceği üreticinin tercihine bağlıdır [3-5]. Burada SB modülü (AT Tip İncelemesi); tasarım aşamasını kapsar ve üretim aşamasını değerlendiren bir modülle birlikte kullanılmalıdır. SD modülü (Üretim Kalite Güvencesi); üretim aşamasını kapsar ve SB modülünü takiben kullanılır. EN ISO 9001 Standardı kalite güvencesi temellidir. SF modülü (Ürün Doğrulaması); üretim aşamasını kapsar ve SB modülünü takiben kullanılır. SH modülü (Tam Kalite Güvencesi); tasarım ve üretim aşamalarını kapsar. Türkiye'deki demiryolu aracı üreticileri tarafından şimdiye kadar SB/SD seçeneği tercih edilmiştir.

Türkiye'nin üye olduğu OTIF (Demiryolu ile Uluslararası Taşıma için Hükümetlerarası Organizasyon), TSI'lara eşdeğer

UTP (Uniform Technical Prescriptions) isimli dokümanlar hazırlamaktadır. Hükümetlerarası bu organizasyonun temel amacı; demiryolu ile yapılan yük ve yolcu taşımacılığının uygulanmasında kullanılan kurallarda yeknesaklığın sağlanması ve geliştirilmesidir. UTP'ler ile TSI'larda olduğu gibi, demiryolu sisteminin karşılıklı işletilebilirliğini sağlamak ve temel gereksinimleri karşılamak amaçlanmıştır. OTIF tarafından hazırlanmış ve Türkiye'nin taraf olduğu COTIF (Uluslararası Demiryolu Taşımacılığına İlişkin Sözleşme) sözleşmesi ve eklerinde UTP'ler Avrupa Birliği düzenlemeleri olan ilgili TSI'larla eşdeğer kabul edilmiştir. Bu nedenle, daha önce söz edilen demiryolu araçları üzerindeki "TEN" işareti aynı zamanda ilgili UTP'lere tam uygunluğu ifade eder [13-18]. TSI'lar Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan yasal dokümanlar olup, Avrupa Birliğinde uyulması zorunludur. Türkiye ise bu düzenlemelere COTIF sözleşmesine taraf olduğu için uymak zorundadır.

3. MEVCUT DURUM

Demiryolu araçlarının sertifikasyonu ile ilgili Türkiye'deki mevcut durumu incelemek ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunmak ve hesaplamalar yapmak için, demiryolu aracı üreten fabrikaların ürettikleri araçlarla ilgili bilgilere ulaşılmıştır. Türkiye'de demiryolu aracı üreten şirketler; bulunduğu şehir ve şirket yapısına göre Tablo 1'de görülmektedir. TÜLOMSAŞ, TÜVASAŞ ve TÜDEMSAŞ, TCDD'nin bağlı ortaklığı ve Hyundai EUROTREM de TCDD'nin iştirakidir. RAILTUR Vagon Endüstri A.Ş., VA-KO Vagon A.Ş., RAYVAG Vagon Sanayi A.Ş., Epsilon-NDT A.Ş., Gök Yapı Sanayi Ticaret A.Ş. ve ESRAY A.Ş. ise gerçek kişilere ait şirketlerdir [19]. Demiryolu aracı tamiri yapan, parçası üreten ve kısmi üretimini gerçekleştiren şirketler bu çalışmada ele alınmamıştır.

Tablo 1. Türkiye’deki Demiryolu Aracı Üreticileri (Mayıs 2016)

Şirket Adı	Şehir	Ürettiği Araç Çeşidi	Şirket Yapısı
TÜLOMSAŞ	Eskişehir	Lokomotif, Yük Vagonu	TCDD'nin Bağlı Ortaklığı
TÜVASAŞ	Adapazarı	Yolcu Vagonu, Tren Seti	
TÜDEMSAŞ	Sivas	Yük Vagonu	
Hyundai EUROTEM	Adapazarı	Tren Seti	TCDD'nin İştiraki
RAILTUR A.Ş.	Kayseri	Yük Vagonu	Gerçek Kişiler
VA-KO A.Ş.	Ankara	Yük Vagonu	
RAYVAG A.Ş.	Adana	Yük Vagonu	
Epsilon-NDT A.Ş.	Bursa	Yük Vagonu	
Gök Yapı A.Ş.	Sivas	Yük Vagonu	
ESRAY A.Ş.	Eskişehir	Yük Vagonu	

Tablo 2. Türkiye’de Üretilen Sertifikalı Demiryolu Araçları (Mayıs 2016)

