TMMOB
Elektrik Mühendisleri Odası

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

elektrik, elektronik, kontrol ve biyomedikal mühendislerinin dergisidir

Sayı: 465 | Nisan-Mayıs 2019 ISSN 0013-5402

HIZI DEĞİL TAHRİP GÜCÜ YÜKSEK!..

TREN KAZASI DOSYASI

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE DALGA ENERJİSİ

FOSİL YAKITLARDAN YENİLENEBİLİR ENERJİYE

SAYISAL KARASAL TELEVİZYON

YARGIDAN MESLEKİ DENETİME ONAY

EEMKON
2019
İSTANBUL

EEMKON 2019

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ

Sempozyumlar

- Biyomedikal Mühendisliği
- Elektrik ve Kontrol Mühendisliği
- Elektronik Sanayi
- Enerji Politikaları
- İletişim Teknolojileri
- Kent ve Elektrik
- Mühendislik Eğitimi

14-16 KASIM 2019

Harbiye Askeri Müze
Kültür Sitesi

www.eemkon.org.tr

eemkon2019@emo.org.tr

/eemkon2019

/eemkon2019

/eemkon2019

TMMOB
Elektrik Mühendisleri Odası
İstanbul Şubesi
1954

Açı Mühendislik
Sanayi ve Ticaret A.Ş.

HİZMETLERİMİZ:

- ŞEHİR ELEKTRİK ŞEBEKELERİ
- YG-OG ENERJİ NAKİL HATLARI
- DAĞITIM VE TRAFO MERKEZLERİ
- YERALTI YG-OG-AG ELEKTRİK ŞEBEKELERİ
- OTOYOL, YOL, ÇEVRE VE ALAN AYDINLATMALARI
- KARAYOLLARI TÜNELLERİ ELEKTROMEKANİK İŞLERİ
- OTELLER, İŞ MERKEZLERİ, PLAZALAR
- HASTANELER, BANKALAR, OKULLAR
- MARİNALAR VE LİMANLAR
- AKILLI BİNALAR VE ENDÜSTRİYEL BİNALAR
- YERALTI TELEKOMÜNİKASYON ŞEBEKESİ
- GÜNEŞ PANELLİ ELEKTRİK ÜRETİM SİSTEMLERİ

Merkez:

Caferağa Mah. Bahariye Cad.
Akyıldız Apt. No:48 Kat:6

Kadıköy/İSTANBUL

Tel: **(0216) 349 95 22** (3 hat)
Faks: **(0216) 345 40 80**
E-Posta: aci@acimuhendislik.com.tr

Şube:

Gökçebel Mah. İnönü Cad.
No:19 B-5 Yalıkavak

Bodrum/MUĞLA

Tel: **(0252) 386 42 57**
Faks: **(0252) 386 42 58**
E-Posta: acimuh@hotmail.com

TCS
ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
ISO 14001:2004

www.acimuhendislik.com.tr

Türkiye için çalışıyor, Dünya için üretiyoruz...

Yer altında ve yerüstünde yıllardır yapılan enerji yatırımlarının en güçlü kablo tedarikçisi olarak hep yanınızdaydık. Her yıl kendimizi yenileyip daha ileriye adımlar attık. Hedeflerimize olan inancımızla yeni yatırımlara, yeni pazarlara yelken açtık. Bize olan güveninizi hiç sarsmadık. 28 yılımızı verdiğimiz işimizde ayak basmadık kıta bırakmadık, tam 80 ülkeye ihracat yaptık. Dünya kablo sektöründe global bir Türk markası yaratmak için durmadan çalışıyoruz.

HASÇELİK KABLO SAN. ve TİC. A. Ş.
Organize San. Böl. 18. Cad. No: 20 KAYSERİ
T: 0352 321 15 55 F: 0352 321 18 29
satis-kablo@hascelik.com.tr / sales-cable@hascelik.com.tr
www.hascelik.com.tr

HASÇELİK® KABLO

TÜRKİYE'NİN 500 BÜYÜK SANAYİ KURULUŞU

Demiryaka HOLDING

Uyan

ELECTRICAL & MACHINERY WORKS UNDERTAKING AND TRADE

UYAN ELEKTRİK MAK. İNŞ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.

Schneider Electric
OG Hücre
Üretici Partner

UYAN ELEKTRİK MAK. İNŞ. SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ.
10024 Sokak No.14 İ.A.O.S.B. 35620 çiğli / izmir
Tel: +90 (232) 376 81 07 - 376 81 08 Fax: +90 (232) 376 82 08
e-mail: info@uyanelektrik.com www.uyanelektrik.com

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ
1954

NİSAN-MAYIS 2019 - SAYI: 465

TMMOB
Elektrik Mühendisleri Odası adına
SAHİBİ
Yönetim Kurulu Başkanı
Gazi İpek

SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
İbrahim Saral

YAYIN KURULU
Gazi İpek
Mehmet Turgut
İbrahim Saral
Kübülay Özbek
Evindar Aydın
Neval Şimşek
Cansel Aslan
Adem Yardım
Ahmet Hilmi Güven
Alaattin Ali Yolcu
Alkan Alkaya
Arif Koçoğlu
Çiğdem Işıkyürek
Erdal Apaçık
İnayet Burcu Toprak
Mehmet Orak
Necdet Uğuz
Neriman Usta
Nurcan Bircan Yayla
Ömer Adışen
Seyit Ali Gürsoy
Tanay Sıdkı Uyar
Tayfun İşbilen

YAYINA HAZIRLAYAN
Osman Bahadır

REKLAM SORUMLUSU
Münevver Çay Turgut
EMO İstanbul Şubesi
Tel: +90 (212) 259 11 50-Faks: +90 (212) 258 36 55
e-posta: munevver.cay@emo.org.tr

YÖNETİM YERİ
Elektrik Mühendisleri Odası
Ihlamur Sokak No: 10 Kızılay-Ankara
Tel: +90 (312) 425 32 72 (PBX)
Faks: +90 (312) 417 38 18
e-posta: emo.yayin@emo.org.tr
http://www.emo.org.tr

Yayın Türü: Yerel Süreli Yayın
İki ayda bir yayımlanır

BASIM TARİHİ ve SAATİ
22 Nisan 2019-09:00

BASIM ADEDİ
7.500

DİZGİ ve TASARIM
PLAR
Planlama Yayıncılık Reklamcılık
Turizm İnşaat Tic. Ltd. Şti.
Yüksel Cad. No: 35/12 Yenişehir-Ankara
Tel: +90 (312) 432 01 83-93 • Faks:+90 (312) 432 54 22
e-posta: plarplanlama@gmail.com

BASKI
Ezgi Matbaa Tekstil ve Porselen İnş. San. Tic. Ltd. Şti.
Çobançeşme Mah. Sanayi Cad. Altay Sok. No: 14
Küçükçekmece/İstanbul
Tel: 0.212.452 23 02 • Faks: 0.212.654 94 13
ezgimatbaa@gmail.com

Dergide yer alan yazılar EMO'dan izinsiz yayınlanamaz ve alıntı yapılamaz. Yayınlanan yazılardaki görüşler, yazarın sorumluluğundadır.

EMO üyelerine parasız dağıtılır.

İÇİNDEKİLER

BAŞYAZI 7
EMO 46. Dönem Yönetim Kurulu

EMO'dan... 9

ELEKTRİK DÜNYASINDAN HABERLER 11

ODAMIZIN FAALİYETLERİ
EMO'nun Kurumlarla İlişkileri 16

YÜKSEK HIZLI TREN FACİASI 22

BİRLEŞİK TAŞIMACILIK ÇALIŞANLARI SENDİKASI (BTS)'NİN
HAZIRLADIĞI "YÜKSEK HIZLI TREN FACİASI RAPORU" 26

BİR SİNYALİZASYON UZMANININ GÖRÜŞLERİ 28

RAYLI SİSTEMLERDE SİNYALİZASYON: NEDEN? NASIL? 29
M. Turan Söylemez

SİNYALLİ HAT UZUNLUKLARI (2017) 35

CUMHURİYET DÖNEMİNDEKİ TREN KAZALARI 36

SAYIŞTAY'DAN ÇARPICI BULGULAR 37

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE DALGA ENERJİSİ 43
İsmail H. Altaş ve Erdinç Şahin

DÜZENLİ-DÜZENSİZ DALGA ENERJİ SİSTEMLERİNİN MODELLENMESİ 54
Erdinç Şahin ve İsmail H. Altaş

FOSİL YAKITLARDAN YENİLENEBİLİR ENERJİYE 60
Tanay Sıdkı Uyar

SAYISAL KARASAL TELEVİZYON 64
Özgür Coşar

KADIN KOMİSYONU ÇALIŞMALARI 65

HUKUK KÖŞESİ
Yargıdan Mesleki Denetime Onay 66

ODAMIZIN TARİHİNDEN
Ne Söylemiştik? 68
Hazırlayan: Nurcan Bircan Yayla

KİTAP TANITIMI 70

TARİHTE ELEKTRİK
Osmanlılarda İlk Elektrik Uygulamaları 72
Osman Bahadır

KARİKATÜR 80
Mehmet Saim Bilge

20
YIL
1999 - 2019
ALPERDEM
ELEKTRİK
Odaklandığımız iş alanlarının başında endüstriyel tesisler, alışveriş merkezlerine yönelik elektrik mühendisliği ve müteahhitlik hizmetleri gelmektedir. Toplu konutlar, sağlık ve eğitim tesisleri ile modern yönetim binaları da bu çerçevede şirketimizin uzmanlığının sergilendiği projelerdir.
www.alperdem.com.tr
Merkez Ofis: 0(232) 472 05 56
İstanbul Ofis: 0(216) 685 12 97
Ankara Ofis: 0(312) 440 32 91

BAŞYAZI

EMO 46. Dönem Yönetim Kurulu

Değerli Meslektaşlarım,

Elektrik Mühendisleri Odası ve ülkemiz açısından yoğun bir çalışma dönemini daha geride bırakırken, Elektrik Mühendisliği Dergimiz aracılığıyla sizlerle yeniden buluşmaktan büyük mutluluk duyuyoruz.

EMO 46. Dönem Yönetim Kurulu olarak, üyelerimizin özlük haklarının korunarak geliştirilmesi ve mevzuat değişikliği çalışmaları kapsamında; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, TEİAŞ, TEDAŞ, TSE, YÖK, EPDK, Kişisel Verileri Koruma Kurumu, GAZBİR ve ELDER'e ziyaretler gerçekleştirdik. Kurumlarla yapılan görüşmelerde üyelerimizin sahada yaşadıkları sorunlar ve çözüm için yapılması gerekenlerin yanı sıra, ülkemizin ekonomik, sanayi ve teknolojik gelişimi için önerilerimizi dile getirdik. Ortak çalışma zeminleri kurulmasına fırsat sağlayan bu ziyaretlerimizi önümüzdeki dönemde de sürdüreceğiz. Yaptığımız görüşmelerin ayrıntıları ve sonuçları ile ilgili yazıyı Dergimizde bulabilirsiniz.

EMO mevzuatının günün ihtiyaçları doğrultusunda güncellenmesi kapsamında, hazırladığımız yönetmelik değişiklikleri Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Elektrik Mühendisleri Odası Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimine Ait Elektrik Mühendisliği Hizmetleri Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik 23.02.2019 tarih ve 30695 sayılı Resmi Gazete'de; Elektrik Mühendisleri Odası Elektrik Yüksek Gerilim Tesisleri İşletme Sorumluluğu Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile Elektrik Mühendisleri Odası Serbest Müşavir Mühendislik Hizmetleri Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik de 22.01.2019 tarih ve 30663 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.

Değerli Meslektaşlarım,

Dergimizin 465. sayısının hazırlıkları Türkiye için önemli sonuçlar doğuracak 31 Mart yerel seçimlerinin hemen öncesine denk gelmiştir. Yerel yönetimlerde öncelikle kamu yararını gözeten, bilim ve mühendislik ilkelerini temel alan, demokratik, katılımcı ve çağdaş bir anlayışın kurulması esastır. Kentlerde, ulaşım, elektrik, su ve doğalgaz başta olmak üzere temel altyapı hizmetleri eksiksiz olarak yaşama geçirilmeli, tüm yurttaşların barınma, beslenme, sağlık, eğitim, kültür ve çevre hizmetlerine erişimi sağlanmalıdır. Bu noktada sosyal devletin önemi giderek daha iyi anlaşılmaktadır. Önümüzdeki yerel seçimlerin bu amaçlara hizmet edecek şekilde sonuçlanmasını diliyoruz.

Ülkemizde uzun zamandır etkisini hissettiren ekonomik krizin acı reçetesi de seçimler sonrasına ötelenmiş görünmektedir. Seçimlerde oy kaybetmek istemeyen iktidar, elektrik ve doğalgaz indirimleri, yoksulların elektrik faturasına katkı, trafik cezalarına af, bazı vergilere indirim gibi birçok paket açıklamış, 2018'de yüzde 20.3'e fırlamış olan enflasyona karşı da "meyve ve sebzede tanzim satış" gibi uygulamalar başlatmıştır. Geçim sıkıntısı içindeki halkın sorunlarına çare olmayan bu tür geçici önlemler yerine, köklü çözüm sağlayacak politikaların bir an önce hayata geçirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde seçimler sonrasında kriz daha da ağırlaşacak ve Türkiye bugünkünden de kötü bir tabloyla karşı karşıya kalacaktır.

Değerli Meslektaşlarım,

Elektrik Mühendisliği dergisinin bu sayısında, öncelikle elektrik dünyasından çok çeşitli haberler vermek istedik. Elektrik dünyası, elektrikle ilgili olarak dünyada ve ülkemizdeki akademik, teknolojik, eğitimsel, sanayiye ve aynı zamanda meslektaşlarımızın sorunlarına ilişkin tüm gelişmeleri kapsamaktadır. Meslektaşlarımızın da katkılarıyla bu sayfanın çok daha kapsamlı hale geleceğini düşünüyoruz.

13 Aralık 2018 tarihinde Ankara- Konya seferini yapmakta olan yüksek hızlı tren, aynı hatta bulunan kılavuz trenine çarptı ve bu feci kazanın sonucunda 9 yurttaşımız öldü, 86 yurttaşımız da yararlandı. Tamamen sinyalizasyon yokluğundan kaynaklanan bu facia kamuoyunda gerektiği boyutta tartışılmadı. Biz sinyalizasyonsuz hızlı trenin düşünülemeyeceğini daha ilk günden açıkladık. Dergimizde de bu konuyu dosya konusu haline getirerek sorunu tüm yönleriyle bilimsel olarak ele almaya çalıştık. Bu konuda hem uzun yıllar demiryolları sinyalizasyonu çalışmalarında bulunmuş olan elektrik-elektronik yüksek mühendisi Sayın Rıza B. Akcan'ın hem de sinyalizasyon konusunda araştırmalar yapan İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. M. Turan Söylemez'in görüşlerine yer verdik. Ayrıca Birleşik Taşımacılık Sendikası'nın kazayla ilgili açıklaması da son derece önemli ve açıklayıcıdır. Ülkemiz tarihinin son dönemlerinde yaşanan tren kazalarıyla ilgili istatistiki bilgiler de, tren kazalarının büyük ölçüde çarpışmalar sonucu meydana geldiğini göstermektedir. Bu da yine demiryollarımızdaki temel sorunun sinyalizasyon sorunu olduğunun bir başka kanıtıdır. Sayıştay raporlarının demiryolları bakımından incelenmesi de, kazaların arka planında yatan usulsüzlükleri ortaya çıkartmaktadır. Hazırladığımız bu dosyanın her zaman için bu konuda yararlanılacak temel bir kaynak olacağı kanısındayız. Dergimizin bundan sonraki sayılarında da güncel gelişmeler doğrultusunda farklı konularda kapsamlı inceleme ve değerlendirmelerin yer alacağı dosyalara yer vereceğiz.

Ülkemizin enerji ihtiyacının çok büyük bir bölümü yabancı kaynaklardan karşılanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin olan ülkemizde bu kaynakların yeterli düzeyde kullanıldığını söyleyemeyiz. Özellikle dalga enerjisinden yararlanma konusunda henüz yola çıktığımız bile söylenemez. Oysa dörtte üçü denizle çevrili ülkemizde çok temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak hem deniz kıyısı hem de açık deniz dalga enerjisi, önemli bir potansiyel enerji kaynağı olarak önümüzde durmaktadır. Dergimizin bu sayısında bu önemli konuyu, Karadeniz Teknik Üniversitesi öğretim üyeleri Sayın İsmail H. Altaş ve Sayın Erdinç Şahin hem teorik hem de uygulama boyutlarıyla ele aldılar.

Prof. Dr. Tanay Sıdkı Uyar, enerji sorununu tarihsel bir bakış açısıyla ele aldı ve günümüzdeki yenilenebiir enerji sorununun en önemli noktalarına dikkat çekti.

Sayın Özgür Coşar da, "Sayısal Karasal Televizyon" başlıklı yazısında, en son gelişmeler ışığında yayınlara erişim ve frekans bandı tahsisi konularına hem teknolojik hem de yasal prosedürler açısından yaklaşarak çözüm önerilerinde bulundu.

Bu sayımızdan itibaren hem hukuk köşesine hem de tarih sayfalarına yer açıyoruz.

Hukuk köşesinde meslektaşlarımızın ve odamızın hukuki sorunlarını ele alacak, tarih sayfalarında ise hem odamızın hem de dünyanın ve ülkemizin elektrik tarihinden kesitler sunan sayfalara yer vereceğiz.

Elektrik Mühendisliği dergimizin siz meslektaşlarımızın da katkılarıyla daha güçlü ve işlevli bir dergi haline geleceğini umuyoruz.

Saygılarımla…

EMO'dan...

Elektrik Mühendisliği, nasıl bir dergi olmalı?

Elektrik Mühendisleri Odası'nın temel görevleri, üyelerinin ve elektrik mühendislerinin sorunlarının çözümüne yardımcı olmak, elektrik mühendisleri arasında dayanışma yaratmak, elektrik enerjisinin üretiminde ve tüketiminde verimlilik, doğal çevrenin korunmasına uygunluk ve dağılımında adalet konularında toplumsal bilinç oluşturmaya çalışmak ve elektrikle ilgili ortaya çıkacak toplumsal sorunlarda halka gerçekleri açıklamaktır. Odanın bu temel görevleri, *Elektrik Mühendisliği (EM)* dergisinin de ana çizgisini belirlemektedir.

EM, her şeyden önce bir haber dergisi olmalıdır. Bunun için periyodunun mümkün olduğu kadar kısa olması gerekir. *EM* dergisi, 1956 yılının Aralık ayında ilk kez yayınlandığında periyodu 9. sayısına kadar bir aydı. Periyod bu sayıdan sonra 1960'lı yıllarda düzenini yitirdi ama çoğunlukla iki aydı. Sonraki yıllarda daha uzun periyotlarla da yayınlandığı görüldü.