Sıra No	Araç Çeşidi	Araç Tipi	Üretici	NoBo Adı	NoBo Kodu	NoBo Ülkesi	Yıl
1	Yük Vagonu	Zacns	RAILTUR	EBC	NB0893	Almanya	2010
2	Yolcu Vagonu	WLAB	TÜVASAŞ	SGS CORREL	NB1144	İngiltere	2013
3	Yük Vagonu	Rgns	TÜDEMSAŞ	VUZ	NB1714	Çek Cumh.	2015
4	Yük Vagonu	Rgns	RAILTUR	VUZ	NB1714	Çek Cumh.	2015
5	Yük Vagonu	Sgns	TÜDEMSAŞ	ERC	NB2329	Avusturya	2015
6	Yük Vagonu	Sgns	Gök Yapı A.Ş.	ERC	NB2329	Avusturya	2015
7	Yük Vagonu	Rilnss	TÜLOMSAŞ	BV	NB0062	Fransa	2015
8	Yük Vagonu	Eanoss	TÜLOMSAŞ	BV	NB0062	Fransa	2016
9	Yük Vagonu	Sgnss	VAKO	Dekra Rail	NB2191	Hollanda	2016

Tablo 2’de, TSI şartlarına uygun olarak Türkiye’de üretilmiş ve TSI şartlarına göre sertifikalandırılmış demiryolu aracı tipleri görülmektedir. Yurtdışında üretilmiş Türkiye’de kullanılan TSI’lı araçlar bu çalışmada ele alınmamıştır [19]. Tabloda; araç tipi, aracın üreticisi, sertifikayı veren NoBo, NoBo’nun hangi ülkeye yerleşik olduğu ve sertifikasyon tarihi belirtilmiştir. Türkiye’de TSI şartlarını taşıyan yolcu vagonu ve yük vagonu üretilmiş olup, lokomotif ve tren seti henüz üretilmemiştir. Tablo 2’de şimdye kadar 9 tip demiryolu aracına sertifikasyon yapıldığı görülmektedir.

Türkiye’de TSI şartlarına uygun ilk demiryolu aracı üretimini

2010 yılında Kayseri’de bulunan Railtur Vagon Endüstri A.Ş. yapmıştır. Akaryakıt taşımada kullanılan Zacns tipi sarnıçlı yük vagonu, EBC EISENBAHN-CERT isimli Almanya’ya yerleşik NoBo tarafından sertifikalandırılmıştır.

TCDD'nin bağlı ortaklığı TÜVASAŞ, Bulgaristan devlet demiryolları (BDZ) için 2013 yılında TSI şartlarına uygun yatakli yolcu vagonu üretmiştir. Söz konusu yolcu vagonunun TSI'lara göre uygunluk değerlendirmesi SGS CORREL isimli İngiltere’ye yerleşik NoBo tarafından yapılmıştır.

Tablo 3’te, araç çeşidi ve araç tiplerine göre sertifikalandırma durumu görülmektedir.

Tablo 3. Sertifikalandırılmış ve Sertifikalandırılması Muhtemel Araç Tipleri (Mayıs 2016)

Araç Çeşidi	Araç Tipi	Sertifikalandırma Durumu
Yük Vagonu	Açılır Tavanlı (Tadns)	Yok
	Normal Tip Kapalı (Gbss, Gabss)	Yok
	Özel Tip Kapalı (Habbiinss, Hbbillnss)	Yok
	Normal Tip Platform (Rgns, Rilnss, Kss)	Var
	Özel Tip Platform (Sgns, Sgmmnss Sggmrs, Smmps, Laags)	Var
	Normal Tip Yüksek Kenarlı Açık (Eanoss)	Var
	Özel Tip Yüksek Kenarlı Açık (Falss, Falns)	Yok
	Sarıçılı (Zacns, Zacens, Zans)	Var
	Sıcaklık Kontrollü (I)	Yok
	F, H, L, S Tipi Özel Vagonların Dışında Kalan Vagonlar (Uagoos)	Yok
Yolcu Vagonu	Yataklı Vagon (WLAB)	Var
	Pulman Vagon	Yok
	Kuşetli Vagon	Yok
	Yemekli Vagon	Yok
	Kompartımanlı Vagon	Yok
	Banliyö Vagonu	Yok
Lokomotif, Tren Seti	Yük Trenleri İçin Dizel Lokomotif	Yok
	Yük Trenleri İçin Elektrikli Lokomotif	Yok
	Yolcu Trenleri İçin Dizel Lokomotif	Yok
	Yolcu Trenleri İçin Elektrikli Lokomotif	Yok
	Dizel Manevra Lokomotifi	Yok
	Dizel Hidrolik Manevra Lokomotifi	Yok
	Elektrikli Tren Seti	Yok
	Dizel Tren Seti	Yok
	Yüksek Hızlı Tren Seti	Yok
	Çok Yüksek Hızlı Tren Seti	Yok

Tablo 2'ye bakıldığında, Türkiye'de üretilen demiryolu araçlarına sertifikasyon yapan NoBo'ların Hollanda, Almanya, İngiltere, Çek Cumhuriyeti, Avusturya ve Fransa'ya yerleşik olduğu görülecektir. TSI şartlarına göre Mayıs 2016 tarihinde Demiryolu aracı sertifikasyonu yapmaya yetkili dünyada 62 adet NoBo bulunmaktadır. 2016/797/EC Demiryolu Sistemlerinin Karşılıklı İşletilebilirlik Direktifi kapsamında yetkili 62 NoBo arasında henüz Türkiye'de yerleşik bir uygun-

luk değerlendirme kuruluşu bulunmamaktadır. Diğer Avrupa Birliği düzenlemeleri kapsamında yetkili Türkiye'de yerleşik 37 adet NoBo bulunmaktadır. Söz konusu NoBo'ların uygunluk değerlendirmesi yaptığı ürünler Tablo 4'te görülmektedir. Türkiye'de yerleşik NoBo'lar arasında 2016/797/EC Avrupa Birliği Direktifi'ne göre, demiryolu araçlarına uygunluk değerlendirmesi yapmaya yetkili bir NoBo bulunmamaktadır [20-25].

Tablo 4. Avrupa Birliği Düzenlemelerine Göre Türkiye’de Yerleşik NoBo Sayıları (Mayıs 2016)

Avrupa Birliği Düzenlemesi		NoBo sayısı
305/2011	Yapı Malzemeleri	22
97/23/EC	Basınçlı Ekipmanlar	15
95/16/EC	Asansörler	10
2006/42/EC	Makina	8
2009/105/EC	Basit Basınçlı Kaplar	7
2009/142/EC	Gaz Yakan Cihazlar	7
93/42/EEC	Tıbbi Cihazlar	5
92/42/EEC	Sıcak Su Kazanları	3
94/9/EC	Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizatlar	3
89/686/EEC	Kişisel Koruyucu Donanım	2
2009/23/EC	Otomatik Olmayan Tartı Aletleri	2
2004/22/EC	Ölçü Aletleri	2
94/25/EC	Gezi Tekneleri	2
98/79/EC	Vücut Dışında Kullanılan Tıbbi Tanı Cihazları	1

4. YÖNTEM VE BULGULAR

Türkiye’de üretilen sertifikalı demiryolu araçlarına ait bilgiler Tablo 2’de görülmektedir. Bu bilgilere Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü’nün tescil ve sicil kayıtlarından, TCDD Genel Müdürlüğü’nün araç kayıtlarından, üreticilerle yapılan telefon görüşmelerinden ve basından ulaşılmıştır. Tablo 3’teki araç çeşidi ve araç tipi sınıflandırması UIC fişlerine göre yapılmıştır. Geleceğe yönelik hesaplamalar bu veriler kullanılarak yapılmıştır. Tablo 1’deki her üretici Tablo 3’te bulunan her araç tipini üretmek ve sertifikalandırmak istemeyecektir. Gelecekte sertifikasyonu yapılacak araç tipi sayısını hesaplamak zor olmakla birlikte, birçok faktöre bağlıdır. Her bir üreticinin belirli oranda araç tipini üreteceği düşünülmüştür. Hesaplama için üç oran belirlendi. Bunlar; yüksek oran olan %75, ortalama oran

olan %50, düşük oran olan %25’tir. Söz konusu üç orana göre Eşitlik 1 kullanılarak Tablo 5’teki değerler elde edildi.

$$S_{\text{öngörülen}} = S_{\text{alabilecek}} \cdot k \cdot S_{\text{kalan}} \quad (1)$$

Burada; S_{alan} şimdiye kadar sertifika alan demiryolu aracı tip sayıdır; k %75, %50, %25 oranlarıdır; $S_{\text{öngörülen}}$ sertifika alması öngörülen demiryolu aracı tip sayıdır; $S_{\text{alabilecek}}$, sertifika alabilecek demiryolu aracı tip sayıdır. Sertifika alabilecek demiryolu aracı tip sayısının ($S_{\text{alabilecek}}$) belirlenmesi aşağıda açıklanmıştır.