EM, elektrik mühendislerinin merakla okuyacakları bir dergi olmalıdır. Bunun için onların mesleki çalışmaları sırasında karşılaştıkları bilimsel, teknik, hukuki ve sosyal problemlere çözüm yollarını veya önerilerini dergide bulmaları gerekir. Dergi ile mühendisler arasındaki ilişki güçlendiği ölçüde, mühendisler önemli sorunlarını dergiye daha çok ileteceklerdir.

EM, özellikle nükleer santraller, HES'ler, özelleştirmeler, elektrik mühendisliğini ilgilendiren "kazalar", fatura yolsuzluk ve usulsüzlükleri vb. gibi konularda siyasal iktidarların veya ilgili işletme yöneticilerinin halkı aldatma girişimleri karşısında gerçekleri açıklamakla yükümlüdür.

İki asır önce elektriksiz yaşam mümkündü. Bugün elektriksiz toplumsal yaşam düşünülemez. Bu nedenle elektrik enerjisinden eşit haklarla yararlanmak, bir toplumsal adalet ve insan hakkı sorunu haline dönüşmüştür. Dergimizin temel çizgilerinden biri de, elektrikten yararlanma insan hakkı ilkesini, toplumca temel bir ilke olarak kabullenilmesi için öne çıkartmak ve vurgulamaktır.

Elektrik mühendisliğindeki bilimsel ve teknolojik yenilenme hızı yüksektir. Üniversiteden mezun olduktan sonra ortaya çıkmış olan yeni teknikleri öğrenmek isteyen bir mühendis, elbette her şeyi dergimizden öğrenemez ama hiç olmazsa kendisine yön gösterecek önemli bilgileri *EM*'de bulmalıdır.

EM'de elektrik dünyasından bir simayla yapılmış bir söyleşi, özellikle genç mühendislerin deneyimli meslektaşlarının hem hayat hem de meslek tecrübelerinden yararlanmaları bakımından önemli olacaktır. Bu bakımdan dergimizin sayfalarında, tecrübeli bir bilim insanı, emekli bir mühendis, işsiz bir mühendis veya şantiye mühendisi ile söyleşilere yer vermeye çalışacağız.

Mesleki tarihsel bilgi, doğru analizler yapabilmenin temel araçlarından biridir. Bu nedenle her sayıda dünyada ve ülkemizde elektrik teorisi ve uygulamalarının tarihsel gelişimiyle ilgili yazıların yanı sıra hem elektrik tarihinden hem de odamızın tarihinden yazılar yer alacaktır.

Odamızın faaliyetleri hakkındaki haberler, kitap ve dergi tanıtımları, MİSEM bilgileri ve mühendislerin odamızın merkezi ve şubeleri ile ilişki kurmalarına yardımcı olacak adres bilgileri, dergimizin her sayısında okurlarına sunacağı konular arasındadır.

EM dergisi, güvenilir kaynaklara dayanarak verdiği gerçek bilgiler ve bilimsel-eleştirel bakış açısı ve yorumlarıyla, elektrik dünyasının referans dergisi olmaya çalışacaktır.

1954

TMMOB
Elektrik Mühendisleri
Odası

EMO VE **SMM** AJANDALARINIZI ŞUBE HİZMET BİNALARINDAN TEMİN EDEBİLİRSİNİZ

ELEKTRİK DÜNYASINDAN HABERLER

Elektrik Faturası Vatandaşı Çarpıyor

Elektriğe yapılan zamları protesto eden Tüketiciyi Koruma Derneği (TÜKODER), elektrik faturalarındaki yüzde on indirim kararının perde arkasında, dağıtım şirketlerinin lehine bir uygulama olduğunu söyledi.

Tüketiciyi Koruma Derneği üyeleri ve çok sayıda vatandaş, elektrik faturalarındaki fiyat artışını protesto etti. 19 Ocak 2019 Cumartesi günü Kadıköy Süreyya Operası önünde bir araya gelen vatandaşlar adına basın açıklamasını TÜKODER Genel Başkanı Aziz Koçal okudu.

Bir Yılda Yüzde 35 Zam

Elektrik dağıtımının özelleştirilmesi sonrası, elektrik faturalarının tüketicinin en büyük harcama kalemi haline dönüştüğünü ifade eden Koçal, "Döviz kurundaki artışlar nedeniyle yapılan zamlar, faturalara yansıyan diğer bedeller ve vergilerin toplamı, kullanılan enerji bedelini ikiye katladı. Tüketici ödenmesi zor faturalar ile karşı karşıya kalıyor" dedi.

2018 yılı içerisinde elektriğe toplam yüzde 35 oranında zam yapıldığını söyleyen Koçal, yüzde 10 indirim kararının ise tüketiciyi koruyamayacağı görüşünü paylaştı. Koçal, "Konutlarda kullanılan 230 kwh'a kadar olan enerji tüketimlerinde müjde olarak sunulan yüzde onluk indirim kararının perde arkasında, dağıtım şirketlerinin lehine bir uygulama olduğunu görüyoruz. Tüm abone gruplarında perakende enerji bedeli Ekim 2018'e göre değişik oranlarda düşürülürken, dağıtım şirketlerinin kasalarına kalan iletim, dağıtım, kayıp ve kaçak bedelinden oluşan dağıtım bedeli yüzde 15.7 arttırılarak şirketlerin karı korunmuştur." dedi.

Kaçak Bedeli Tüketicinin Sırtında

Elektrik faturalarındaki diğer bir sorunun ise elektrik kayıp kaçak bedeli olduğunu belirten Koçal, sözlerine şöyle devam etti:

> *"Anayasamızın 172. maddesinin 'Devlet, tüketicileri koruyucu ve aydınlatıcı tedbirler alır, tüketicilerin kendilerini koruyucu girişimlerini teşvik eder' amir hükmüne rağmen bu yasa ile tüketici korunmamış, tam tersine dağıtım şirketleri korunarak deyim yerindeyse bu şirketlere kıyak yapılmıştır. Vatandaşlarımız kullanmadıkları elektriğin bedelini üstelik de hırsızların çaldığı elektriğin bedelini ödemek zorunda bırakılmıştır."*

Fatura Bedelinin Yüzde 26'sı Vergilerden Oluşuyor

Elektrik faturalarında bedelin sadece yüzde 52'lik bölümünün enerji bedelini oluşturduğunu söyleyen Koçal, bedelin yüzde 48'i oranında alınan vergileri ve diğer kalemleri ise şu şekilde sıraladı: "Yüzde 32'lik bölümünü oluşturan 'dağıtım bedeli' tutarının içerisinde, 'sayaç okuma bedeli, perakende satış hizmet bedeli, kayıp kaçak bedeli, iletim sistemleri bedelleri' bulunuyor. Tüketiciler olarak faturalarımıza yansıtılan bu tutarın hangi hizmet karşılığında hangi oranda alındığını bilmemiz gerekiyor. Faturalarda bu kalemlerle ilgili detaylı bilgi mevcut değil. Bu nedenle denetleme de ortadan kalkıyor. Elektrik tüketimimizdeki diğer sorun ise faturalarımızın bedelinin yüzde 26'lık bölümünü oluşturan vergiler. Bu vergiler yüzde 1 enerji fonu, yüzde 2 TRT payı, yüzde 5 belediye tüketim vergisi ve yüzde 18 KDV'den oluşuyor. Lüks ihtiyaç olan pırlantada KDV'nin sıfır, temel ihtiyaçlardan biri olan elektrikte ise KDV'nin yüzde 18 olması ve diğer vergiler ile bu oranın yüzde 26'ya çıkması ile vergi adaletini sağlayamayız.

Asgari insani ihtiyaçlar için gerekli elektrik enerjisinin ücretsiz elde edilmesi, günümüzde temel bir insan hakkıdır. Bu hakkın vatandaşlara sağlanması, devletin sosyal görevlerinden biridir

Vergiler Kaldırılmalıdır

TÜKODER Genel Başkanı Aziz Koçal tüketicilerin taleplerini de şu şekilde sıraladı:

Dağıtım içerisinde yer alan; kayıp kaçak bedeli, sayaç okuma bedeli kaldırılmalı, tüketici lehine yeni bir yasal düzenleme acilen yapılmalı ve kamu vicdanı bu yaradan kurtarılmalıdır.

35 TL'lik Fatura 95 TL Oldu

Yeni yılda elektrik ve doğalgazda yüzde 10 indirim yapılacağı duyurulmuştu. 2018 yılında elektriğe dört kez olmak üzere toplamda yüzde 35 zam yapıldı. Doğalgazda yapılan zamlar da yüzde 27.7'yi buldu. Geçtiğimiz yılın Mayıs ayında elektriğe 34.20 TL ödeyen bir vatandaşın 2019 yılı Ocak ayındaki fatura tutarı 94.44 TL oldu. Bu faturanın 52.21 TL'si elektrik bedeli olarak belirlenirken, 23.65 TL'sini dağıtım bedeli, 18.58'ini ise vergiler ve fonlar oluşturuyor.

Doğalgaz faturalarındaki tablo da çok farklı değil. Geçtiğimiz yılın ilk ayında doğalgaza 91 TL ödeyen bir tüketici, 2019'un ilk ayında 139 TL ödemek zorunda kaldı.

TÜKODER, elektrik, doğalgaz ve su faturalarıyla ilgili taleplerini şu şekilde ifade ediyor:

- *Temel ihtiyacımız olan elektrik, doğalgaz ve su faturalarında vergiler kaldırılmalı ya da ekmekte olduğu gibi yüzde 1 oranına indirilmelidir.*
- *Elektrik, doğalgaz, su tedariki, kamu hizmeti olarak tüketiciye sunulmalı, bu hizmet verilirken kar öncelikli olmamalı, kaliteli ucuz hizmet öncelikli olmalı, bu nedenle bu hizmetlerde özelleştirmelerden vazgeçilmeli, bu hizmetlerin kamulaştırılmasına dönülmelidir.*
- *Asgari ücretli ve emekli olan tüketicilerimizin elektrik, doğalgaz ve su tüketimlerinde indirim uygulanmalıdır.*
- *Elektrik, doğalgaz ve suya yapılan zamlar geri alınmalıdır. Yüzde 10 indirim oranı yükseltilmelidir.*

GazeteKadıköy, 25-31 Ocak 2019, Erhan Demirtaş Haberi

91 Yıllık Elektrik Fabrikası Satışa Çıkartıldı

Özelleştirme İdaresi Başkanlığı'nın (ÖİB), İzmirlilerin tepkilerine karşın Alsancak'taki 91 yıllık tarihi elektrik fabrikasını, yaklaşık 11 dönümlük arazisiyle birlikte "sessiz sedasız" yeniden satışa çıkardığı ortaya çıktı.

ÖİB'nin geçen yıl satış ilanı vermesi tepki toplamış ve İzmir Büyükşehir Belediye Başkanı Aziz Kocaoğlu, İzmir sanayi tarihinde çok önemli yeri olan bu yapıyı restore ederek kent yaşamına kazandırmak istediklerini söylemişti. Bu amaçla hareket ettiklerini belirten Kocaoğlu, "bu yapının satılmaya değil korunmaya, yaşatılmaya ve gelecek kuşaklara aktarılmaya ihtiyacı var. Biz de buna talibiz" demişti.

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) da, bu yapının ve arazisinin amaç dışı kullanımının önlenmesi için tapunun yeniden İzmir Büyükşehir Belediyesi'ne devredilmesini ve yenilendikten sonra da müze ve eğitim amaçlı olarak kullanılmasını istemişti. Ancak AKP ve ÖİB'nin, alanın satışı için yeniden ihaleye çıktığı anlaşıldı.

İlk özelleştirme kararı aleyhine İzmir 3. İdare Mahkemesi'ne yaptıkları başvuruya mahkemenin görevsizlik kararı vermesi üzerine dosyayı Danıştay'a taşıdıklarını belirten avukat Senih Özay, stajyer avukatlarının tesadüfen görmesiyle parselin 16 Nisan 2019 tarihinde ihaleye çıkartılacağını gördüklerini ve 60 gün içinde yine Danıştay'da bir dava açacaklarını söyledi.

Satışa çıkartılan bu elektrik fabrikası, İstanbul'da bugün müze olarak hizmet veren Silahtarağa Santralı ile aynı dönemde çalışmaya başlamıştı. Fabrikanın temeli, 1926 yılında Belçikalı Traction-Electritice şirketi tarafından atılmıştı. Santral 18 Ekim 1928 tarihinde devreye girdi. Türkiye Elektrik Kurumu'nun parçalanmasından sonra da Ankara Doğal Elektrik Üretim ve Ticaret A. Ş. Bünyesinde kaldı. Üretimin durdurulmasının ardından, teknoloji tarihi açısından önemli ekipmanlar ve cihazlar sökülerek hurdaya ayrıldı veya yok edildi.

Cumhuriyet, Yusuf Özkan haberi, 14 Ocak 2019

Beyin Hasarlarını Ambülansta Tespit Edebilen Yeni Bir Tıbbi Cihaz Geliştirildi

İTÜ Elektrik Elektronik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölüm başkanı Prof. Dr. İbrahim Akduman ve ekibi, kaza, darbe ve damar tıkanıklığı sonucu oluşan beyin hasarlarını hasta daha ambülanstayken saptayabilen bir tıbbi cihaz geliştirdi.

Akduman geliştirdikleri cihazla ilgili olarak şunları söylüyor:

"Dünyada ve ülkemizde inme, en ölümcül ikinci hastalık olarak sıralanmakta ve aynı zamanda yetişkinlerde görülen nörolojik bozuklukların en önemli nedenini oluşturmaktadır. Beyne giden damarların tıkanması ile oluşana iskemik inme, beyindeki damarların yırtılması ile oluşana ise hemorajik inme denir. İskemik inmede oluşan kan pıhtısının eritilmesine yönelik ilaçlar verilir, fakat aynı tedavi hemorajik inmede uygulanırsa yüksek olasılıkla hasta kaybedilir. Bu nedenle inmenin kaynağının ilk müdahale esnasında ve tedaviye başlanmadan önce doğru şekilde tespit edilmesi hayati önem arzeder. Tespit, hastane öncesi, daha hasta olay yerinde veya ambülans ile nakledilirken yapılmalı ve hastane ekibine bildirilerek doğru müdahale için gerekli hazırlığın yapılması sağlanmalıdır. Bu cihaz, inme nedenini hastane öncesi hızlı ve doğru tespit eden cihaz olarak geliştirildi."

Cihazın İTÜ'de tasarlandığını, prototipinin üretildiğini ve yapılan testlerin başarıyla sonuçlandığını söyleyen Akduman, açıklamalarını şöyle sürdürüyor:

"Travma sonrası ambülanslarda mobil olarak hastanın beynindeki semptomun iskemik mi yoksa hemorajik mi olduğunu tespit eder, kanamayı görüntülediği için hastanın durumunu sürekli monitor eder, kısa zamanda doğru tedavinin başlamasını sağlar, iyonize radyasyon içermez. İki adet prototip geliştirildi. Patent başvuru çalışmaları tamamlanmak üzere. Fantomlar üzerinde yapılan testler başarıyla sonuçlandı ve klinik testlere başlamak için Sağlık Bakanlığı İlaç ve Tıbbi Cihazlar Genel Müdürlüğü'ne gereken başvuru yapıldı. Böylece İTÜ'de geliştirdiğimiz tıbbi cihazlarımıza bir yenisini daha eklemiş bulunuyoruz."

Kaynak: İTÜ, Nisan-Haziran 2018, Sayı 80

Ticarileşebilen Senkron Relüktans Motorları Geliştirildi

Türkiye'nin endüstriyel amaçlı, ticarileşebilir ilk senkron relüktans motorları, İTÜ Elektrik Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği öğretim üyeleri Doç. Dr. Lale Tükenmez Ergene ve Dr. Murat İmeryüz danışmanlığında tasarlanıp geliştirildi.

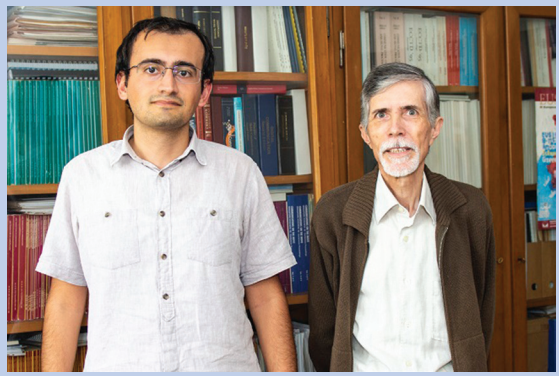
Tasarlanan motorlar Arçelik A. Ş. Çerkezköy motor işletmesi tarafından üretildi. TÜBİTAK TEYDEP proje desteğiyle 2.2 kw, 4 kw ve 5.5 kw güçlerinde tasarlanıp geliştirilen motorların ARÇELİK A. Ş. tarafından önümüzdeki yıl içinde seri üretime alınması planlanıyor.

Projede araştırmacı olarak yer alan elektrik yüksek mühendisi Nezih Gökhan Özçelik, senkron relüktans motorları konusundaki yüksek lisans tezini 2016 yılında Doç. Dr. Lale Tükenmez Ergene danışmanlığında tamamlamıştı.

Tez çalışması bu alandaki ilklerden biri. Üniversite sanayi işbirliğinin örneklerinden olan ve İTÜNOVA A.Ş. üzerinden yapılan bu projede ARÇELİK A. Ş. tarafından Çerkezköy motor işletmesi Ar-Ge müdürü Barış Tuğrul Ertuğrul, elektrik mühendisi Hakan Gedik, elektrik yüksek mühendisi Nezih Gökhan Özçelik ve elektrik mühendisi Uğur Emre Doğru da araştırmacı olarak yer almıştı.

Kaynak: İTÜ, Nisan-Haziran 2018, Sayı 80

SİU-2018'den En İyi Bildiri Ödülü



2-5 Mayıs 2018 tarihlerinde düzenlenen 26. IEEE Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı'nda (SİU-2018), IEEE Türkiye İletişim Kolu En İyi Öğrenci Bildirisi Ödülü'ne, İTÜ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı Telekomünikasyon Mühendisliği Yüksek Lisans Programı öğrencisi Hüseyin Onur Baktıroğlu'nun, Prof. Dr. Ümit Aygölü ile hazırladığı bildiri layık görüldü.

Baktıroğlu ve Aygölü'nün İzmir'de 26. SİU-2018 kurultayında sundukları, iletişim alanında hazırlamış oldukları bildiri, "Tam Çift-Yönlü Bilişsel DF Röle Ağları için Bir Spektrum Paylaşım Protokolü" başlığını taşıyordu.

Telsiz iletişiminde bilişsel tam çift-yönlü röle sistemleri, aynı iletim ortamından birden fazla kullanıcının yararlanmasını sağlıyor. Spektral verimliliği arttırmasının yanında, bu sistemlerde röle kullanıldığında kapsama alanında da genişleme sağlanıyor. Bu bildiride iki yönlü iletim için iki evreli yeni bir tam çift yönlü çöz ve aktar (DF) adı verilen röleli spektrum paylaşım protokolü önerilmektedir.

Sistemdeki birincil ve ikincil kullanıcıların servis kesilmesi olasılığı ifadeleri ve kuramsal olarak elde edilen sonuçlar, bilgisayar benzetimleriyle doğrulandı. Elde edilen sonuçlarla literatürde verilen iki evreli bilişsel tam çift-yönlü kuvvetlendir -ve- aktar (AF) ve üç evreli bilişsel yarı çift-yönlü DF röleli sistemlerin başarımları karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucunda sistemdeki artık döngü girişiminin yeterince düşük olduğu durumlarda, birincil kullanıcının servis kesilme başarımının referans sistemlere göre arttığı gözlemlendi. Ayrıca ikincil alıcıda ardışık girişim giderme tekniğinin uygulanması ve röle görevi gören ikincil vericinin her iki evrede de ikincil alıcıya paketler göndermesiyle referans sistemlere göre daha iyi bir ikincil servis kesilme başarımı elde edildi.

Kaynak: İTÜ, Nisan-Haziran 2018, Sayı 80

2018 Serhat Özyar Ödülü Mustafa Çiftçi'ye Verildi

2018 Serhat Özyar Yılın Genç Bilim İnsanı Ödülü Seçici Kurulu, yılın en iyi doktora tezi ödülüne, İTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Organik Kimya Bölümü'nde doktorasını tamamlayan Mustafa Çiftçi'yi layık gördü.

2002'de vefat eden bilim insanı Dr. Serhat Özyar'ın anısını yaşatmak amacıyla, Elektrik Mühendisleri Odası, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Öğretim Elemanları Derneği ve Bilim ve Ütopya Kooperatifi tarafından kurulan Serhat Özyar Yılın Genç Bilim İnsanı Ödülü, Mustafa Çiftçi'ye, "Mn2(CO)10 Based Visible-Light Photo Initiating" başlıklı doktora tezi için verildi. Tez danışmanı, İTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Yusuf Yağcı idi. Mustafa Çiftçi ödülünü, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde düzenlenen törende, Prof. Dr. Salim Çıracı'nın elinden aldı.

Tez kapsamındaki çalışmalarda, farklı polimerik yapıların, ışık etkisi ile elde edilmesinin sağlandığı yeni fotokimyasal yöntemler geliştirilmiştir. Bu tür ışık kullanımı içeren teknikler geleneksel metotlara kıyasla, çok daha düşük enerji gerektirmesi, malzemeler üzerinde üç boyutlu kontrol sağlanmasına olanak vermesi gibi pek çok avantajı beraberinde getirmektedir.

Kaynak: İTÜ, Nisan-Haziran 2018, Sayı 80

Nükleer Karşıtı Platform'dan "Doğayı Koruyun" Çağrısı

Sinop Nükleer Çöplük Olmayacak

Sinop Nükleer Karşıtı Platform (NKP), doğa harikası İnceburun'da planlanan nükleer santral için ağaçların kesilmeye devam ettiğini belirterek "Vakit, ormanlarımızı, havamızı, suyumuzu, doğamızı koruma vaktidir" açıklamasını yaptı.

Sinop NKP dönem sözcüsü Kayhan Konukçu yaptığı açıklamada İnceburun'da planlanan nükleer santrala ilişkin bilgi verdi. Nükleer santralların Türkiye'nin enerji açığını kapatmak için yapılan projeler olmadığını belirten Konukçu, "Nükleer santrallar, Türkiye'yi daha çok dışa bağımlı hale getirecek projelerdir. Bu nedenle Türkiye derhal nükleer güç santralları projelerinden vazgeçmelidir. Türkiye bu projelerden vazgeçtiğini açıklayınca ülke olarak, Sinop olarak sevinebileceğiz" dedi. Konukçu santralın yapılmasına karşı açtıkları davanın sürdüğünü ifade etti.

9 Milyon Metrekare Alan Ne Olacak?

Japon Mitsubichi Heavy Industries firmasının nükleer santral yapımından çekilme tutumunun altında "Düşük karbonlu Termik Santral" yapma önerisinin bulunduğunu belirten Konukçu, şunları söyledi:

"Sinop/İnceburun yarımadasına nükleer santral yapımı için ÇED raporu dahi hazırlanmadan 650 binden fazla ağaç katledildi. Halen de ağaçların kesimi sürmektedir. ÇED dosyasında yer alan bilgilere göre Sinop Nükleer Santralı için tahsis edilen orman alanı 10 milyon 104 bin metrekaredir. Santral için gerekli alan ise 1 milyon metrekaredir. Peki 9 milyon metrekarelik alan ne için kullanılacak? Bunu hem Japon yetkililere hem de Türkiye'deki yetkililere soruyoruz. Burası, dünyada çözüme kavuşturulamayan atık depolama merkezi olarak mı kullanılacak? Buna izin vermeyeceğiz. Şimdi vakit; ormanlarımızı, havamızı, suyumuzu, doğamızı koruma vaktidir. Vakit; yaşam hakkımız için harekete geçme vaktidir. Herkesi doğamızı ve sahillerimizi temiz tutmaya, nükleere karşı mücadeleye davet ediyoruz. Bu davete Japonya halkı da dahildir. Buradan Japon yetkililere sesleniyoruz: Dünya nükleerden vazgeçerken siz neden bunu Sinop'ta yapmakta ısrar ediyorsunuz."

Cumhuriyet, 1 Şubat 2019

Vakit, ormanlarımızı, havamızı, suyumuzu, doğamızı koruma vaktidir

ODAMIZIN FAALİYETLERİ

EMO'nun KURUMLARLA İLİŞKİLERİ

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO), meslek alanlarımızda faaliyet gösteren, kuruluş ve bağlı birimlerinin arasında işbirliğinin sağlanması, sorunların tespiti, kamu yararı ve güvenliği çerçevesinde sorunların çözümlerine yönelik etkin çalışmalar yapılmasını temel görevlerinden biri olarak görmektedir. EMO 46. Dönem Yönetim Kurulu göreve başladığından beri meslek alanımızda ortak çalışma alanlarımız olan bu kurumlarla görüşmeler gerçekleştirmektedir.

Bu görüşmelere, Türkiye'de elektrik dağıtımının kontrolünü, denetimini, proje onay ve tesis kabulünü, kamulaştırma işlemlerini yürüten Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) ile başlanmıştır. TEDAŞ'ta 10 Eylül 2018 gerçekleştirilen ilk toplantının ana gündemi; Türkiye elektrik dağıtım sisteminin sorunlarının çözümüne katkıda bulunmak ve TEDAŞ ile EMO arasındaki ilişkileri daha düzenli hale getirmek olmuştur. Toplantıda, elektrik dağıtım şirketleri arasındaki uygulama farklılıkları, dağıtım şirketleri ile vatandaşlar arasındaki ilişkilerde ortaya çıkan sorunlar, yüksek gerilim elektrik tesislerinde işletme sorumluluğu hizmetlerinde sorumlu elektrik mühendisi bulundurulması konusunda yaşanan eksiklikler, iç tesisat ve proje denetimleri konuları ele alınmıştır. Elektrik Kuvvetli Akım ve Elektrik İç Tesisler Yönetmeliği gibi günün ihtiyaçlarını karşılayamayan ve TEDAŞ'ın tarafı olduğu bazı yönetmeliklerin güncellenmesi gerektiği dile getirilmiş, EMO'nun bu konuda nasıl katkı sunabileceği tartışılmıştır. Sonuç olarak EMO'nun, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği (EKAT), Elektrik İç Tesisat Yönetmeliği, kodlu işletme bakımı ve dağıtım şirketlerinde yaşanan uygulama sorunları hakkındaki görüş ve önerilerini içeren bir rapor hazırlayarak TEDAŞ'a iletmesine karar verilmiştir.

TEDAŞ Raporu

Odamız toplantıda görüşülenler çerçevesinde, şubelerimizden toplanan görüşler ve ilgili Oda komisyonlarımızın katkılarıyla TEDAŞ Raporu çalışmalarını tamamlamış ve Raporu 19 Ekim 2018 tarihinde TEDAŞ'a iletmiştir. Rapor; yönetmelikler hakkında değerlendirmeler, TEDAŞ Genel Müdürlüğü ve bölge müdürlükleri ile ilgili sorunlar, elektrik dağıtım şirketleri ile ilgili sıkıntılar, fen adamları ile ilgili sorunlar, elektrik dağıtım tesisleri ile ilgili mevzuat ve EMO'nun çözüm önerilerini içeren beş ana başlıktan oluşmaktadır.

Raporun, birinci bölümünde Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri ve Elektrik İç Tesisleri Yönetmelikleri, Proje ve Kabul Yönetmelikleri ile birlikte değerlendirilmiş, bu yönetmeliklerdeki teknik sorunlara, diğer mevzuatlarla uyuşmazlıklara, alan belirsizliklerine ve yetersizliklere yer verilmiştir. Yönetmeliklerin uygulanmasındaki farklılıklar ve bunun yol açtığı sorunlara da değinilerek, şu görüşler vurgulanmıştır:

"Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nin, can ve mal kayıplarının önlenmesi, kamu kaynaklarının doğru kullanılması için TEDAŞ ve bütün alt birimlerinde uygulanması gerekmektedir ve EMO'nun doğrulama sağlayabileceği bir sistem altında takip edilmelidir. Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği ise TEDAŞ dışında kalan diğer proje onay birimleri tarafından uygulanmamakta ya da uygulanamamaktadır. Günümüz koşullarında değişen standart ve şartnameler ile ilgili de sorunları bulunmaktadır, yönetmeliğin yeniden düzenlenmeye ihtiyacı vardır. 3 Aralık 2003 tarihinde yayımlanan Elektrik İç Tesisleri Proje Hazırlama Yönetmeliği, bugüne kadar hiç güncellenmemiştir. Gelişen teknoloji, değişen standart ve İç Tesisat Yönetmeliği'nde farklı zamanlarda yapılan değişiklikler bu Yönetmeliğe maalesef yansıtılmamıştır. Bugün ülkemizin ihtiyacı olan yine konunun paydaşları ile bir araya gelerek Yönetmeliğin bütünsel olarak yenilenmesidir. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği ise bütünlüğünü kaybetmiş, eklektik bir metin haline gelmiştir."

Odamız tarafından 2017 yılında gerekli düzenlemeler yapılan bir Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği taslağı Bakanlığa sunulmuştu.

Raporun; TEDAŞ ve TEDAŞ Bölge Müdürlükleri ile ilgili yaşanan sorunların ele alındığı ikinci bölümünde; Yönetmelikler ile TEDAŞ Yönerge ve MYD/Yatırım İzleme Daire Başkanlığı Şartnameleri, proje onay işlemleri ve kabul işlemlerinden kaynaklanan sorunlara yer verilmiştir. Raporda şöyle denilmiştir:

"TEDAŞ Yönerge ve MYD/Yatırım İzleme Daire Başkanlığı Şartnameleri kamuyla yaygın olarak paylaşılmamakta, geç yayımlanmakta ya da

bazen hiç yayımlanmamaktadır. Üretim tesisleri projelerinde ne tür evrakların istendiği belirsizdir ve ülke genelinde her birim farklı evraklar, farklı hesaplamalar istemektedir."

Raporda, tüm bunlar arasında uygulama birliği sağlanmasına ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Yine bu bölümde proje onay ve kabul hizmet bedellerinin çok yüksek tutulduğu, Odamızın yayımladığı "En Az Ücretlerin" üzerine çıktığı hatta proje bedelini geçtiğinin gözlemlendiğine değinilmiştir. TEDAŞ'a, proje onay ve kabul hizmet bedellerinin gözden geçirilmesi, kamu hizmeti olduğu göz önüne alınarak ücretsiz yapılması ya da sadece masrafları karşılayacak şekilde makul bir seviyeye indirilmesi önerilmiştir.

Raporun üçüncü bölümünde ise Elektrik Dağıtım Şirketleri ile ilgili yaşanan problemler bir araya getirilerek sunulmuş ve bu alandaki bazı sorunların çözümü için üçüncü şahıslara ait özel yüksek gerilim trafolarının listesinin TEDAŞ tarafından EMO'ya verilmesi talep edilmiştir. 30 Ekim 2000 tarih ve 24246 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nin 60. maddesi uyarınca, tüm yüksek gerilimli kuvvetli akım tesislerinde sorumlu elektrik mühendisi bulunması ve ayrıca 18.03.2004 tarih ve 25406 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Elektrik Yüksek Gerilim Tesisleri İşletme Sorumluluğu Yönetmeliği'nin 6. maddesi uyarınca; işletme sorumluluğu üstlenecek mühendislerin EMO tarafından verilen "Elektrik YG Tesisleri İşletme Sorumluluğu Yetki Belgesi" belgesine sahip olmaları ve işletmelerde tam gün ve tam yıl esasına göre çalışmaları gerekmektedir. İşletmelerde bu niteliklere sahip mühendisin bulunmaması durumunda, işletme sorumluluğu hizmeti EMO tarafından verilen 1 kV Üstü ve 1 kV Altı Elektrik Serbest Müşavir Mühendis (SMM) Belgesi ve YG Tesislerinde İşletme Sorumluluğu Yetki Belgesine sahip mühendisler tarafından EMO onaylı sözleşme ile de üstlenilebilmektedir. Raporda, uygulamada; dağıtım şirketlerinin sadece enerji verilmesi sırasında Yüksek Gerilim (YG) İşletme Sorumlusu talep ettiği, sonrasında yeterince takip etmediği, sözleşmelerde EMO onayı şartının bazen ihmal edildiği, bunun da kapasite ve bölge istismarına yol açabildiği ve sisteme sahte mühendislerin girmesine sebep olduğu belirtilmiş, bunun giderilmesi için önlemler alınması gerektiği ifade edilmiştir.

Raporun dördüncü bölümünde ise fen adamları konusunda yaşanan sorunlar ele alınmıştır. Fen adamlarının yetki gücü konusunda ETKB ve TEDAŞ Genel Müdürlüğü'nün sirküle etmiş olduğu talimatnameye uyulmadığı durumlara işaret edilmiştir. Bunların yol açabileceği kamusal zararlara değinilmiş, konuyla ilgili uygulanması gereken mevzuat sunulmuştur. Fen adamlarının fenni mesul üstlenme taleplerini içeren işlemlerinin geri çevrilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Raporun son bölümünde, tüm bu sorunların çözümü, yönetmeliklerin güncellenmesi, uygulama birliğine ulaşılması ve yerel sorunlara müdahale edilmesi için TEDAŞ Genel Müdürlüğü, EMO, TEDAŞ bölge müdürlükleri, dağıtım şirketleri ve EMO şubelerinin yer aldığı ortak komisyonlar oluşturulması önerilmiştir. Bu komisyonlar sürekli ve düzenli şekilde toplanmalı ve aldığı kararların hayata geçirilmesi için çalışmalar yapılmalıdır.

Raporun gönderiminden sonra EMO ve TEDAŞ arasında ikinci bir görüşme daha gerçekleştirilmiştir. EMO Yönetim Kurulu Başkanı Gazi İpek, EMO Ankara Şube Yönetim Kurulu eski Başkan Yardımcısı Tahsin Yılmaz, EMO Yönetmelikler Komisyonu Başkan Yardımcısı Hamza Koç ve EMO Ankara Şube Teknik Müdürü Mustafa Öztürk'ten oluşan EMO heyeti 14 Ocak 2019 tarihinde Yönetim Kurulu Üyesi ve Genel Müdür Yardımcısı Mahmut Yağız, Strateji Geliştirme Daire Başkanı Abdulkadir Balık ve Yatırımlar İzleme Daire Başkanı Yakup Avan ile bir araya gelmişlerdir.

Toplantıda EMO'nun TEDAŞ'a sunduğu rapor ele alınmış, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği ve Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği'nin yer yer uygulanmaması sebebiyle ortaya çıkan sorunlar masaya yatırılarak EMO ile TEDAŞ arasında görüş birliğine varılan konularda mevzuatın ve uygulamaların geliştirilmesi için birlikte çalışmalar yapılmasına karar verilmiştir.

EMO-TEİAŞ Görüşmeleri

EMO Yönetim Kurulu kurum ziyaretlerinin ikincisini ülkemizde "üretilen elektriğin tüketiciye dağıtımını sağlayan ve dağıtım şebekesine aktarımından sorumlu kritik faaliyeti" sürdüren Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi'ne (TEİAŞ) 10 Eylül 2018 tarihinde gerçekleştirmiştir. TEİAŞ Genel Müdürü Orhan Kaldırım ile yapılan görüşmede alınan, meslek alanımıza ilişkin ortak sorunların ele alındığı bir rapor hazırlanması kararı doğrultusunda gerekli çalışmalar EMO tarafından yapılmış ve rapor 18 Aralık 2018 tarihinde TEİAŞ'a iletilmiştir.

Raporda; ilgili yönetmelikler ve bunların uygulanmasına ilişkin EMO'nun görüş ve önerilerinin yanı sıra Odamızın mesleki denetim yapma ve sicil tutma görev yetkisi ile Serbest Mühendis Müşavir (SMM) hizmetlerinin düzenlenmesine ilişkin aşağıda yer alan bazı bilgilere de yer verilmiştir:

"Elektrik mühendisliği alanında serbest faaliyet gösteren üyelerimizin, tüm mesleki faaliyetlerini Odamızın belirlediği kurallar çerçevesinde yerine getirmesi gerekmektedir. 6235 sayılı Mühendislik ve Mimarlık Hakkında Kanun'un 33. maddesi uyarınca bir kişinin serbest müşavir mühendislik icra edebilmesi için diploma sahibi olması yeterli olmayıp ayrıca ihtisası ile ilgili TMMOB Odasına üye olması ve üyeliğini sürdürmesi gereklidir. Kanun, mühendis diploması sahibi kişinin, mesleki faaliyetlerine kanun ile belirlenen kurallara ve mesleğini genel menfaatlere uygun olarak sürdürmesini, geliştirmesini, meslek mensupları ve toplumun diğer mensupları arasındaki ilişkilerin güven sağlayıcı şekilde olmasını istemiş ve mühendisin meslek içi denetimini yapma yetkisini Odamıza vermiştir. Dolayısı ile bir kişinin mühendislik faaliyetinde bulunabilmesi için yalnızca mühendislik eğitimi alması yeterli olmayıp aynı zamanda mesleğini yasa ile belirlenen kurallarına uygun olarak, kamu yararı gözeterek sürdürmesi ve geliştirmesi, meslek mensupları ve toplumun diğer mensupları arasındaki ilişkileri güven sağlayıcı şekilde sürdürmesi, faaliyetini bu şekilde sürdürdüğünün de onayı gerekmektedir. Serbest Mühendis Müşavir (SMM) belgesinin düzenlenmesi sırasında vergi mükellefi olduğuna dair belgenin yanı sıra, büro adresinin doğruluğu, hangi güvenlik kurumuna bağlı olduğu, şirket kuruluş amaçlarında mühendislik hizmetlerinin var olup olmadığı, şirketin mühendislik hizmeti yapabilmesi için çoğunluk hissesinin mühendise ait olup olmadığı gibi birçok konu araştırılmaktadır."