TCDD’nin ve lojistik şirketlerinin toplam 24976 adet yük vagonu bulunmaktadır [26]. Bu vagonlar yaklaşık 10 farklı tipten oluşmaktadır. Türkiye’deki yük vagonu üreticileri TÜDEMSAŞ, TÜLOMSAŞ, RAILTUR, RAYVAG, VAKO, Epsilon-NDT A.Ş., Gök Yapı A.Ş. ve ESRAY A.Ş.’dir. Bu şirketlerin, her bir tip için sertifika almak istemeleri halinde, yük vagonları için Türkiye’de 80 sertifikasyon yapılması gerekecektir. Yük vagonları için sertifika alabilecek tip sayısı ($S_{\text{alabilecek}}$) 80 olarak hesaplanmıştır. Ancak her üretici her tip vagonu üretmek ve sertifikalandırmak istemeyecektir. Şimdiye kadar Tablo 2 ve 5’te görüldüğü üzere, 8 yük vagonu tipinin sertifikasyonu yapılmıştır. Tablo 5’te görüldüğü üzere, yüksek oranda (%75) 52, düşük oranda (%25) 12 adet yük vagonu tipi daha TSI sertifikası alacağı bulunmuştur.

Türkiye’de TCDD’nin toplam 887 adet yolcu vagonu bulunmaktadır [27]. Bu vagonlar yaklaşık 6 farklı tipten oluşmaktadır. Türkiye’deki yolcu vagonu üreticisi TÜVASAŞ’tır. TÜVASAŞ’ın her bir tip için sertifika almak istemesi halinde, yolcu vagonları için Türkiye’de 6 sertifikasyon yapılması gerekecektir. Yolcu vagonları için sertifika alabilecek tip sayısı ($S_{\text{alabilecek}}$) 6 olarak hesaplanmıştır. Şimdiye kadar Tablo 2 ve 5’te görüldüğü üzere, 1 yolcu vagonu tipinin sertifikasyonu yapılmıştır. Tablo 5’te görüldüğü üzere, yüksek oranda (%75) 3 adet yolcu vagonu tipi daha TSI sertifikası alacağı bulunmuştur.

Türkiye’de 13 hızlı tren seti, 117 adet elektrikli tren seti, 80 adet dizel tren seti, 106 adet elektrikli ana hat lokomotif, 434 adet dizel ana hat lokomotif, 108 adet manevra lokomotif

Tablo 5. Türkiye’de Sertifikalandırılacağı Öngörülen Araç Tipi Sayısı

Araç Çeşidi	Sertifika Alabilecek Tip Sayısı ($S_{\text{alabilecek}}$)	Oransal Olarak Sertifika Alabilecek Tip Sayısı			Şimdiye Kadar Sertifika Alan Tip Sayısı (S_{alan})	Sertifika Alması Öngörülen Araç Tipi Sayısı ($S_{\text{öngörülen}}$)		
		%75	%50	%25		%75	%50	%25
Yük Vagonu	80	60	40	20	8	52	32	12
Yolcu Vagonu	6	4	3	1	1	3	2	0
Lokomotif, Tren Seti	10	7	5	2	0	7	5	2
Toplam	96	71	48	23	9	62	39	14

bulunmaktadır [28]. Türkiye’de yaklaşık 10 farklı tipte lokomotif ve tren seti bulunmaktadır. Türkiye’deki lokomotif ve tren seti üreticileri TÜLOMSAŞ, TÜVASAŞ ve Hyundai EUROTEM’dir. Bu üreticilerin her biri kendi uzman oldukları araç tipini üretmekte olduğundan, lokomotif ve tren setleri için yaklaşık 10 sertifikasyon yapılması gerekecektir. Lokomotif ve tren setleri için sertifika alabilecek tip sayısı ($S_{alabilecek}$) 10 olarak hesaplanmıştır. Şimdiye kadar Tablo 2 ve 5’te görüldüğü üzere, bu gruptaki hiçbir araca sertifikasyon yapılmamıştır. Tablo 5’te görüldüğü üzere, yüksek oranda (%75) 7, düşük oranda (%25) 2 adet lokomotif ve tren seti tipi daha TSI sertifikası alacağı bulunmuştur.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

ye’de 10 adet demiryolu aracı üreticisi bulunmakta olup; bunların 6 âdeti TSI şartlarına uygun, diğer bir ifadeyle Avrupa Birliği standartlarında üretim yapabilmektedir. Bu üreticiler tarafından şimdiye kadar 9 tip araç üretilmiş ve bu araçlar yurtdışında yerleşik NoBo’lar tarafından uygunluk değerlendirmesine tabi tutulmuştur.

Demiryolu aracının uygunluk değerlendirmesi için ilgili TSI’larda üç seçenek vardır. Türkiye’deki demiryolu aracı üreticileri şimdiye kadar SB/SD modülleri seçeneğini tercih etmiştir. Bundan sonra sertifikalandırılacak demiryolu aracı tipleri için de bu tercihin geçerli olacağı düşünülmektedir. SB/SD modülleri seçeneğinde ilk sertifikasyon maliyeti yüksek olmasına rağmen, uzun vadede seri üretimde araç başına sertifikasyon maliyeti düşük olmaktadır.