EMO-Türk Standardları Enstitüsü İlişkileri

EMO 46. Dönem Yönetim Kurulu, kurumlarla yürüttüğü çalışmalarına, meslek alanımızdaki standartların hazırlanıp yayımlanmasından sorumlu kurum Türk Standardları Enstitüsü'yle (TSE) devam etmiştir. TSE Başkanı Prof. Dr. Adem Şahin ile 19 Eylül 2018 tarihinde yapılan görüşmenin ardından ele alınan konularla ilgili EMO'nun görüş ve önerilerini içeren daha ayrıntılı bir doküman hazırlanarak 22 Şubat 2019 tarihinde TSE'ye gönderilmiştir. Bu metinde; TSE'nin kendi bünyesinde gerçekleştirdiği, asansör periyodik kontrollerinde; elektrik ve/veya elektrik-elektronik ile makine mühendislerinin her ikisinin birden bulunmasının kural haline getirilmesi gerektiği vurgulanarak, şu görüşlere yer verilmiştir:

"Çünkü asansör periyodik kontrolü sırasında gerçekleştirilen işlemler, her iki mühendislik dalının uzmanlık alanlarıyla ayrı ayrı ilişkilidir. Mühendislerin gerekli kontrolleri birbirlerinin yerine gerçekleştirmeleri, sahip oldukları teknik bilgi ve yeterlilikler açısından mümkün değildir. Bunun göz ardı edilmesi büyük kamusal zararlara yol açabilmektedir."

TSE'ye, EMO'nun meslek alanlarındaki standartlar belirlenirken ilgili komite/komisyonda EMO'nun temsilcisinin bulunması önerilmiş, yayımlanan TSE standartlarının EMO üyelerine indirimli olarak verilebilmesi için EMO ve TSE arasında bir anlaşma yapılması talep edilmiştir. Çalışmada, periyodik kontrol-muayene ile ilgili test ve ölçümleri gerçekleştirecek muayene elemanlarının, topraklama, katodik koruma, paratoner, elektrik tesisatı ve jeneratör gibi elektriksel ölçümlerde kullanmaları için talimat işlevine sahip standartlar oluşturulması ihtiyacı dile getirilmiştir.

TSE Ulaşım ve Lojistik Sistemleri Başkanlığı'nın "Tehlikeli Madde Taşıyan Araç ve Üst Yapıların Muayenelerini Gerçekleştirecek Muayene Merkezleri Yeterlilik Takip Formu"nda EMO'dan akreditasyon belgesi istediğine dikkat çekilerek, ilgili mevzuatta böyle bir zorunluluk bulunmadığı, bu sebeple Odamız tarafından gerçekleştirilen bu denetimlerde akreditasyon belgesinin istenmemesi gerektiği de TSE'ye iletilmiştir.

EMO-GAZBİR Görüşmeleri

EMO Yönetim Kurulu, 11 Ekim 2018 tarihinde GAZBİR Yönetim Kurulu Başkanı Yaşar Aslan ile bir araya gelerek, doğalgaz dağıtım şirketleri ile EMO'nun ortak sorumluluk alanlarına giren konularda, birlikte sürdürülebilecek çalışmalar ve yaşanan sorunlar ile çözüm önerilerini görüşmüştür.

EMO görüşmenin ardından teknik konularla ilgili hazırladığı raporu 22 Şubat 2019 tarihinde GAZBİR'e göndermiştir. Raporda, doğalgaz dağıtım şirketlerinin şartnamelerinde yer alan doğalgaz topraklama tesisatı ile ilgili bölümlerde; "Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği", "Elektrik İç Tesisatı Yönetmeliği", "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik"e aykırı hükümlerin bulunmaması gerektiği ifade edilmiştir. Yönetmeliklere uygun olarak doğalgaz kullanıcıları için topraklama dâhil yapılacak ölçümlerin, kalibrasyonu yapılmış cihazlar ile SMM belgesine sahip elektrik mühendisi tarafından yapılması gerektiği belirtilen raporda, şu ifadeler yer almaktadır:

"Ölçümler fotoğraflanmalı ve bu fotoğraflar ölçüm raporunda renkli olarak yer almalıdır. Hazırlanan ölçüm raporu EMO tarafından kontrol edilmeli, daha sonra raporun aslı EMO'nun yazısı ile birlikte ilgili idareye sunulmalıdır. Tüm bunların sağlanması ve takibi için EMO ile doğalgaz dağıtım şirketleri arasında protokoller imzalanmalıdır. Doğalgaz dağıtım şirketleri ile ilgili EMO Şubeleri bu protokole dayanarak işlemleri yürütmeli, sürekli ve düzenli şekilde iletişim kurarak uygulama birliği sağlanmalı ve ortak çalışmalar yapılmalıdır."

GAZBİR ile EMO arasında bu protokollerin oluşturulması ve tarafların bir araya gelmesi için ortak çalışmalar yürütülmeye devam edilecektir.

EMO-YÖK İlişkileri

EMO Yönetim Kurulu 31 Ekim 2018 tarihinde YÖK Başkan Vekili Prof. Dr. M. İ. Safa Kapıcıoğlu ile bir araya gelmişlerdir.

Toplantıda alınan karar doğrultusunda EMO'nun unvan denklikleri ve bunların iş alanlarının belirlenmesi konusunda rapor hazırlama çalışmaları sürmektedir. Ayrıca görüşme sonrasında, 31 Aralık 2018 tarihinde YÖK son beş yıla ait mezun listelerini EMO'ya göndermiştir.

TÜRKAK-EMO Görüşmesi

Türk Akreditasyon Kurumu'nun (TÜRKAK) talebi üzerine 1 Şubat 2019 ve 15 Şubat 2019 tarihlerinde iki görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde EMO Yönetim Kurulu Başkanı Gazi İpek, Yönetim Kurulu Yazmanı İbrahim Saral, Avukat Nuray Özdoğan ile TÜRKAK Genel Sekreteri Orbay Evrensevdi ve Hukuk Müşaviri Derman Dinçer yer almışlardır.

TÜRKAK, EMO'nun geçtiğimiz dönem Asya Pasifik Laboratuvarı Akreditasyon Birliği (Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation-APLAC) ile yürüttüğü ilişkilerine dair bilgi edinmek istemiş, karşılıklı görüş alışverişinde bulunulmuştur.

Görüşmelerde TÜRKAK'ın belgelendirme çalışmalarının, 3458 Sayılı Mühendis ve Mimarlık Hakkında Kanun ve 6235 sayılı TMMOB Kanunu'na uyumlu hale getirilmesi için bir çalışma grubu kurulması, TÜRKAK'ın ihtiyaç duyduğu teknik uzmanlık kadrolarının kuruma kazandırılması, kurum faaliyetleri ile ilgili mühendisler arasında farkındalığı artıracak çalışmalar yapılması (tıbbi, elektronik ve enerji alanlarında üretilecek cihaz ve hizmetlerin akreditasyonunun öneminin anlatıldığı seminerler düzenlenmesi) hususlarında mutabakat sağlanmıştır. Oluşturulacak çalışma grubunda EMO'yu temsilen yer alacak kişiler TÜRKAK'a yazıyla bildirilmiştir. Ayrıca TÜRKAK'ın akredite ettiği kuruluşlarda yer alan mühendislerin, EMO tarafından verilen eğitim belgesine sahip olup olmadığının ve bazı alanlarda da SMM belgelerinin olup olmadığının takibi için ortak bir çalışma yürütülmesine karar verilmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Görüşmesi

EMO Yönetim Kurulu Başkanı Gazi İpek, EMO İstanbul Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Erol Celepsoy, EMO Gaziantep Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı İslim Arıkan ve EMO Oda Müdürü Cansel Aslan 12 Şubat 2019 tarihinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakan Yardımcısı Abdullah Tancan ile bir araya gelmiştir. Oda politikaları ile Yönetim Kurulu'nun daha önce çeşitli kamu kurumu, sektör temsilcileri ve meslek örgütleriyle gerçekleştirdiği görüşmelerin katkısıyla meslek alanımızın düzenlenmesi ve denetimine ilişkin görüş alışverişinde bulunulmuştur. Alanımızdaki yönetmelikler ve yönetmeliklerin uygulanması sırasında yer yer karşılaşılan sorunlar ele alınmıştır.

Toplantıda kamu kaynaklarının doğru kullanımı ile can ve mal güvenliği için Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği ile Elektrik Yüksek Gerilim Tesisleri İşletme Sorumluluğu Yönetmeliği'nin TEDAŞ ve bütün alt birimlerinde uygulanmasının ve yönetmeliklerin uygulanmasının EMO'nun doğrulama sağlayabileceği bir sistem altında takip edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. TEDAŞ ile yapılan görüşmeler ve hazırlanan TEDAŞ Raporu'nda da bu yönetmeliklerle ilgili hususlara değinildiği ve konunun Bakanlığın sorumluluğunda olduğu ifade edilmiştir. Uygulamadaki sorunlar ve yönetmeliklerdeki eksikliklerin giderilmesi için Bakanlık ile EMO'nun ortak çalışması ve TEDAŞ ile Elektrik Dağıtım şirketlerine bu konuda bilgilendirmede bulunulması önerilmiştir.

Toplantıda; Elektrik İç Tesisleri Proje Hazırlama Yönetmeliği ve Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliklerinin güncellenmesi ihtiyacı dile getirilmiş ve Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği'nin uygulanması sırasında karşılaşılan sorunlara değinilmiştir. Yönetmeliğin 10. maddesi gereği istenmesi zorunlu olan yetki yazılarının, EMO tarafından verilen SMM Belgesi ve diğer evraklarda da tanımlı olduğu; ancak TEİAŞ tarafından yürütülen onay ve kabul sürecinde bu evrakların istenmediğine dikkat çekilmiştir. Tüm bu uygulama sorunlarına ilişkin olarak Bakanlığın TEİAŞ'a bir yazı yazması talep edilmiştir. Görüşmede ele alınan bir diğer husus da fen adamlarının yetki gücü konusunda ETKB ve TEDAŞ Genel Müdürlüğü'nün sirküle etmiş olduğu talimatnameye uyulmadığı durumlar ve bunun giderilmesi için alınabilecek önlemler olmuştur.

Toplantı sonunda, ele alınan konular kapsamında EMO'nun hazırlamış olduğu raporlar yazılı olarak Bakanlığa sunulmuş ve meslek alanımıza ilişkin Yönetmeliklerin güncellenmesi, uygulamada yaşanan sorunların güncellenmesi için ortak çalışma yapılması benimsenmiştir. Ayrıca Bakanlık güncelleme çalışması devam eden Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne ilişkin olarak EMO'nun görüşlerini acilen talep etmiştir.

EMO-EPDK Görüşmesi

EMO Yönetim Kurulu Üyesi Ömürhan Soysal, EMO Mersin Şube Yönetim Kurulu Yazmanı Umut Temizkan, EMO Mersin Şube Yönetim Kurulu Üyesi Berkcan Güner ve EMO Ankara Şube Müdürü Neşe Akkoç, 1 Mart 2019 tarihinde Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Başkan Yardımcısı Hacı Ali Ulutaş ile bir görüşme gerçekleştirmiştir.

Görüşmede; Yüksek Gerilim İşletme Sorumluluğu konusu gündeme getirilmiş, Elektrik Kuvvetli Akım Yönetmeliği'nin uygulanması konusunda yaşanan eksiklikler ve bunların giderilmesine ilişkin görüşler aktarılmıştır. EPDK'nın çalışmalarını sürdürdüğü Lisanssız Üretim Yönetmeliği ve meslek alanımızdaki diğer yönetmeliklerle ilgili çalışmalarında EMO'nun görüşlerinin de alınması önerilmiştir. Yenilenebilir enerji kooperatifleri ve güneş enerjisi sistemleri eğitimleri toplantıda değinilen diğer konular olmuştur.

EMO-ELDER Görüşmesi

Türkiye genelinde elektrik dağıtım faaliyeti gerçekleştiren 21 elektrik dağıtım şirketinin bir araya geldiği çatı örgüt Elektrik Dağıtım Hizmetleri Derneği'dir (ELDER). EMO Yönetimi'nin meslek alanındaki kurumlarla yaptığı görüşmelerde ortaya konan sorunların ve çözüm önerilerinin bir tarafını da ELDER oluşturmaktadır. Çalışma alanımızda düzenlenmesi, güncellenmesi, uygulama birliğinin sağlanması gereken yönetmeliklerin ve işleyişlerin en önemli yürütücülerinden biri elektrik dağıtım şirketleridir. Bu sebeple, Elektrik Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Başkanı Gazi İpek, EMO Denizli Şube Yönetim Kurulu Başkanı Bülent Pala, EMO İstanbul Şube Yönetim Kurulu Başkanı Erol Celepsoy, EMO Yönetmelikler Komisyonu Başkan Yardımcısı Hamza Koç ve EMO Hukuk Müşaviri Fikret İlkiz, 6 Mart 2019'da ELDER ile bir görüşme gerçekleştirmişlerdir. Toplantıda ELDER'i temsilen; Başkan Serhat Çeçen, başkan yardımcıları Kıvanç Zaimler ve Yaşar Aslan, Genel Sekreter Uğur Yüksel ve Hukuk Müşaviri Şadi Büyükkeçeci yer almışlardır.

Görüşmede başta Elektrik Yüksek Gerilim Tesisleri İşletme Sorumluluğu konusu olmak üzere meslek alanlarımızda tarafı olduğumuz ilgili yönetmelikler-

deki esasların, dağıtım firmalarınca uygulanması ve uygulama birlikteliğinin sağlanabilmesi için ortak çalışmalar yapılması benimsenmiştir. EMO şubelerinin, bölgelerindeki dağıtım şirketleri ile ortak sorumluluk alanlarına giren konularda birlikte çalışmalarının önünün açılmasının kamu güvenliğinin sağlanmasında ve teknik hizmet kalitesinin artmasında önemli rol oynayacağı tespit edilmiştir. İhtiyaç olan konularda yeni yönetmeliklerin birlikte hazırlanması, var olanlarda gerekli güncellenmelerin yapılması ve karşılıklı kontrol mekanizmalarının oluşturulabilmesi için komisyon kurulmasına karar verilmiştir.

EMO Üye İlişkileri

EMO 46. Dönem Yönetim Kurulu elektrik, elektronik, kontrol ve biyomedikal mühendislerinin istihdam edildiği iş yerleri ile görüşmeler gerçekleştirerek, üye olmayan meslektaşlarımızın üye yapılması, üye olanların aidatlarının düzenli olarak toplanması ve EMO şubeleriyle üyelerimizin ilişkilendirilmesi için çalışmalar yürütmektedir.

Bu çalışmalar kapsamında öncelikle alanımızda faaliyet gösteren büyük firmalara yazı yazılarak EMO'nun yasadan gelen yetki ve sorumlulukları anlatılmış ve istihdam ettikleri ilgili mühendislerin listesi istenmiştir. Yazıda EMO'nun, meslektaşlarımızın yasal düzlemde mesleki faaliyet gösterebilecekleri alanların ve yetkilerinin sınırlarının korunması için gerekli takibi ve hukuki faaliyetleri yerine getirmekte olduğu da ifade edilmiştir. EMO üyelerinin; mesleki gelişimine ve sosyalleşmesine katkıda bulunmanın yanı sıra temsil ettiğimiz meslek disiplinlerinin ülkemizin kalkınmasına ve gelişmesine katkı sunmayı da amaçladığı belirtilmiştir.

Bu çalışmanın ikinci aşamasında ise yazımıza yanıt veren firmalar şubelerimizle beraber ziyaret edilerek üyelerimizle ilişkiye geçilecek ve EMO faaliyetlerine dâhil olmaları sağlanacaktır. Bazı kurumlardan yazıya gelen cevaplarda, yürürlüğe giren Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) gerekçesiyle istenen bilgilerin tarafımıza gönderilemeyeceği bildirilmiştir. EMO 46. Dönem yönetimi bunun üzerine Kişisel Verileri Koruma Kurumu ile bir görüşme gerçekleştirmiştir.

Kişisel Verileri Koruma Kurumu Görüşmesi

EMO Yönetim Kurulu Başkanı Gazi İpek, EMO Ankara Şube Yönetim Kurulu Başkanı Ömürhan Soysal ve EMO Avukatı Nuray Özdoğan'dan oluşan EMO Heyeti, 19 Şubat 2019 tarihinde Kişisel Verileri Koruma Kurumu'nu ziyaret etmiştir. EMO Heyetiyle,

Kişisel Verileri Koruma Kurumu Başkanı Prof. Dr. Faruk Bilir, Veri Yönetimi Dairesi Başkanı Mustafa Erbilli, İnceleme Dairesi Başkanı Tuba Kendir Tunalı ve Hukuk İşleri Dairesi Başkanlığı'nda görevli bulunan Tuğba Yiğit Yılmaz görüşmüştür.

Toplantıda, kendi alanındaki mühendislerin sicilini tutması ve faaliyetleriyle ilgili kamusal denetim yapmasının EMO'nun yasal sorumluluğu olduğu anlatılmıştır. Odamızın, meslek alanlarımızdaki disiplini korumak, mesleğin icrasında uyulacak ilke ve kuralları belirlemek, üyelerimizin kamu kuruluşları, özel kuruluşlar ve kişilerle olan tüm mesleki ilişkilerinde ortaklaşa uyulacak hukuki ilkeleri hazırlamak, bunlara uymayı sağlayacak önlemleri almak ve uygulamaları denetlemekle yükümlü olduğu toplantıda ifade edilmiştir.

Görüşmede Kişisel Verileri Koruma Kurumu tarafından KVKK'nın yasakçı olmaktan ziyade düzenleyici bir yapıda, diğer yasa ve yönetmeliklerle uyumlu olduğu ifade edilmiştir. EMO'nun ilettiği bilgi ve talepler doğrultusunda kanunun istisna maddesinin yorumlanarak tarafımıza bilgi verilebileceği ve iş birliği içinde çalışmaya açık olunduğu ifade edilmiştir. Görüşme sonrasında EMO, Kişisel Verileri Koruma Kurumu'na bir yazıyla başvurmuş ve EMO'nun üçüncü kişilerden bu verileri istemesi sırasında kullanabileceği bir bilgilendirme yazısı talep etmiştir. ■

YÜKSEK HIZLI TREN FACİASI

Hızı Değil Tahrip Gücü Yüksek

13 Aralık 2018 tarihinde Ankara-Konya seferini yapmakta olan yüksek hızlı tren, 6.30'da Ankara garından ayrıldıktan kısa bir süre sonra aynı hatta bulunan kılavuz vagonuyla çarpıştı. Çarpışma sonucunda 9 kişi öldü, 86 kişi de yararlandı. Bu facianın sinyalizasyon eksikliği yüzünden yaşandığı apaçık görünüyordu. Ancak Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ile TCDD yöneticileri bu gerçeği kabullenmeye yanaşmadılar ve faciayı olağanlaştırmaya çalıştılar. Olayın ardından Ulaştırma ve Altyapı Bakanı Mehmet Cahit Turhan şu açıklamayı yaptı:

"Sinyalizasyon yoktu kaza oldu değerlendirmeleri yanlış. Sinyalizasyon olmazsa olmaz bir sistem değil".

Öncelikle belirtmek zorundayız ki, trenler ister yüksek hızlı olsun isterse düşük hızlı, sinyalizasyon zorunludur ve demiryolu taşımacılığının olmazsa olmaz şartıdır. Burada sözkonusu olan yüksek hızlı tren olduğuna göre sinyalizasyondan kastedilen de elektrikli/elektronik sinyalizasyon ve otomatik kontrol sistemidir. Ve bu sistem özellikle yüksek hızlı tren işletmeciliğinin olmazsa olmaz şartıdır.

Ayrıca sinyalizasyonsuz tren taşımacılığı, tarihte hiçbir zaman olmadı. Sinyalizasyon sistemlerinin de tarihi bir geçmişi ve gelişimi vardır. Demiryolu taşımacılığı elbette elektrifikasyon sistemlerinin gelişmesinden önce başladığı için, sinyalizasyon da başlangıçta elektriksel değildi. Başlangıçta çeşitli işaret sistemleri kullanıldı. Bayrak sistemi her zaman geçerlidir. Günümüzde bile kullanılmaktadır. İşaret fişekleri de öyle. 19. yüzyılın ikinci yarısında telgraf ve telefon icat edildikten sonra, bu aygıtlar demiryolu taşımacılığında sinyal verme amacıyla yoğun bir şekilde kullanılmaya başlandı. Ancak o dönemlerde tren hızları düşüktü ve otomatik kontrol sistemleri de henüz gelişmemişti. Günümüzde çok yüksek hızlarla giden trenlerde otomatik sinyalizasyon sistemleri zorunludur, "olmazsa olmaz"dır. Aksi bir tutum ve durum intihar ile eş anlamlıdır. Çünkü yüksek hızlı tren sisteminde her şey birkaç saniye içinde olup bitmektedir. Ülkemizdeki "yüksek" hızlı tren saatte 255 km. hız yapabildiğine göre trenin bir saniyede katettiği mesafe yaklaşık 72 metredir. Bu hızla giderken otomatik kontrol sistemleri olmadığı takdirde hangi manevrayla kazayı önleyebileceksiniz? Ulaştırma ve Altyapı Bakanı, saatteki hızı 30 km. olan geçen yüzyılın trenlerinden bahsediyor gibidir. Övünmeye gelince trenlerin yüksek hızları ön planda ama "kaza" olunca herhangi bir sorumluluk kabul edilmemekte.

Devlet yetkililerinin kazanın sorumluluğundan kaçma tutumlarına, Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) ve işçi temsilcileri tepki gösterdiler. EMO, kazayla ilgili olarak şu açıklamayı yaptı:

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI BASIN AÇIKLAMASI

13 Aralık 2018 tarihinde saat 06.36'da Ankara-Konya seferini yapan Yüksek Hızlı Tren'in (YHT) Ankara'da Marşandiz'de karşı yönden gelen kılavuz trenle çarpışması sonrasında 9 yurttaşımız hayatını kaybetmiş, 86 yurttaşımız da yaralanmıştır. Hayatını kaybeden yurttaşlarımızın ailelerine başsağlığı, kazada yaralananlara acil şifalar dileriz.

Kazanın yaşandığı ilk andan itibaren üst birliğimiz TMMOB ve Odamızın da içinde bulunduğu heyetler tarafından gelişmeler an be an takip edilmiş ve kazanın nedenleri incelenmeye çalışılmıştır. Kazaya yol açan ihmallere dair Odamızın hazırlamaya başladığı teknik rapor kapsamında ilk bulgularımızın kamuoyunu doğru bilgilendirmek düşüncesiyle açıklanması elzem hale gelmiştir.

Kazanın gerçekleştiği gün yaralıların kurtarılması ve hemen ardından başlayan savcılık soruşturması nedeniyle kaza mahalline heyetlerimiz sokulmasa da ilerleyen saatlerde kazaya yol açan ihmaller dizisi daha da belirgin hale gelmeye başlamıştır.

13 Aralık günü saat 06.30'da Ankara Garı'ndan Konya'ya hareket eden YHT seferi, Marşandiz mevkiinde gece boyunca sabaha kadar tren hatlarını kontrol eden kılavuz trenle kafa kafaya çarpışmıştır. Her iki trenin de hareket halinde olması yaşanan faciadaki kayıpların boyutunu artırmıştır.

Odamızın yaptığı incelemeler ve medyaya yansıyan kaza görüntülerinde YHT seferini yapan trenin daha önceden makas değiştirip diğer hatta geçmesi gerekirken yanlış hatta seyir halinde olduğu, kılavuz trenin görevini tamamlayıp depoya giderken karşılaştıkları ve böylece her iki trenin çarpıştığı açıkça görülmektedir. Bu faciaya yol açan en önemli neden söz konusu hattaki sinyalizasyon eksikliğidir. Heyetimizin ilk incelemelerine göre kazanın yaşandığı yerin modern raylı ulaşım sistemlerinin en temel bileşeni olan sinyalizasyon sisteminin tamamlanmadan ulaşıma açılması bu faciaya davetiye çıkarmıştır. Makinistlerin ve kontrolle görevli personelin haberleşmelerinin telsiz/telefonla yapılması, raylı ulaşımda insan hatasına açık alanlar yaratmıştır.

Birleşik Taşımacılık Çalışanları Sendikası'nın verilerine göre Türkiye'deki 12 bin 534 kilometrelik hattın sadece 5 bin 534 kilometresi sinyalizasyonludur. Geri kalan bölümdeki trafik, merkezden telsiz/telefonla

idare edilmektedir. Demiryollarında güvenli ulaşımın sağlanabilmesi için sinyalizasyonun acilen tamamlanması gerekmektedir. Ayrıca kazanın yaşandığı hatta enkaz kaldırma çalışmalarının tamamlanmasının ardından tren seferleri yeniden başlatılmıştır. Sinyalizasyon eksiği giderilmeden hattın açılması nedeniyle tehlike devam etmektedir.

Sayıştay'ın Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı 2017 yılı denetleme raporu da demiryollarında yaşanan zafiyeti açıkça ortaya koymaktadır. Rapora göre Kars-Tiflis Demiryolu'nda maliyetin 2.8 katı fazla ödeme yapılmış, buna rağmen projede belirtilen imalatların önemli bir kısmı sözleşme bedeli doldurulduğu için tamamlanamamış, elektrifikasyon, sinyalizasyon ve telekomünikasyon imalatları ise sözleşmeye dahil olmasına rağmen hiç yapılmamıştır. Tüm bu eksikliklere karşın Kars-Tiflis Demiryolu hattı ticarete açılmıştır.

16 Yıllık Ağır Bilanço: Seçim Şovlarına Malzeme Olan Altyapısı Eksik Projeler

TCDD Genel Müdürü'nün geçtiğimiz günlerde TBMM KİT Komisyonu'nda 8 Temmuz'da gerçekleşen ve 25 yurttaşımızın hayatını kaybetmesine neden olan Çorlu Tren Faciası üzerinden yaptığı açıklamaların gerçekle bağdaşmadığı açıkça gözler önüne serilmiştir. Genel Müdür yaptığı açıklamalarda hızlı tren hatlarının tamamının 24 saat kamerayla izlendiğini ve güvenliğin en üst seviyede olduğunu ifade etmiştir. Sinyalizasyona dair bilgi vermeyen Genel Müdür altyapı ve bakım işlemlerine dair yapılan yatırımlardan bahsetmiştir. Oysa dünyadaki raylı ulaşım sistemleri dikkatli incelendiğinde en temel gereksinimin ve olmazsa olmazının sinyalizasyon sistemi olduğu görülmektedir.

AKP'nin 16 yıllık iktidarı boyunca özellikle de seçim dönemlerinde "büyük" projelerini apar topar işletmeye aldığı, bilimi ve tekniği göz ardı ettiği görülmektedir. Kamunun kaynaklarını sorumsuzca ve ederinin üstünde bedellerle ihale eden siyasal iktidar bilimi ve tekniği hiçe sayarak, seçim şovlarıyla süslediği projeleri işletmeye almış ve yurttaşlarımızın can ve mal güvenliğini tehlikeye atmıştır. Bu da yetmezmiş gibi yurttaşlarımızın gündelik yaşamlarını direkt ilgilendiren yatırımlarda kesintiye gitmiştir. Diyanet İşleri Başkanlığı'nın 2019 yılı bütçesi 7.7 milyar liradan 12.5 milyar liraya çıkarılarak, yatırımcı bakanlıkların bütçesini de 4'e katlamıştır. Bütçede Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın bütçesi yüzde 56, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın bütçesi ise yüzde 56.5 oranında azaltılmıştır.

AKP iktidarının sicili kabarıktır: Mühendislik hataları ile dolu, kentsel ulaşım ilkelerine aykırı olduğu defalarca bildirilmesine rağmen yerel seçimler öncesi alelacele açılan teleferik ve YHT gibi riski yüksek, mühendislik ve bilimin gereklerinin yerine getirilmesi gereken projelerde, kamunun çıkarlarını değil, rant odaklarının karlarını ve seçimleri kazanmayı hedefleyen yaklaşımlar, yurttaşlarımızın hayatlarını kaybetmesine yol açmaktadır.

13 Aralık'ta yaşanan kazanın asıl sorumlusu olan Ulaştırma ve Altyapı Bakanı ve TCDD Genel Müdürü istifa etmeli, sinyalizasyon başta olmak üzere demiryolu seferlerinin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için gereken altyapı eksiklikleri acilen tamamlanmalıdır.

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
46. DÖNEM YÖNETİM KURULU
18 Aralık 2018

Birleşik Taşımacılık Çalışanları Sendikası (BTS) Genel Başkanı Hasan Bektaş ise şu açıklamayı yaptı:

> *"Bu zihniyet ile daha çok canlar yitirilecektir. 'Sinyalizasyon olmazsa olmaz değil' derken Sayın bakan kendileri için öyle olduğunu söylemek istemiş. Aslında onlar da çok iyi biliyor, yüksek hızlı tren hatlarında sinyalizasyon olması gerektiğini". Bektaş, TCDD bünyesinde sinyalizasyonsuz hatların da olduğunu, ancak bunların onyıllardır bu şekilde organize edildiğini ve trafiğin telefonla yapıldığını belirttikten sonra şunları ekliyor. "Ancak Yüksek hızlı trenler kesinlikle böyle değil. Aslında bunun böyle olduğunu, bu kurumları yönetenler de biliyor. Bu hat tamamlanmadan açılmak istendiğinde yönetici "hayır" dese, büyük ihtimalle kendini kapının önünde bulacaktı. 12 Nisan'da Eryaman'da hat tamamlanmadan, sinyalizasyon sistemi bitirilmeden şaşaalı bir açılış yaptılar. Biz çalışanlar olarak katılmayı reddettik. Çünkü bu açılış kazaya davetiye çıkartmaktı. Bugüne kadar olmaması bir şans."* (Cumhuriyet, 15 Aralık 2018, Olcay Büyüktaş Akça haberi).

Birleşik taşımacılık Çalışanları Sendikası Basın Yayın Sekreteri Ahmet Eroğlu ise şu açıklamayı yaptı:

> *"Ankara Gar'a yeni yapılan ve kısa adı ATG olan Ankara Tren Garı yapılmadan önce gar sahasında toplam 17 demiryolu hattı bulunuyordu. Bunu 13'e düşürdüler. Ayrıca yardımcı bir hat daha vardı. Bu hat da trenlerin manevrasına, yön değiştirmesine yardımcı olan "Kuşak Hattı" idi. Bu hatlar sökülüp yerine alışveriş merkezi yapıldı. Gar sahası içindeki yolların sökülerek 13 hatta düşürülmesiyle demiryolu araçlarının, trenlerin yer ve yön değiştirmeleri, hareket kabiliyetleri çok ciddi şekilde kısıtlandı. Doğu istikametinde trenler manevra yaparken raydan ve makaslardan ters çıkma hadiseleri oldu. Böylelikle garın doğu yönündeki manevralar emir gereği iptal edildi. Giriş*

ve çıkışlar aynı yöne yani batıya verilince trafik içinden çıkılmaz keşmekeşlik içine düşüp zafiyetli hale geldi. Böyle bir zafiyetlik içerisinde telsiz haberleşmesi ile iletişimde karışıklık meydana gelmesi kaçınılmaz. Çünkü 1 saat içerisinde 12'ye yakın trenin her birisi telsizle konuşunca burada sağlıklı iletişim olmayacağı kesin bir durum. Netice itibariyle Kayaş Sincan hat kesiminde sinyalizasyon olmaması nedeniyle, Ankara gar sahasının daraltılması, yol değiştirme makaslarının hattın değişik kilometre yerlerinde ve çok sayıda olması ayrı bir karışıklığa sebebiyet vermektedir. Sürekli plan program değişiklikleri de ayrı bir karışıklık yaratmaktadır. Böylece kaza ve olaylara gebe bir süreç devam etmektedir." (Cumhuriyet, 17 Aralık 2018, Alican Uludağ haberi).

Kar yağışı nedeniyle aracını çalıştıramadığı için Ankara Tren Garı'na gidemeyen ve bu sayede ölümden kurtulan tren makinisti Ahmet Turan Demir ise savcılığa verdiği ifadede şunları söylüyordu:

"Kazanın sebebi bana göre yüksek hızlı trenin (YHT) ilk hareket noktasından hareket etmeden önce, Hat 1'den değil, Hat 2'den gönderilmesidir. Bu yanlış hattan gitme durumunun fark edilip engelleneceği herhangi bir otomasyon sisteminin Sincan çıkışına kadar olmamasından dolayıdır. Tren gardan hareket etmeden önce makasçı olarak görev yapan personele hareket memuru tarafından talimat verilir ve hareket edecek olan trenin gideceği istikamete göre uygun olan hatta alınması için makaslar ayarlanır. Ankara Gar'dan Hat 1 veya Hat 2, herhangi bir hatta giren tren, Esenkent durağına kadar sinyalizasyon sistemi olmadığı için girdiği hattan başka bir hatta geçiş yapamaz. Bahse konu kaza da, trenin gitmesi gereken yol olan Hat 1'de değil, dönüş istikameti olan Hat 2'de olmasından dolayıdır. Makinist Esenkent durağına kadar sinyalizasyon sistemi olmadığı için aynı hattan gelen başka bir trenin olup olmadığını fark edemez. Fark etse dahi treni başka bir hatta alamaz. Yaşanan bu kazanın sebebi bana göre, YHT'nin ilk hareket noktasından hareket etmeden önce Hat 1'den değil, Hat 2'den gönderilmesidir ve bu yanlış hattan gitme durumunun fark edilip engellenmesini sağlayacak herhangi bir otomasyon sisteminin Sincan çıkışına kadar olmamasıdır".

YHT Gar Bölge Müdürlüğü Trafik ve İstasyon Yönetimi Servis Müdürü Ünal Sayıner de, savcılığa verdiği ifadede şunları söylemektedir:

Kazanın yaşandığı bölgede trenlerin trafiğinin merkezden idaresi (TMİ) sistemi uygulanmaktadır. 6.30'da Konya'ya gidecek YHT'nin 11. Yoldan hareket ettirilerek yaklaşık 150 metre sonra Hat 4'den Hat 1'e geçirilmesi gerekmektedir. Bu geçişi sağlayan M 7 No.'lu makasın, tren teşkil görevlisinin kullandığı kilitli pano içerisindeki butonlar vasıtasıyla elektrik motorlarıyla Hat 1 yola geçişe uygun hale getirilmesi gerekirken, saat 6.50'de 13. yoldan Eskişehir'e gidecek YHT'yi temin edecek boş set Hat 2 yoldan 13. yola alındığından, makas tekrar eski konumuna Hat 2'den Hat 1'e yönlendirilecek şekilde düzenlenmemiştir. Düzenlenmediği halde tren teşkil görevlisinin, makasın yönünün Hat 1. yola olduğunu hareket memuruna söylediği telefon kayıtlarından duyulmaktadır. Bu bilgi üzerine hareket memuru, YHT'yi Hat 1. yola yönlendirildiğini zannederek sevk etmiştir." (Cumhuriyet, 8 Ocak 2019, Alican Uludağ haberi).

Kazada yaşamını yitiren Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Berahitdin Albayrak için Ankara Üniversitesi'nde düzenlenen cenaze töreninde Rektör Erkan İbiş, meslektaşlarının ölümünden büyük bir acı duyduklarını belirttikten sonra; *"Hele dün yaşanan akıl almaz, inanılmaz, ihmal zincirlerinin art arda geliştiği kaza dediğimiz bir vahşet sonucunda hayatını kaybediyorsa o daha da acı veriyor." dedi.*

9 kişinin ölümüne ve 86 kişinin yaralanmasına yol açan YHT kazasıyla ilgili bilgiler çerçevesinde kazanın sinyalizasyon yokluğundan kaynaklanmış olduğu açıktır. Sinyalizasyonun elbette çeşitli türleri ve araçları vardır. Sinyalizasyon da tıpkı tren ulaşımındaki teknolojik gelişmeler gibi tarih boyunca önemli aşamalardan geçmiştir. Bu amaçla boru ve bayrak kullanımından telgraf ve telefon iletişimine kadar çeşitli araçlar ve metotlar kullanıldı. Ancak yüksek hızlı tren ulaşımı ve teknolojisi, elektronikte ve otomatik kontrol sistemlerindeki gelişmeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Günümüzde Avrupa'nın bazı ülkelerinde yüksek hızlı trenler saatte 500 km'ye varan hızlara ulaşabilmektedir. Sinyalizasyon ve otomatik kontrol sistemleri olmadan bu yükseklikteki bir hızla ulaşım mümkün olabilir mi?