Bir demiryolu aracının ekonomik ömrünün 25 yıl olduğu düşünülmektedir, Tablo 5’teki sonuçlara göre, önümüzdeki 25 yıl içinde yüksek oranda (%75) 62, orta oranda (%50) 39, düşük oranda (%25) 14 araç tipinin sertifikalandırılacağı öngörülmektedir. Türkiye’de 2041 yılına kadar orta oranda (%50) 32 adet yük vagonu, 2 adet yolcu vagonu, 5 adet lokomotif veya tren seti tipi sertifikasyonu yapılacaktır. Orta oranda (%50) toplam 39 demiryolu aracı tipinin TSI şartlarına uygunluğu NoBo’lar tarafından değerlendirilecektir.

Demiryolu araçları konusunda dünyada yetkili 67 adet NoBo bulunmaktadır. Diğer Avrupa Birliği düzenlemeleri kapsamında Türkiye’de yerleşik 37 adet yetkili NoBo bulunmasına rağmen, demiryolu araçları konusunda mevcut değildir. Türkiye’de yerleşik bir uygunluk değerlendirme kuruluşunun NoBo olabilmesi için ilk önce Türkiye Akreditasyon Kurumu’na (TÜRKAK) başvurması gerekmektedir. Ancak, 2016/797/EC Demiryolu Sistemlerinin Karşılıklı İşletilebilirlik Direktifi henüz uyumlaştırılmadığı için TÜRKAK tarafından demiryolu araçlarının sertifikasyonu konusunda akreditasyon yapılamamaktadır. Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü’nün söz konusu direktife yönelik uyum çalış-

maları devam etmektedir. Taslak aşamasında olan Karşılıklı İşletilebilirlik Yönetmeliği hızlı bir şekilde yürürlüğe girmesi beklenmektedir [29]. Aksi takdirde, orta oranda (%50) hesaplanan 39 demiryolu aracı tipinin sertifikasyonu yurtdışında yerleşik NoBo’lar tarafından yapılacaktır.

Üretilen demiryolu araçları bir ürün olarak Avrupa Birliği yeni yaklaşım direktifleri kapsamında bulunduğundan, girdiği risk grubuna göre bağımsız sertifikasyon kuruluşları (NoBo’lar) tarafından değerlendirilmekte olup birçok teste tabi tutulmaktadır. Bu testler akredite test merkezlerinde yapılmaktadır. Türkiye’de söz konusu testlerin hepsinin yapılabileceği bir test merkezi bulunmamakta olup bu konuda ülkemiz tamamen dışa bağımlıdır. Orta oranda (%50) hesaplanan 39 araç tipinin sertifikalandırılacağı düşünüldüğünde, Türkiye’de yerleşik bir NoBo’nun ve bir test merkezinin gerekliliği görülecektir. Dünyadaki örneklere bakıldığında, test merkezleri hem NoBo hem de demiryolu araçlarının geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapıldığı araştırma merkezi olarak çalışmaktadır. Bu tür bir merkezin demiryolu araçlarını oluşturan bileşenler için de çalışacağı unutulmamalıdır.

Bu çalışmada bir alt sistem olan demiryolu aracı incelenmiştir. Demiryolu araçlarını oluşturan bazı bileşenler için de sertifikasyon zorunluluğu vardır. Demiryolu araçlarını oluşturan ve sertifikalı olma zorunluluğu bulunan yaklaşık 20 bileşen bulunmaktadır. Benzer bir çalışma bu bileşenler için de yapılabilir.

KAYNAKÇA

1. Akbayır, Ö. 2015. Demiryolu Araçlarında Bakım ve Sertifikasyonu, ISBN: 978-605-84568-1-5, Demiryolu Mühendisleri Derneği, Ankara.
2. Akbayır, Ö. 2012-2013. “Bir Yük Vagonunun Karşılıklı İşletilebilirlik Şartlarına (Technical Specifications for Interoperability-TSI) Göre Sertifikasyonu,” Demiryolu Bülteni, s. 24-27.
3. Commission Regulation (EU) No 1302/2014 of 18 November 2014 Concerning a Technical Specification for Interoperability Relating to the Rolling Stock-Locomotives and Passenger Rolling Stock Subsystem of the Rail System in the European Union.
4. Commission Regulation (EU) No 321/2013 of 13 March 2013 Concerning the Technical Specification for Interoperability Relating to the Subsystem Rolling Stock-Freight Wagons of the Rail System in the European Union.
5. Commission Regulation (EU) No 1304/2014 of 26 November 2014 on the Technical Specification for Interoperability Relating to the Subsystem Rolling Stock-Noise.
6. Resmî Gazete. 01.11.2011. “655 Sayılı Ulaştırma, Denizcilik

ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname,” sayı 28102 (Mükerrer).