Öte yandan sinyalizasyon sadece ray üzerindeki engeller bakımından değil, rayın kendisindeki olası bozulmalar bakımından da çok önemlidir. Raydaki çok çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilecek deformasyonlar, trenin raydan çıkmasına yol açabilir. Bu tip tehlikeleri önceden bildirmesi bakımından da sinyalizasyon yaşamsal bir öneme sahiptir.

Kazadan hemen önce Aralık ayının ilk günlerinde TBMM KİT Komisyonu'nda TCDD'nin bütçesi görüşülürken, TCDD Genel Müdürü İsa Apaydın'ın verdiği bilgilere göre, 2018 yılı itibarıyla 11.527 km.'si konvansiyonel, 1213 km.'si YHT hattı olmak üzere, ülkemizde toplam 12.740 km.'ye ulaşan demiryolu hattı bulunmaktadır. Hatların 5467 km.'si elektrikli, 5746 km.'si sinyalli hale getirilmiştir. Bu bilgilerden anlaşıldığı gibi demiryollarımızın yaklaşık 7000 km.'lik bölümü (tüm demiryollarımızın %45'i) henüz sinyalizasyon sisteminden yoksundur.

Tren kazasıyla ilgili sorumluluk taşıyan üst yönetim kademesindeki yetkililerin derhal istifa etmeleri gerekirdi. İstifaları, yerlerine geleceklerin sorumlu davranmalarında etkili olacaktır. İstifa etmemeleri, kendilerinden sonra aynı yetkilere sahip olanların da görevlerinin sorumluluğunu ve ciddiyetini kavramaktan yoksun olacakları anlamına gelecektir. Kazada yaşamlarını kaybedenler, bu ulusun değerli fertleriydi ve hepsi de görev sahiplerine güvendikleri ve çıktıkları yolculukta öleceklerini bilmedikleri için bu trene binmişlerdi.

Yurttaşlarının can güvenliğine aldırmayan topluluklar, hiçbir zaman ulus niteliğini kazanamazlar.

BİRLEŞİK TAŞIMACILIK ÇALIŞANLARI SENDİKASI (BTS)'NİN HAZIRLADIĞI "YÜKSEK HIZLI TREN FACİASI RAPORU"

13 Aralık 2018 tarihinde Ankara-Konya seferini yapmakta olan YHT ile yol kontrolünden dönen lokomotifin (kılavuz trenin) aynı hat üzerinde Marşandiz istasyonunda saat 06.36'da çarpışması sonucunda ikisi YHT makinisti, biri kılavuz lokomotifi makinisti olmak üzere dokuz yurttaşımız hayatını kaybetti. Ayrıca biri kılavuz lokomotifi makinisti olmak üzere 86 yurttaşımız da çeşitli derecelerde yaralandı.

Birleşik Taşımacılık Çalışanları Sendikası (BTS),bu kaza ile ilgili olarak tüm gerçekleri açıklayan çok kapsamlı bir rapor hazırladı. Bu önemli raporun bazı bölümlerinde şunlar söylenmektedir;

"…Demiryollarının dünyanın en güvenli ulaşım yollarının başında gelmesinin nedeni, sistemin bir veya birkaç kişinin hatası yüzünden kazanın oluşmasına izin vermeyecek kontrol mekanizmalarıyla donatılmış olmasındadır. Bu nedenle yaşanan kazada olduğu gibi kazanın bir veya birkaç kişinin yaptığı hata ile izah edilmesi, demiryolu sisteminin mantığına aykırıdır…

"1950 yılında ülkemizde demiryollarının yük taşımacılığındaki payı %68.2 ve karayollarının yük taşımacılığındaki payı ise %25 idi. 2015 yılında ise demiryollarının yük taşımacılığındaki payı %3.9'a indi, karayollarının yük taşımacılığındaki payı %89.8 oldu. Aynı şekilde 1950 yılında demiryollarının yolcu taşımacılığındaki payı %42.2 ve karayollarının yolcu taşımacılığındaki payı %50.3 idi. 2015 yılında ise demiryollarının yolcu taşımacılığındaki payı %1.1'e indi ve karayollarının yolcu taşımacılığındaki payı %89.2'ye çıktı…

"Ulaştırma, bir kamu hizmeti olarak ele alınmalıdır. Ulaştırma sektörünün alt bölümlerini oluşturan demiryolu, denizyolu, karayolu ve hava yolu sistemleri bir bütün olarak ele alınmalı, yatırımlar birbirini tamamlar nitelikte olmalıdır. Deniz ve suyolları potansiyelinden yararlanılmalı, üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde deniz taşımacılığı teşvik edilerek yeni hatlar açılmalıdır. Özellikle yük taşımacılığının demiryoluna ve denizyoluna kaydırılması için yeni düzenlemeler yapılmalıdır. Büyük şehirler ve sanayi merkezlerimiz, çağdaş standartlara uygun demiryolları ile birbirlerine ve limanlara bağlanmalıdır. Kent içi ve kentler arası ulaşımlarda toplu taşımacılık öncelik taşımalı ve özendirilmelidir. Kentlerin kaderini etkileyecek büyük projelerde, sendikalar, meslek odaları, sivil toplum örgütleri ve üniversitelerin görüşleri alınmalıdır. Kent içi ulaşımda başta metro olmak üzere hafif raylı sistem projeleri geliştirilmelidir. Hizmet dışı bırakılmış bakım ve tamir atölyelerine işlerlik kazandırılmalıdır. Bugün TCDD bünyesinde ciddi boyuta ulaşan personel açığı ve yaygınlaşan unvan dışı çalıştırmalar acil olarak yeni personel istihdam edilerek giderilmelidir. Demiryolu sanayisine ve yan sanayisine (ray, tekerlek vb.) yatırım yapılmalıdır…

Düşük hızlı eski trenlerde bile çeşitli sinyalizasyon sistemleri vardı. Günümüzde elektronik ve otomatik tren koruma sistemleri olmaksızın yüksek hızlı tren çalıştırmak, facialara zemin hazırlamak demektir.

"Demiryollarımızın yeniden yapılanması amacıyla hazırlanan raporların tavsiyeleri zaman içinde bir bir uygulanırken 2013 yılı 1 Mayıs tarihinde 6461 sayılı Türkiye Demiryolu Ulaştırmasının Serbestleştirilmesi yasası çıkartılmış ve TCDD, TCDD Genel Müdürlüğü ve TCDD Taşımacılık A.Ş. adlarıyla ikiye ayrılmıştır. Tüm itirazlarımıza ve karşı çıkışlarımıza rağmen çıkan bu yasa ile demiryolları, sermayenin insafına ve kar güdüsüne terk edilmiştir. Raporlarımızda, TCDD tarafından tek elden yapılmakta olan demiryolu işletmeciliğinin, bu düzenlemeden sonra birçok demiryolu altyapı işleticisi ve demiryolu tren işleticisi ile bu işleticilerin yaptığı işlerin hizmet alımı yöntemiyle alt işverenlere yani taşeronlara verilmesi suretiyle birbirinden kopuk işleticiler ve şirketler tarafından yerine getirileceği, bu işleyişin beraberinde demiryollarımızda kaosa neden olacağı, bunun da demiryolu trafik emniyetinin tehlikeye atılması ve kazaların artması anlamına geleceği belirtilmiştir…

"Kuruma kalifiye personel yetiştiren TCDD Meslek Lisesi'nin kapatılması sonucunda, kuruma kalifiye personel alınmasının önü de kapatılmış oldu. Sınavlarla TCDD'ye işe alınan personelden eğitim görenlerin sayısında ve eğitim süresinde yaşanan düşüşler istatistiklere yansıdı. Personel sayısındaki azalmayla birlikte, mevcut unvanların birçoğunun kaldırılması ve bu görevlerin tek unvanda birleştirilmesi, esnek çalışmayı dayatmasının yanında uzmanlaşmayı da ortadan kaldırmış ve iş kazalarının artmasına neden olmuştur. Az adamla çok iş anlayışına denk düşen uygulamalar sonucunda çalışanların can güvenliği ortadan kalkmış, demiryollarında tren teşkil memurlarının ölümü ve sakatlanmasıyla sonuçlanan kazalar art arda yaşanmaya başlamıştır…

"Demiryollarında kazalar dediğimizde aklımıza ilk olarak yurttaşların yaşamlarını yitirdiği büyük ölümlü tren kazaları gelmektedir. Maalesef ülkemizde demiryollarının içinde bulunduğu durum ancak bu tür kazalar yaşandığında gündeme gelmekte, tartışmaya açılmakta ve bir süre sonra da kapanmaktadır. Oysa istatistiki veriler ülkemiz demiryollarının taşımacılıkta yaşanan sorunlar bir yana, kazalar yönünden de ciddi bir sıkıntı içinde olduğunu göstermektedir. Türkiye'deki kazalarda meydana gelen ölüm sayısı, tüm AB ülkelerininkinden büyüktür. Dünya ortalamasına bakıldığında ise 2012 yılındaki verilere göre Türkiye'de dünya ortalamasının yaklaşık üç katı ölüm olayı meydana gelmektedir. Avrupa Birliği ile Türkiye sonuçları karşılaştırıldığında en dikkat çekici bir fark da deraymanda (demiryolu araçlarının raydan çıkması) görülmektedir. Bu oran Avrupa Birliği'nde %4 iken Türkiye'de %26'dır..

"Yüklenici firmanın Başkentray projesini tüm tesisleriyle teslim etmesi, TCDD'nin de sinyal sistemi yapılmamış projeyi teslim almaması gerekmekteydi. Fakat sinyalizasyon parası firmaya ödendiği halde sinyalizasyon yapılmadan proje teslim alınarak trenlerin telsizle işletilmesine başlanmıştır. TCDD yönetmeliklerinde olmayan bir işletim sistemiyle sürdürülen işletmecilik, 13 Aralık 2018 tarihinde Marşandiz istasyonunda yaşanan cinayet gibi kazaya yol açmıştır…

"TCDD Genel Müdürlüğü, söz konusu kaza öncesi Başkentray projesinin hizmete alınması öncesi bu hatta çalıştırılacak trenler ve işletim sistemiyle ilgili risk değerlendirmesi yapmışlar mıdır? Yapılmamış ise büyük eksiklik ve suçtur. Eğer risk değerlendirmesi yapılmış ise belirtilen riskler nelerdir? Bu risklerin gerçekleşmemesi için ne gibi tedbirler alınmıştır? Kazanın meydana gelmesinde belirtilen risklerin rolü nedir? Tedbir almayan sorumlular kimlerdir? Yönetmeliklerde olmayan bir sistemle tren işletilmesinde riskleri kabul ederek tren işletmeye karar verenler kimlerdir?...

"Demiryolu araç bakımı ile trafik güvenliğini doğrudan ilgilendiren elektrifikasyon ve sinyalizasyon yapım ve bakım işleri, yalnızca kar amacı güden ve güvenliği göz ardı eden üçüncü şahıslardan alınmalıdır. Kurum atölyeleri yeniden işler hale getirilmeli ve yapım ve bakım işleri bu kurumların imkânlarıyla yapılmalıdır…

"Demiryollarında yapılacak düzenlemelerin, ülke gerçekleri ve çıkarları ve kamu hizmeti niteliği göz önüne alınarak, bilim insanlarının, sendikaların ve odaların katılımıyla yapılması gerekmektedir.

Birleşik Taşımacılık Çalışanları Sendikası Genel Merkezi

Bir Sinyalizasyon Uzmanının Görüşleri

Tren kazasının sinyalizasyon yokluğundan kaynaklanması nedeniyle, sinyalizasyonla ilgili gerçekleri öğrenmek üzere uzun yıllar devlet demiryollarında ve Marmaray projesinde sinyalizasyon uzmanı olarak görev yapmış olan emekli elektrik-elektronik yüksek mühendisi Sayın Rıza B. Akcan'ın görüşlerine başvurduk.

1967-1986 yılları arasında yaklaşık 20 yıl boyunca demiryollarının hem elektrifikasyonu hem de sinyalizasyonu çalışmalarını yönetmiş olan sayın Akcan şunları söyledi:

"İstanbul-Ankara arası demiryollarının elektrifikasyonu ve sinyalizasyonu projesine başlangıçta ABD'nin o zaman adı AID olan ve 1955 yılında zamanın DP iktidarı ile imzalanmış 2.8 milyon ABD Doları tutarındaki IMF kredisi ile başlanmıştı. ABD orijinli bir firmaya verilmiş olduğu için bizim bu şirket yetkilileri ile ilişkilerimiz, sistemi tanıyarak donanımı hat boyuna monte etmek şeklindeydi ve sınırlıydı. Bu yüzden 1940'lar teknolojisine dayalı bu röleli yani elektromekanik teknolojiyi istediğimiz gibi geliştiremedik. Sisteme gerekli elektrik enerjisi, direklere monte edilmiş 550 V'luk trafolarla temin ediliyor ve sistemin sürekliliğini sağlayan ahşap direkler ile gerekli tüm donanım ABD'den geliyordu. Bağlantı malzemeleri de ABD'den geliyordu. ABD orijinli uzmanların denetiminde röleli sinyalizasyon sistemini kuruyorduk. Fakat 1971'de ABD'lilerin gönderilmesiyle Haydarpaşa-Ankara Sinyalizasyon ve Telekomünikasyon Projesi'nin yönetimi tamamen bize geçti. İTÜ ve YTÜ mezunu 10 mühendis çalışıyorduk. Bu şekilde sinyalizasyon sistemini TCDD'nin sağladığı olanaklarla yer yer düzeltme ve değişikliklerle bizler kademe kademe servise aldık ve çalıştırdık.

Bu proje ile uyguladığımız röleli sistem yavaştır. Bu sistem, çoklu sıralamalı kod düzeniyle çalışıyordu. Bu da birikmelere ve gecikmelere, dolayısıyla uygulamada kargaşaya yol açıyordu. Bazen de kilitlenip kalıyordu. Bu yüzden sık sık arızayla karşılaşıyorduk. Ancak röleli sistem yine de önemliydi çünkü peşi peşine tren çalıştırma imkânını veriyordu. 1985'ten itibaren röleli sistem terkedilmeye başlandı ve elektromekanik sistemlere geçildi.

Günümüzde artık yüksek hızlı trenler, ATC olarak adlandırılan bazı alt sistem gruplarıyla bütünleştirilen ve hatta giderek yapay zekâ teknolojisi ile kendi enerjisini yenilenebilir güneş enerjisi kullanarak üreten demiryolu sistemleri kullanmaya başlamışlardır. Sinyalizasyon sistemleri bu gelişmeler sonucunda merkezden kumanda edilmek zorundadır ve bunun için kontrol/kumanda merkezlerine bağlanır, frenleme ve ihbar sistemi ve bilgisayar kontrol alt sistemler bu merkezin önemli alt bölümlerini oluşturur. Sinyalizasyonsuz yüksek hızlı trenin çalıştırılabileceğini düşünmek bile imkânsızdır. Sadece karşı yönden gelebilecek taşıtların anında ve süratle saptanması bakımından değil, aynı zamanda ray güvenliği bakımından da sinyalizasyon ve otomatik kontrol araçları hayati önemdedir. Bugün bazı Batı Avrupa ülkelerinde yüksek hızlı tren, saatte 500 km.'nin üzerindeki hızlara ulaşabilmektedir. Sinyalizasyon ve hatasızlık (failsafe) temeline dayalı otomatik kontrol olmadan bu hızdaki bir treni nasıl yöneteceksiniz?

Daha eski çağlarda da sinyalizasyon vardı. Borular, bayraklar, işaret fişekleri vb. bu amaçla kullanıldı. Ayrıca mekanik sinyal olarak adlandırılan ve semafor denilen 10 m. yükseklikteki çelik kollara bağlanmış ve açılı olarak çalıştırılabilen renkli çelik plakalar kullanılmaktaydı. Bunlar gerektiğinde 45 ve 90 derece kaldırılarak tren makinistinin uzaktan uyarılmasını sağlıyordu.

Telgraf ve telefonun ortaya çıkmasıyla mekanik sinyalizasyon yerini yavaş yavaş elektrikli sinyalizasyona bırakmaya başladı. Telgraf ve telefon demiryollarında sinyalizasyonun en önemli araçları oldu. Özellikle telgraf önemliydi çünkü onunla ihbar ve bildirimlerin yazılı olarak saklanması mümkün olabiliyordu. Günümüzde artık bunların yerine elektromekanik ve giderek elektronik ve/veya yüksek teknoloji temelli sinyalizasyon sistemleri geçmiştir".

Elektrik-Elektronik Yüksek Mühendisi Sayın Rıza B. Akcan konuşmasının sonunda çok önemli bir başka konuya işaret ederek, demiryollarında yük ve yolcu taşımacılığı için günümüzde artık yolcu otobüs firmalarının bile rekabet konusu yaptıkları "all risks" sigortasının bulunmamasının büyük bir eksiklik olduğunu söyledi. ■

RAYLI SİSTEMLERDE SİNYALİZASYON: NEDEN? NASIL?

Prof. Dr. M. Turan Söylemez
İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi
Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü

Bilindiği üzere raylı sistemler kendilerine has bir takım özelliklerinden dolayı en önemli toplu ulaşım modları arasında yer almaktadır. Raylı sistemleri alternatiflerinden ayıran önemli özellikler arasında, konforlu bir ulaşım imkânı sunmaları, şehirlerarası yolculukta havayollarının aksine doğrudan şehir merkezleri arasında yolculuk sağlamaları, rakiplerine göre çok daha ekonomik ve enerji etkin olmaları, bununla bağlantılı olarak daha çevresel bir ulaşım yöntemi olmaları, yolculukların planlı ve tam zamanında yapılması ve daha güvenli olmaları sayılabilir.

Neden Sinyalizasyon?

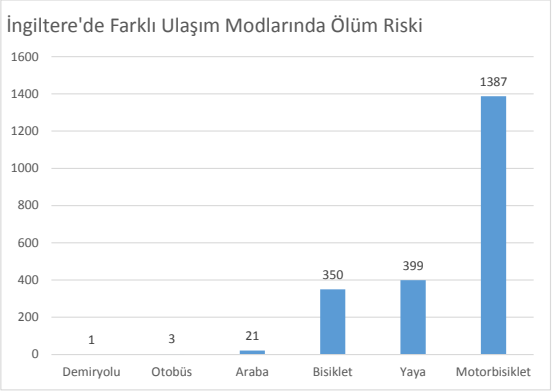
Hiç şüphesiz demiryollarını karayollarından ayıran özelliklerin başında demiryollarında araçların daha önceden döşenmiş olan rayların üzerinde hareket ediyor olmaları gelir. Bunun iki doğal sonucu vardır. Birincisi, raylı sistemlerde araçlar kılavuzlanmış bir şekilde raylar üzerinde hareket ettiklerinden istedikleri şekilde manevra yapamazlar. Bir başka deyişle rayların götürdüğü yere gitmeye mahkûmdurlar. Raylar üzerinde hareket etmenin ikinci doğal sonucu ise araç tekerlekleri ile yol arasında karayollarına göre çok daha düşük (yaklaşık olarak 10 kat daha küçük) bir sürtünme katsayısının söz konusu olmasıdır. Bu hem iyi bir şeydir, hem de kötü. İyi bir şeydir, çünkü düşük sürtünme katsayısı, araç üzerine aracın hızı ile yaklaşık doğrusal olarak etkimekte olan sürtünme kuvvetinin aynı oranda daha düşük olması ve bunun sonucu olarak daha düşük enerji tüketimi anlamına gelir. Bunun bir sonucu olarak (elektrikli raylı sistemlerde frenleme yapan araçların enerjisini o anda hatta bulunan ve enerji talep eden diğer araçlara aktarmasını sağlayan rejeneratif frenleme sisteminin de önemli katkılarıyla) raylı sistemler karayolları ve havayollarına göre çok daha enerji etkin bir çözüm sunarlar. Düşük sürtünme katsayısı aynı zamanda kötü bir şeydir, çünkü, bunun bir sonucu olarak raylı sistem araçlarının sağlayabileceği frenleme ivmeleri (yaklaşık 10 kat kadar) düşer. Bu da karayollarıyla kıyaslandığında 10 kata varan daha uzun fren mesafeleri anlamına gelmektedir. Tam hızla giden bir raylı sistem aracının acil bir durumda durması için gereken mesafe çoğu zaman kilometreler ile ifade edilir. Yüksek hızlı bir tren için hat geometrisine bağlı olarak bu mesafe 6-7 kilometreyi bulabilmektedir. Tren sürücüsünün birkaç yüz metreden ötesini sağlıklı bir şekilde görmesinin çok zor olduğu düşünülürse, çoğu zaman (görerek sürüş adı verilen ve genelde tren hızlarının 30 km/saatten küçük olduğu sürüş modu dışında) raylı sistem araçlarının sürücülerinin görüş mesafesinin çok daha ötesindeki fren mesafelerine karşı düşen hızlarda hareket etmeleri söz konusudur.

İlk bakışta bir engelle karşılaştığında manevra şansı bulunmayan ve sürücülerinin yolları üzerindeki bir engeli aracın fren mesafesinden önce görme şansı olmayan raylı sistem araçları ile yolculuk etmenin güvensiz olduğu düşünülebilir. Ancak, buna rağmen raylı sistemler, yolcularına son derece güvenli bir ulaşım imkânı sunmakta ve en güvenli (bazı ülkelerde havayolundan sonra ikinci güvenli) ulaşım modu olarak ortaya çıkmaktadırlar. Peki ama nasıl oluyor da raylı sistemler güvenlik açısından diğer ulaşım modlarına göre daha öne çıkmaktadır? Bu soruya yanıt arandığında bunun başlıca nedeninin raylı sistemlerde kullanılan son derece katı işletme prensipleri ve belirli bir trafik yoğunluğundan sonra kullanılması kaçınılmaz olan sinyalizasyon sistemleri olduğu ortaya çıkmaktadır.

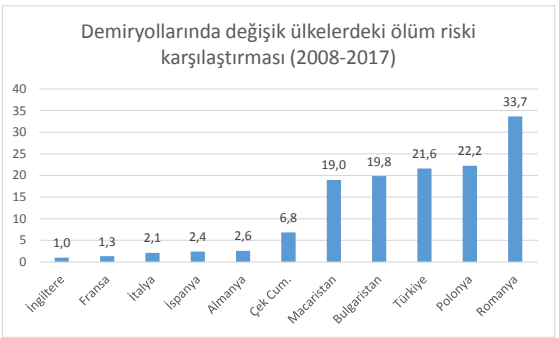
Raylı sistemlerde güvenlik konusundaki temel prensip yolcuların en az evlerindeki kadar (bazı durumlarda daha fazla) güvenli bir ortamda seyahat etmelerini sağlamaktır. Gelişmiş ülkeler bu konuda son derece iyi bir konumda bulunmaktadırlar. Örnek olarak İngiltere'de 2007 yılından beri tren çarpışması veya trenin raydan çıkması sonucu ölüm yaşanan bir kaza görülmemiştir [1-2]. Diğer kazalar sonucu raylı sistem yolcularının ölüm sayısı son on sendir ortalama senede 5 kişi, yolcu olmayan diğer insanlar (hemzemin geçit kullanıcısı veya izinsiz şekilde raylı sistem hattına giren kişiler gibi) için bu oran senede 43 kişidir. İngiltere'de raylı sistem ağının son derece yaygın olduğu ve sadece raylı sistemlerde intihar sonucu ölen kişi sayısının son on senelik ortalamasının senede 246 kişi olduğu düşünülürse, verilen rakamların kazalar açısından son derece güvenli bir seyahat modunu gösterdiği görülmektedir [3-4]. Şekil 1'den görüleceği üzere İngiltere'de demiryol-

larında seyahat ederken ölme riski, otobüs ile seyahat etmeye göre 3, araba ile seyahat etmeye göre 21 kat daha düşüktür.

Türkiye açısından da farklı ulaşım modları arasındaki karşılaştırmalarda risklerin benzer oranlarda olduğu görülmektedir. Ancak, Türkiye'de karayolu ve demiryolu ulaşımı gelişmiş ülkelere göre çok daha risklidir. Şekil 2'de bazı ülkelerde 2008-2017 yılları arasında yaşanan demiryolu kazalarında yolcu kilometre bazında ortalama ölüm sayılarının karşılaştırılması verilmiştir. Bu şekilden de görüleceği üzere Türkiye'de demiryollarındaki ölüm riski Macaristan, Bulgaristan ve Polonya gibi ülkelere yakın, ancak İngiltere, Fransa, İtalya, İspanya ve Almanya gibi Avrupa'nın gelişmiş ülkelerine göre ise çok daha (10-20 kat) fazladır. Türkiye'deki durum biraz daha yakından incelendiğinde sinyalizasyon sistemlerinin önemi daha net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Tablo 1'de Türkiye'de 2008-2017 yılları arasında demiryolu ağının toplam uzunluğu, bu hatlar içinde sinyalizasyon sistemine sahip olan hatların toplam uzunluğu ve bunların oranı, demiryolu kazalarında ölüm sayıları ve milyar yolcu kilometre başına ölüm bilgisi verilmiştir. Bu tablodan görüleceği üzere son senelerde toplam hat uzunluğunun artmış olmasına rağmen demiryollarında kaza sonucu ölümlerde gözle görülür bir azalma söz konusudur. Bunun en önemli sebebi hiç şüphesiz sinyalizasyon bulunan hatların kayda değer şekilde artmasıdır. Dahası, demiryolu kazalarının ayrıntısı incelendiğinde kazaların çok büyük bir kısmının sinyalizasyonu yapılmamış bölgelerde meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 1. İngiltere'de farklı ulaşım modları için ölüm riski (yolcu km bazında demiryollarına göre normalleştirilmiştir) [1]



Şekil 2. Bazı ülkelerde 2008-2017 yılları arasında yaşanan demiryolu kazalarında yolcu kilometre bazında ortalama ölüm sayılarının karşılaştırılması (İngiltere verilerine göre normalleştirilmiştir) [5]

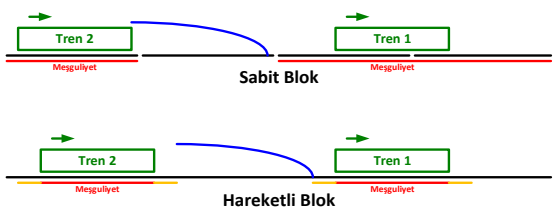
Tablo 1. Türkiye'de toplam ve sinyalli demiryolu uzunlukları ile demiryolu kazalarında ölüm sayılarının 2008-2017 yılları arasında değişimi [5,6].

Yıl	Toplam Hat [km]	Sinyalli Hat [km]	Sinyalli hat oranı [%]	Kazalarda Ölüm Sayısı	Ölüm Sayısı (1/Milyar Yolcu km)
2008	11005	3029	28%	111	21,78
2009	11405	3417	30%	89	16,56
2010	11940	3908	33%	69	12,57
2011	12000	3908	33%	71	12,07
2012	12008	4016	33%	55	11,96
2013	12097	4035	33%	45	11,98
2014	12485	4412	35%	65	14,80
2015	12532	4578	37%	50	10,36
2016	12532	5462	44%	81	18,73
2017	12608	5534	44%	40	8,76

*Not: Yazı hazırlanırken 2018 yılına ait istatistikler henüz ilan edilmediğinden 2017 yılına kadar olan veriler kullanılmıştır.

Temel Sinyalizasyon Mantığı

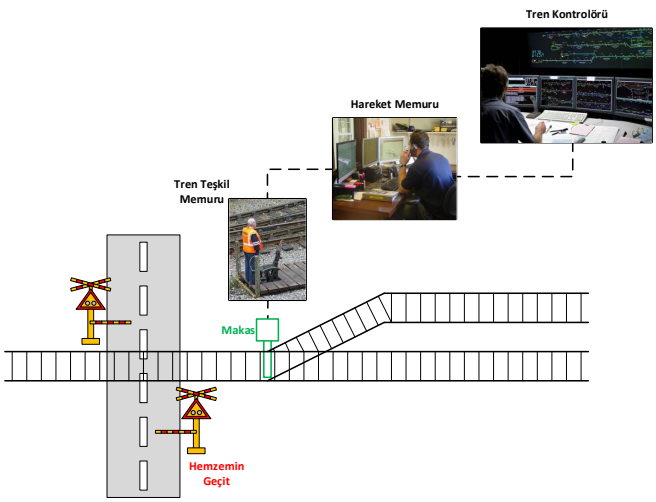
Demiryolu sinyalizasyonu trenlerin çarpışmasını ve devrilmesini engellemek amacıyla demiryolu trafiğini güvenli bir şekilde kontrol eden kural ve sistemler bütünü olarak tanımlanabilir. Sinyalizasyon sistemlerinin ayrıntıları ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye ve sistemi kuran firmaya bağlı olarak değişiklikler gösterebilmektedir. Ancak, temel sinyalizasyon prensipleri bütün dünyada hemen hemen aynıdır. Bu prensiplerden en önemlisi hiç kuşkusuz blok sinyal prensibidir. Tarihçesi demiryollarının varlığıyla eşzamanlı olan sinyalizasyon sistemlerinde 19. yüzyılın sonlarından itibaren kullanılagelmekte olan blok sinyal prensibine göre demiryolu bloklara ayrılır ve normal işletme koşullarında bir blokta sadece bir trenin bulunmasına izin verilir. Bloklara giriş ve çıkışlar ise trenlere hareket yetkisi veren sinyaller ile düzenlenir. Bu şekilde bir tren sürücüsü fren mesafesindeki olası engelleri göremese bile teknik olarak boş olduğu garanti altına alınmış bir bloğa giriş yetkisi veren bir sinyali gördükten sonra o bloğun sonuna kadar önüne bir engel çıkmayacağını bilerek aracı sürer. Pek çok sistemde sinyalizasyon blokları önceden belirlenmiş sabit bloklar olup bu tür sistemler sabit bloklu sistemler olarak adlandırılmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ve raylı sistemlerden beklentilerin artmasının bir sonucu olarak öndeki trenin konumuna ve trenin hız ve konumu ile hat geometrisi gibi değişik parametrelere bağlı olarak uzunluk ve konumları sürekli olarak değişen bloklardan oluşan hareketli (kayan) bloklu sinyalizasyon sistemleri de söz konusudur (bknz Şekil 3).



Şekil 3. Sabit Blok ve hareketli blok

Raylı Sistemlerde Trafik Yönetimi

Raylı sistemlerde trenlere hareket yetkisinin aktarılması iki temel yöntem ile yapılmaktadır. Bunlardan birincisi Trafiğin Telefonla Merkezden İdaresi anlamına gelen TMİ yöntemidir. Bu yöntemde merkezde bulunan dispeçer adı da verilen tren kontrolörü, trafiğin genel anlamda akışından sorumludur ve istasyon bölgelerinde bulunan hareket memurları ile temasa geçerek trenlerin genel hareketleri hakkında bilgi alışverişinde bulunur. İstasyon bölgesindeki trenlerin sevk ve idaresinden sorumlu olan hareket memurları ise hangi trenin istasyon bölgesinde hangi yolları kullanacağına karar vererek makasların konumlarını değiştirmekten de sorumlu olan tren teşkil memurları ile iletişime geçerek bölgesindeki trenler için yolların uygun bir şekilde kurulmasını sağlarlar (bkz. Şekil 4). Yapısından da hemen anlaşılacağı üzere TMİ yöntemi insan hatasına açık bir yöntemdir ve dispeçer, hareket memuru ve/veya tren teşkil memurlarının yapacağı hatalar kazalara sebep olabilmektedir. İnsan hatalarını telafi etmeye yönelik herhangi bir teknik önlem içermediğinden TMİ yönteminin kullanıldığı hatlar sinyalsiz olarak adlandırılmaktadır. Trafik yoğunluğunun az olduğu gün içinde çok fazla makas konum değişimine ihtiyaç duyulmayan ve trenlerin nispeten düşük hızlarda seyrettiği hatlarda TMİ yöntemi hala kullanılmaya devam etmektedir. Ancak, hatlardaki trafik yoğunluğunun artmasıyla TMİ yöntemindeki olası insan hatası riski çok hızlı bir şekilde (üstel olarak) artmaktadır. Onun için belirli bir noktadan sonra trenlere hareket yetkisinin aktarılması için ikinci temel yöntem olan TSİ (Trafiğin Sinyalizasyon ile İdaresi) yöntemi kaçınılmaz olmaktadır. Bu yöntemde bir sinyalizasyon sistemi yardımıyla hat üzerindeki trenlerin güvenli bir şekilde hareket etmeleri sağlanır. Bu amaçla kullanılmakta olan değişik tiplerde sinyalizasyon sistemleri mevcut olmakla birlikte bu sistemlerin temel yapıları benzerdir.



Şekil 4. TMİ: Trafiğin Telefonla Merkezden İdaresi

Standartlar

Raylı sistemlere yönelik sinyalizasyon sistemlerinin geliştirilmesi, kurulması ve kullanımı sırasında standartlar çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu standartlar arasında en önemlileri IEC 61508 şemsiye standardına dayanarak üretilmiş olan ve raylı sistem sektörünü hedef alan 50126, 50128, 50129 ve 50159 nolu CENELEC (Comité Européen de Normalisation

Électrotechnique) standartlarıdır. Bu standartlardan EN 50126 standardı bir raylı sistemin veya bunun bir alt sisteminin planlaması, tasarımı, gerçeklenmesi, test edilmesi, doğrulanması, bakımının yapılması ve işi bittiği zaman ortadan kaldırılmasını içeren bütün hayat döngüsü boyunca yapılması gerekenleri ayrıntılı bir şekilde tarif eder. Bu bağlamda karşımıza çıkan önemli kavramlardan bir tanesi Güvenilirlik (Reliability), Emre Amadelik (Availability), Bakım Yapılabilirlik (Maintainability) ve Emniyet (Safety) kavramıdır. Karşı düşen İngilizce kelimelerin baş harfleri kullanılarak kısaca RAMS adı verilen bu kavram yardımıyla bir sistemin emniyeti ve kullanışlılığı hakkında detaylı analizler yapmak mümkündür. Burada emre amadelik bir sistemin verilen bir zamanda veya zaman diliminde kendisinden beklenen bir fonksiyonu yerine getirme özelliği olarak tanımlanır ve genelde bir olasılık değeri olarak ifade edilir. Örneğin, emre amadeliği %99,998 olarak verilen bir sistem her 100.000 saatte ortalama 2 saat boyunca kendisinden bekleneni yapamaz bir durumda (kapalı/bozuk) kalır, bunun dışındaki sürelerde fonksiyonlarını eksiksiz bir şekilde yerine getirir. Emre amadelik değerinin belirlenmesinde sistemin güvenilirlik ve bakım yapılabilirlik değerleri kullanılır.

RAMS'ın en önemli parçaları arasında yer alan emniyet, olası teknik arızalara ve istemsiz insan hatalarına karşı fonksiyonel emniyet anlamına gelmektedir. Emniyetin sağlanması amacıyla raylı sistemlerde kullanılan ekipmanların hemen hepsi hatada emniyetli (fail-safe) olacak şekilde tasarlanır. Yani bu ekipmanlar bir özkontrol (diyagnoz) sistemi yardımıyla hata durumuna düştüklerini anlarlar ve kendilerini (giriş ve çıkışlarını) emniyetli duruma geçirirler. Raylı sistemler için emniyetli durum genelde ışıkların kırmızı (dur) bildirimi vermesi, trenlerin durması, hemzemin geçitlerin bariyerlerinin kapanması ve makasların konumlarını korumaları olarak düşünülebilir. Aslında bu durumu teknik olarak sağlamak zor değildir. Ancak, bu durumda sistemin emre amadeliği sıfır olmaktadır. Asıl problem bir yandan fonksiyonel emniyeti sağlarken bir yandan da emre amadeliği çok yüksek oranlarda sağlayabilmektir. Bu amaçla sinyalizasyon sistemlerinde kullanılan alt sistem ve ekipmanların önemli bir kısmı yedeklilik (redundancy) prensibine uygun olarak çalışır. Sistemin bir noktasında arıza meydana gelse bile çoğu zaman arıza tespit edilerek arıza oluşan parça devre dışına alınır, parça değiştirilene kadar, o parçanın çalışmayı anında devralan (sıcak) yedekleri üzerinden sistem kesintisiz ve güvenli olarak çalışmaya devam eder.