7. Resmî Gazete. 16.07.2015. “Demiryolu Araçları Tescil ve Sicil Yönetmeliği,” sayı 29418.
8. Resmî Gazete. 18.11.2015. “Demiryolu Araçları ve Ana Ak-samları Tip Onay Yönetmeliği,” sayı 29536.
9. ERA. 2011. Application Guide for Technical Specifications for Interoperability: General Part of the Guide Explains TSI-Related Provisions of the Interoperability Directive and General Principles Applicable to All TSIs, 28.04.2011.
10. ERA. 2015. Guide for the Application of the LOC&PAS TSI, 01.01.2015.
11. ERA. 2015. Guide for the Application of WAG TSI, 03.03.2015.
12. ERA. 2015. Guide for the Application of the NOI TSI, 21.11.2014.
13. COTIF. 1999. Convention Concerning International Carriage by Rail as Amended by the Vilnius Protocol in Force from 01.07.2006. Applicable from 01.07.2015.
14. Uniform Rules Concerning the Validation of Technical Standards and the Adoption of Uniform Technical Prescriptions applicable to Railway Material intended to be Used in International Traffic. APTU, Appendix F to the COTIF, 01.07.2015.
15. Uniform Rules Concerning the Technical Admission of Railway Material Used in International Traffic. ATMF, Appendix G to the COTIF, 01.07.2015.
16. Uniform Technical Prescription Applicable to the Rolling Stock Subsystem: Freight Wagons UTP WAG 2015. 01.01.2015.
17. Uniform Technical Prescription Applicable to the Rolling Stock Subsystem: Locomotives and Passenger Rolling Stock UTP LOC&PAS 2015. 01.01.2015.
18. Uniform Technical Prescription Applicable to the Rolling Stock Subsystem: Noise UTP. 01.12.2015.
19. Ulaştırma, Denizcilik Haberleşme Bakanlığı, Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü. 2016. Demiryolu Araçları Tescil ve Sicil Kayıtları, 01.05.2016.
20. <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/>, son erişim tarihi: 01.05.2016.
21. <http://www.turkak.org.tr/>, son erişim tarihi: 01.05.2016.
22. DIRECTIVE (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the Interoperability of the Rail System within the European Union.
23. Uygunluk Değerlendirme Kuruluşları ve Onaylanmış Kuruluşlar Yönetmeliği. 23.02.2012, 2011/2621.
24. <http://www.ddgm.gov.tr/>, son erişim tarihi: 01.05.2016.
25. <http://www.demiryoluduzenleme.org/>, son erişim tarihi: 01.05.2016.
26. TCDD Cer Dairesi Başkanlığı. 2015. Yük Vagonu Bülteni, Kasım-Aralık.
27. TCDD Cer Dairesi Başkanlığı. 2016. Yolcu Vagonu Bülteni, Şubat.
28. TCDD Cer Dairesi Başkanlığı. 2016. Brifing Dosyası, Ocak.
29. Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü. 2016. “Karşılıklı İşletilebilirlik Yönetmeliği Taslağı,” 02.05.2016.

<http://omys.mmo.org.tr/muhendismakina/>

TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI

Mühendis ve Makina Dergisi

Online Makale Yönetimi

ANA SAYFA (GİRİŞ SAYFASI) | **YAZAR** | **HAKEM** | **EDİTÖR**

» HOŞGELDİNİZ

YAZAR GİRİŞİ

e-Posta :

Şifre :

[Yeni Kullanıcı](#) | [Şifremi Unuttum](#)

MÜHENDİS VE MAKİNA DERGİSİ'ne makale gönderebilmek için sisteme kayıt olmanız gerekmektedir. Kayıt olabilmek için sol kısımda yer alan [Yeni Kullanıcı] bağlantısına tıklayınız.

Daha önce kayıt olduysanız, e-posta adresiniz ve şifrenizi girmeniz yeterlidir.

Şifrenizi hatırlamıyorsanız, şifrenizin e-posta adresinize gönderilebilmesi için [Şifremi Unuttum] bağlantısına tıklayınız.

Sistemle ilgili sorularınızı yavin@mmo.org.tr e-posta adresine gönderebilirsiniz.

makalelerinizi online sistem üzerinden ulaştırabilirsiniz

MÜHENDİS ve MAKİNA DERGİSİ YAZIM ESASLARI

Mühendis ve Makina Dergisi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası tarafından, ülke sanayisinin, toplumun, Odamıza üye meslek disiplinlerinin ve meslektaşlarımızın bilimsel, teknik ve mesleki konularda bilgi gereksinimlerini karşılamak, bilimsel ve teknik yönde gelişimlerine katkıda bulunmak üzere düzenli aylık periyotlarla yayımlanan mesleki teknik bir yayın organıdır. "Dergi" Makina Mühendisliği alanında aşağıda nitelikleri açıklanmış yazıları Türkçe olarak kabul etmektedir.

Araştırma Makalesi: Orijinal bir araştırmayı bulgu ve sonuçlarıyla yansıtan yazılardır. Çalışmanın bilime katkısı olmalıdır.

Tarama Makalesi: Yeterli sayıda bilimsel makaleyi tarayıp, konuyu bugünkü bilgi ve teknoloji düzeyinde özetleyen, değerlendirme yapan ve bulguları karşılaştırarak yorumlayan yazılardır.

Yayın İlkeleri

1. Yazıların telif hakkı devri, dergi internet sayfasında sunulan form doldurulup imzalanmak suretiyle alınır. İmzalı Telif Hakkı Devir Formu'nu göndermeyen yazarların yayınları değerlendirmeye alınmaz.
2. Her yazı, konusuyla ilgili en az iki hakeme gönderilir. Hakem görüşlerinde belirtilen eksikler yazarlar tarafından tamamlandıktan sonra, dergide yayımlanabilecek nitelikte olanlar belirlenir ve yazara bilgisi verilir. Yazıların son hali yazarları tarafından düzenlenerek yayın sekreterine Online Makale Yönetim Sistemi (OMYS) üzerinden iletilir. Dergide basıldığı haliyle makale içinde bulunabilecek hataların sorumluluğu yazarlara aittir.
3. Yazar isimleri hakemlere bildirilmediği gibi, yazar/lar/a yazının hangi hakemlere gönderildiği de hiç bir şekilde bildirilmez. Yayımlanmayan yazılar istenildiğinde hakem raporlarıyla birlikte hakem isimleri belirtilmeden yazar/lar/a geri gönderilir.
4. Yayın Kurulu hakemlerden gelen eleştiriler doğrultusunda yazının derginin bir başka bölümünde yayımlanmasının uygun olduğuna karar verebilir ve bu karar yazar/lar/ın onayına sunar. Yazar/lar/ın da uygun görmesi durumunda, yazı önerilen bölümde yayımlanır.
5. Dergiye gönderilen yazıların 'Yazım Esasları'na uygun olması gerekir. Esaslara uygunluk göstermeyen yazılar değerlendirmeye alınmadan yeniden düzenlenmesi için yazar/lar/a iade edilir.
6. Yayımlanan yazılar için yazar/lar/a ve değerlendirme yapan hakemlere derginin o sayısından birer kopya gönderilir.
7. Verilen süre içinde kendisine gönderilen yazıyı değerlendirmeyen ve dergi yayınında aksamaya neden olan hakemin, Yazı Değerlendirme (Hakem) Kurulu üyeliği gözden geçirilir.
8. Yayın Kurulu, gerekli gördüğü durumlarda yeni Yazı Değerlendirme (Hakem) Kurulu üyeleri atayabilir.
9. Araştırma ve tarama makalelerindeki görüşler yazarına, çevirilerden doğacak sorumluluk ise çevirene aittir.
10. Yazılar başka süreli yayınlarda yayınlanmamış olmalıdır. Herhangi bir toplantıda tebliğ olarak sunulmuş veya sunulacak ise bu açık olarak belirtilmelidir.
11. Hakem değerlendirme raporuna katılmayan yazar makalesini geri çekme hakkına sahiptir. Ancak geri çekme gerekçesini yazılı olarak yayın kuruluna sunmalıdır.
12. Dergideki yazılardan kaynak göstererek alıntı yapılabilir.
13. Yazılar için telif ücreti ödenmemektedir.

Makalelerin gönderimi ve hakem tarafından değerlendirilmesi süreçlerinde yaşanabilecek zaman kayıplarını ve maliyetleri azaltmak için makalelerinizi lütfen; omys.mmo.org.tr/muhendismakina linkindeki sistem üzerinden gönderiniz.

SUNUŞ FORMATI:

1. Yazı tümüyle (metin, çizelgeler, denklemler, çizimler) bilgisayarda düzenlenmeli ve baskıya hazır biçimde teslim edilmelidir. Yazı, A4 (210x297 mm) boyutlu kağıda, Word ortamında, 10 punto (ana başlık 15 punto) Times New Roman font kullanılarak, bir aralıkla yazılmalıdır.
2. Çizimler (şekiller) ve çizelgelerle (tablolar) birlikte, makaleler 25 sayfadan, kısa bildiriler 4 sayfadan daha uzun olmamalıdır.
3. Yazı, Online Makale Yönetim Sistemi (OMYS) üzerinden gerekli kayıtlar oluşturularak gönderilmelidir. Yüklenen makale "makale_makale adının ilk 2 ya da 3 kelimesi" şeklinde adlandırılmalıdır. OMYS'ye yüklenen makalede yazar bilgileri bulunmamalı, yazar bilgileri için ayrıca bir kapak sayfası oluşturularak sisteme yüklenmelidir. Kapakta makale adı ve yazar iletişim bilgileri (adı soyadı, adresi, e-postası, varsa akademik unvanı) yer almalıdır.
4. Metin yalın bir dil ve anlatımla yazılmalı, Türkçe yazım kurallarına uygun olmalı, üçüncü tekil şahıs ve edilgen fiiller kullanılmalı, devrik cümleler içermemelidir.
5. Başlık mümkün olduğunca kısa (en çok 100 harf) ve açık olmalı, içeriği yansıtabilmelidir. İngilizce başlıktaki kelimeler ilk harfleri büyük ve gramer kurallarına uygun şekilde yazılmalıdır.
6. Bölümler (i) özet, (ii) abstract (İngilizce özet), (iii) ana metin, (iv) semboller, (v) teşekkür (gerekliyse) ve (vi) kaynaklar sırası içinde düzenlenmelidir.
7. Özet (ve abstract) çalışmanın amacını, kapsamını, yöntemini ve ulaşılan sonuçları kısaca tanımlamalı ve 100 kelimeyi aşmamalıdır. En az üç tane Türkçe ve İngilizce anahtar kelime verilmelidir. Türkçe ve İngilizce Başlık, Özet (abstract) ve anahtar kelimeler (keywords) birinci sayfaya sığdırılmalı ve ana metin ikinci sayfadan başlatılmalıdır.
8. Bölüm ve alt bölüm başlıkları numaralandırılmalıdır (TS 12 12 ISO 2145).
9. Semboller uluslararası kullanıma uygun seçilmeli; her bir sembol ilk kullanıldığı yerde tanımlanmalı, ayrıca metnin sonunda (Kaynaklardan önce) tüm semboller alfabetik sırayla (önce Latin alfabesi, sonra Yunan alfabesi) listelenmelidir.
10. Denklemler numaralandırılmalı ve bu numaralar satır sonunda parantez içinde gösterilmelidir.
11. Fotoğraflar tarayıcıdan geçirilerek çözünürlüğü en az 300 dpi olacak şekilde ve jpeg formatında bilgisayar ortamına aktarılmalıdır. Çizelgeler, çizimler ve fotoğraflar metin içine yerleştirilmeli, her birine numara ve başlık verilmeli, numara ve başlıklar çizim (şekil) ve fotoğrafların altına, çizelgelerin (tablo) üstüne yazılmalıdır.
12. Yazılarda yalnızca SI birimleri kullanılmalıdır.
13. Etik kuralları gereğince, alıntılar tırnak içinde verilmeli ve bir referans numarasıyla kaynak belirtilmelidir.
14. Teşekkür olabildiğince kısa olmalı, çalışmaya katkısı ve desteği bulunan kişi ve kuruluşlar belirtilmelidir.
15. Kaynaklar metinde köşeli parantez içinde numaralanmalı ve kaynaklar listesinde metin içinde veriliş sırasına uygun biçimde belirtilmelidir. Kaynaklarda şu bilgiler verilmelidir:

Kaynak bir makale ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yıl. "makalenin tam başlığı," derginin adı, cilt, sayı, başlama ve bitiş sayfaları.

Örnek 1: Kaçar, E. N., Erbay, L. B. 2013. "Isı Değiştiricilerin Tasarımına Bir Bakış," Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 644, s. 14-43.

Örnek 2: Kaçar, E. N., Erbay, L. B. 2013. "A Design Review For Heat Exchangers," Engineer and Machinery, vol. 54, no. 644, p. 14-43.

Kaynak bir kitap ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yıl. kitabın adı, varsa cilt numarası, varsa editörü, yayın veya ISBN no, yayın evi, yayımlandığı yer.

Örnek: Lazzarin, R., Nalini, L. 2013. Havanın Nemlendirilmesi, ISBN: 978-605-01-0441-7, MMO/599, TMMOB MMO Yayını, İzmir.

Kaynak bildiri ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yıl. "bildirinin adı," konferansın adı, tarihi, yapıldığı yer.

Kaynak tez ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi. yıl. "tezin adı," derecesi, sunulduğu kurum, şehir.

Kaynak rapor ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yıl. raporun adı, türü, yayın numarası, kuruluşun adı, yayımlandığı yer.

Kaynak internet adresi ise: Yazarın soyadı, adının baş harfi., diğer yazarlar. yıl. "yazının adı," internet bağlantısı, son erişim tarihi.

ZOR İŞLER İÇİN

Güçlü nefes



www.dalgakiran.com

D/LG/KIR/N
KOMPRESÖR