Bilindiği üzere mühendislikte sıfır hata diye bir şey yoktur. Haliyle bütün mühendislik sistemleri gibi sinyalizasyon sistemleri de hata yapabilirler. Ancak, sinyalizasyon sistemlerinin tehlikeli bir hataya düşme olasılıkları dikkatli bir şekilde hesaplanmıştır. Bu amaçla EN 50128 ve EN 50129 standartlarında tanımlanmış olan emniyet bütünlüğü seviyesi (safety integrity level) anlamına gelen SIL seviyeleri kullanılmaktadır. Raylı sistemler için SIL 1 ile SIL 4 arasında 4 adet emniyet bütünlüğü seviyesi tanımlanmıştır. Standartlarda bu seviyeler bir saatte sistemin tehlikeli bir hataya düşme olasılığı olarak verilmiştir. Ancak, akılda kalma kolaylığı açısından yaklaşık olarak SIL 1 sistemin her 10 senede ortalama 1 kez tehlikeli hataya düşeceği, SIL 2 sistem için bu durumun her 100 senede ortalama 1 kez olacağı, SIL 3 sistem için 1000 yıl, SIL 4 sistem için ise 10000 yıldan daha uzun sürelerde bir defa tehlikeli hata oluşma olasılığı olduğu söylenebilir. Raylı sistemlerde kullanılan sinyalizasyon sistemleri genelde SIL 3 ve çoğu zaman SIL 4 emniyet bütünlüğü seviyesine sahiptirler. Yani bu sistemlerin kendilerinden kaynaklanan bir nedenle insan hayatını tehlikeye sokacak bir durum oluşturma ihtimalleri genelde 10000 yılda bir civarındadır.

Raylı sistemlerde kullanılacak elektrik, elektronik, programlanabilir ve lojik donanımların tasarımlarının nasıl yapılacağına ilişkin yönlendirmeler EN 50129 standardında mevcuttur. Bu tür donanımlara ilişkin SIL seviyeleri hesaplanırken sistemi oluşturan tüm alt sistem ve parçalar ve bunların birbiriyle ilgisi incelenerek olasılık analizleri (örneğin Markov analizi) kullanılarak sistemin hataya düşme olasılığı hesaplanır. Ancak, bu donanımlar üzerinde koşan yazılımlara ilişkin SIL seviyesini olasılık analizleri ile hesaplamak mümkün değildir. Bunun yerine bu tür yazılımların geliştirilme süreçlerinin nasıl olması gerektiği EN 50128 standardında ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Mümkün olduğunca hatasız bir yazılım oluşturulması, oluşan hataların etkin bir şekilde tespit edilmesi ve tespit edilemeyen hataların çeşitli teknikler kullanılarak çalışma sırasında giderilmesi amacıyla standart pek çok teknik önermektedir. Çok fazla miktarda dokümantasyon ve ayrıntılı bir çalışma gerektiren bu çalışma son derece meşakkatlidir.

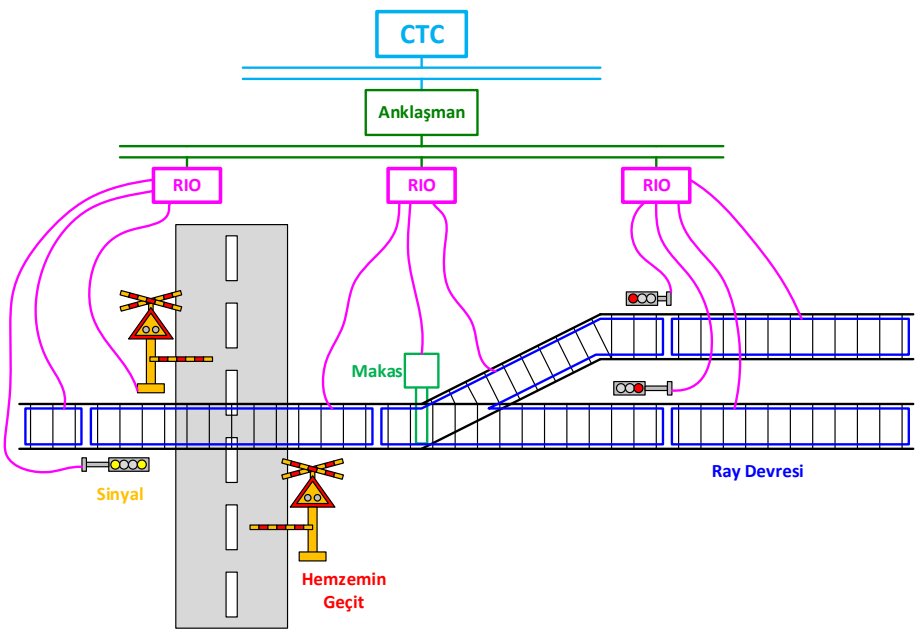
Sinyalizasyon Sistemleri

Sinyalizasyon sistemleri uygulamaya bağlı olarak değişiklik gösterse de temel yapı Şekil 5'te gösterildiği gibi olup hemen hemen tüm uygulamalarda benzerdir. TMİ'ye benzer şekilde TSİ'de de hattaki bütün trenlerin hareketinden trafik kumanda merkezinde bulunan dispeçer sorumludur. Ancak, burada dispeçer, trenlerin hareketine ilişkin komutları hareket memurlarına iletmez. Bunun yerine merkezi trafik kontrol (centralized traffic control-CTC) adı verilen bir sistem üzerinden komutlarını sinyalizasyon sistemine iletir ve yine aynı sistem üzerinden hat üzerindeki bütün araçların hareketlerini takip edebilir. Dispeçer tarafından

verilen komutlar CTC tarafından anklaşman (interlocking) adı verilen ve sinyalizasyon sisteminde emniyetin en önemli parçası olarak sayılan sisteme iletilir. Anklaşman CTC üzerinden kendisine iletilen komutları değerlendirerek sahanın durumuna bağlı olarak sadece güvenli bulduğu komutları kabul ederek sahaya uygular. Yapısı gereği anklaşman karşılıklı kilitlemeler oluşturarak belirli durumlarda belirli işlevlerin çalışmasına engel olur. Her bir istasyon bölgesinde bir veya daha fazla anklaşman kullanılabileceği gibi birden fazla istasyon bölgesini tek bir anklaşmanla kontrol etmek de mümkündür. TMİ sistemi ile bir benzetme yapmak gerekirse burada hareket memurunun yerini anklaşman almıştır diye düşünülebilir. Anklaşman sisteminin saha elemanları ile arasındaki bağlantı bakır kablolarla sağlanabileceği gibi uzak giriş/çıkış birimleri (RIO) ile de sağlanabilmektedir. Raylı sistemlerde en çok kullanılan saha elemanları arasında belirli bir bölgede araç olup olmadığının anlaşılmasına yardım eden ray devreleri veya aks sayıcıları, trenlere hareket yetkisi veren yol boyu sinyalleri, karayolu ile kesişimde trafiği düzenleyen hemzemin geçitleri ve trenlerin yol değiştirmesini sağlayan makasları saymak mümkündür. Çoğu zaman bu tür sistemlerde kullanılan makaslar bir makas motoru üzerinden uzaktan kumanda edilebilir ve izlenebilir. Yine TMİ ile bir benzetim yapmak gerekirse sinyalizasyonlu sistemlerde tren teşkil memurunun yerini makas motorunun aldığı düşünülebilir. Genelde anklaşman dâhil anklaşman ile saha arasındaki tüm alt sistemler SIL 3 ve çoğu zaman SIL 4 emniyet bütünlüğü seviyesindedirler.

Güzergâh Prensibi

Açık hat olarak adlandırılan ve herhangi bir makas yapısı içermeyen istasyonlar arası bölgelerde trenlerin emniyeti için genelde blok sinyal prensibinin kullanılması yeterli olur. Ancak, istasyon bölgelerinde trenlerin geçecekleri yollar güzergâh adı verilen parçalara bölünür. Rota (route) adı da verilen güzergâhlar genelde bloğun başındaki bir sinyalden bir sonraki bloğun başındaki sinyale kadar olan ve varsa içerdikleri makasların üzerinden tren geçmesine uygun konumlarını da ifade eden teknik olarak koruma altına alınmış hat kesimlerini ifade ederler. Dispeçer tren hareketlerini kontrol ederken hangi trenin hangi güzergâhı kullanacağını belirleyerek sinyalizasyon sistemine taleplerini iletir. Dispeçer'in bu taleplerinin CTC tarafından anklaşman sistemine iletilmesinin ardından anklaşman sistemi talebin uygunluğunu değerlendirmeye alır. Eğer, tehlike oluşturacak bir durum söz konusu değilse güzergâh üzerinde bulunan makaslar olmaları gereken konumlara alınarak ilgili tüm elemanlar ile birlikte elektronik olarak kilitlenir. Bu duruma güzergâhın kurulması adı verilir. Kurulu bir güzergâh ilgili bölgeye (önden, arkadan veya yandan) bir başka trenin girerek trenlerin çarpışmasına veya makasların hatalı konumlara geçerek trenin raydan çıkmasına engel olunacak bir biçimde teknik olarak koruma altına



Şekil 5. Raylı Sistem Sinyalizasyon Sistemlerinin Temel Yapısı

alınmıştır. Bir hat kesiminde hangi güzergâhların olduğu ve bu güzergâhlara ilişkin hangi kilitlemelerin yapılacağı henüz hat tasarım aşamasındayken çok ayrıntılı mühendislik çalışmaları sonucunda belirlenir. Belirlenen bütün kilitleme kuralları anklaşman tablosu adı verilen bir tabloda özetlenir ve anklaşman sistemine tanıtılır. Çoğu zaman aylar süren detaylı yazılım ve donanım testleri sonrasında sistem devreye alınır.

Tren Koruma Sistemleri

Sadece blok sinyal veya güzergâh sistemi ile korunmuş bir hat kesimi her ne kadar emniyetli olsa da hala tren sürücüsünden kaynaklı hatalara açıktır. Bir sürücünün isteyerek veya istemeyerek sinyal sistemi tarafından kendisine iletilmiş olan hız sınırlamasını veya dur bildirimini ihlal etmesi halinde kaza olma olasılığı hâlâ mevcuttur. Raylı sistemlerde insan hatalarından kaynaklı kaza riskini en aza indirmek temel prensip olduğundan pek çok sistemde temel sinyalizasyon sistemini destekleyen ve bu sistem ile bütünleşik olarak çalışan tren koruma sistemleri mevcuttur. Bu tür sistemler içinde en temel koruma işlevini sağlayan ATS adı verilen otomatik tren durdurma (automatic train stop) sistemidir. Bu sistemde trenin önünde bulunan ışığın bilgisi belirli noktalarda trene balis adı da verilen yol boyu bobinleri tarafından iletilir. Bu bilgi tren üzerinde bulunan hatada emniyetli bilgisayar tarafından işlenir ve trenin bir dur bildirimini (kırmızı ışığı) geçme riskinin tespit edilmesi halinde acil fren uygulaması yaparak trenin durdurulması sağlanır. Her ne kadar ATS sistemi emniyetini önemli ölçüde artırsa da trenin önündeki ışıkla ilgili bilgi sadece belirli noktalarda (bazı durumlarda sadece ilgili yol boyu sinyalinin hemen yakınında tek bir noktada) bildirilmesinin bir sonucu olarak acil fren uygulamasına rağmen trenlerin kırmızı ışığı geçerek yetkileri olmayan bölgelere girmeleri mümkündür. Ayrıca, kırmızı ışığa yaklaşmakta olan bir tren uyarı balisini geçtikten sonra ışık geç bildirimi verse bile tren bilgisayarı öndeki ışığın kırmızı olduğunu varsaydığından trenin istenilen şekilde hızlanması mümkün olmamakta, bu da performans kayıplarına sebep olmaktadır. ATP sisteminin bu dezavantajlarını gidermek üzere sinyal bilgisinin belirli noktalarda değil (değişik teknolojiler yardımıyla) sürekli olarak trene aktarıldığı ATP adı verilen otomatik tren koruma sistemleri (automatic train protection) mevcuttur. Bu tür sistemlerde trenin hız eğrisi sürekli olarak tren bilgisayarı tarafından kontrol edilmekte tehlikeli bir durum olma riski algılandığında öncelikle sürücü uyarılmakta eğer sürücü tanımlı bir zaman içinde gerekli müdahaleyi yapmaz ise acil fren sistemi yardımıyla trenin hareket yetkisi sınırlarını aşmadan durdurulması sağlanmaktadır. Gün geçtikçe raylı sistemler üzerinde hareket eden araçların kontrolünün insanlar yerine daha çok bilgisayarlar yardımıyla yapılması söz konusudur. Bu işi yapmaya yardımcı olan sistemlere otomatik tren kontrol sistemi manasında ATC (automatic train control) sistemi adı verilmektedir. Çeşitli seviyeler halinde düşünülebilecek otomatik tren kontrol sistemlerinde en düşük düzeyde ATP sistemleri kullanılır. İlerleyen düzeylerle birlikte tren sürücüsünün görevleri azaltılarak sürüşün tamamıyla bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilmesi söz konusudur. ATC'nin en üst seviyesi olan ve UTO adı verilen refakatsız tren işletiminde (unattanded train operation) ise trenin işlemesi ile ilgili bütün işlemler bilgisayarlar tarafından yürütülür. Üsküdar-Ümraniye metro hattı bu tür çalışmaya bir örnek olarak verilebilir.

Sonuç

Raylı sistemlerde sinyalizasyon sistemlerinin gerekliliği ve öneminin anlatıldığı bu yazıda sinyalizasyon sistemlerinin temel özellikleri ve çalışma prensipleri hakkında kısa bilgiler aktarılmıştır. Sonuç olarak raylı sistemlerin yapıları gereği özellikle belirli bir trafik yoğunluğunun üzerindeki hat kesimlerinde sinyalizasyon sistemleri raylı sistemlerin vazgeçilmez bir parçasını oluştururlar. İlgili standartlar sayesinde bu tür sistemler hem yüksek emniyete sahip hem de yüksek emre amadeliğe sahiptirler. Çoğu zaman sinyalizasyon sistemlerinin tehlikeli bir hata yapma olasılığı 10000 yılda bir mertebesindedir. Bunun bir sonucu olarak raylı sistem taşımacılığı hava yolu taşımacılığı ile birlikte en emniyetli taşımacılık modu olarak karşımıza çıkar.

Kaynaklar

[1] Key Charts from the Annual Safety Performance Report 2017/18, Rail Safety and Standards Board (RSSB), İngiltere, 2018

[2] Annual Safety Performance Report A reference guide to safety trends on GB railways 2017/2018, Rail Safety and Standards Board (RSSB), İngiltere, 2018

[3] Rail Safety Statistics 2017-18 Annual Statistical Release, Office of Rail and Road, İngiltere, 2018(9)

[4] RAI0501 Rail accidents: casualties by type of accident, Statistical Data Set, GOV.UK, (2018), https://www.gov.uk/government/statistical-data-sets/rai05-rail-accidents-and-safety

[5] Eurostat: Statistics Explained, Railway safety statistics, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Railway_safety_statistics

[6] İstatistiklerle Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme 2003-2017, Demiryolu, T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, http://www.uab.gov.tr/images/istatistik/2003-2017.pdf

SİNYALLİ HAT UZUNLUKLARI (2017)-Length of Signalled Lines							(Km)
Kodu Code	Bölge Region	KONVANSİYONEL HAT KESİMLERİ Conventional Line Sections	ANAHAT-Mainlines			TALİ HAT Subsidiary line	GENEL TOPLAM Grand Total
			TEK HAT Single Line	2. 3. ve 4. HATLAR 2nd, 3rd, 4th Mainlines	TOPLAM Total		
101	1	Sirkeci-Demirköprü	267	28	295	35	330
102	1	Pehlivanköy-Kapıkule	68	-	68	14	82
103	1	Mandıra-Kırklareli	1	-	1	-	1
104	1	Haydarpaşa-Ankara	241	89	330	31	361
105	1	Arifiye-Adapazarı	8	-	8	3	11
150	1	Tekirdağ-Muratlı	31	31	62	12	74
202	1	Marmaray	35	14	49	5	54
203	1	Gebze-Köseköy	57	57	114	2	116
1. Bölge Toplamı-1st Region Total			**708**	**219**	**927**	**102**	**1029**
104	2	Ankara-Sincan	23	8	31	1	32
104	2	Hasanbey-Ankara	231	-	231	70	301
108	2	Ankara-Boğazköprü	407	14	421	47	468
109	2	Irmak-Zonguldak	416	-	416	65	481
132	2	Boğazköprü-Ulukışla	171	-	171	25	196
154	2	Boğazköprü-Gömeç	22	22	44	2	46
2. Bölge Toplamı-2 nd Region Total			**1270**	**44**	**1314**	**210**	**1524**
137	3	Hilal-Bandırma	36	33	69	18	87
138	3	Menemen-Aliağa	26	26	52	8	60
140	3	Basmane-Alsancak	3	-	3	2	5
141	3	Basmane-Denizli	53	56	109	29	138
142	3	Torbalı-Ödemiş	2	-	2	0	2
3. Bölge Toplamı-3 rd Region Total			**120**	**115**	**235**	**57**	**292**
110	4	Boğazköprü-Sivas	222	-	222	34	256
111	4	Samsun-Kalın	2	-	2	-	2
114	4	Hanlı-Bostankaya	46	-	46	3	49
115	4	Sivas-Çetinkaya	111	-	111	29	140
116	4	Tecer-Kangal	48	-	48	2	50
117	4	Çetinkaya-Doğukapı	67	-	67	15	82
4. Bölge Toplamı-4 th Region Total			**496**	-	**496**	**83**	**579**
118	5	Çetinkaya-Malatya	142	-	142	13	155
119	5	Malatya-Diyarbakır	5	-	5	-	5
123	5	Malatya-Fevzipaşa	182	-	182	16	198
5. Bölge Toplamı-5 th Region Total			**329**	-	**329**	**29**	**358**
123	6	Malatya-Fevzipaşa	69	-	69	11	80
124	6	Narlı-Karkamış	2	-	2	-	2
127	6	Köprüağzı-Kahramanmaraş	2	-	2	-	2
128	6	Yenice-Tahtaköprü	142	-	142	25	167
129	6	Toprakkale-İskenderun	60	-	60	6	66
131	6	Konya-Yenice	100		100	13	113
6. Bölge Toplamı-6 th Region Total			**375**	-	**375**	**55**	**430**
133	7	Enveriye-Konya	94	-	94	15	109
7. Bölge Toplamı-7 th Region Total			**94**	-	**94**	**15**	**109**
KONVANSİYONEL HAT TOPLAMI Conventional Line Total			**3.392**	**378**	**3.770**	**551**	**4.321**

Bölge Region	YÜKSEK HIZLI HAT KESİMLERİ High Speed Line Sections	ANAHAT-Mainlines			TALİ HAT Subsidiary line	GENEL TOPLAM Grand Total
		TEK HAT Single Line	2. 3. ve 4. HATLAR 2nd, 3rd, 4th Mainlines	TOPLAM Total		
YHT-HST	Ankara-Polatlı (makas)	73	73	146	3	149
	Polatlı (makas)-Konya	213	212	425	13	438
	Polatlı-Konya müselles	5	6	11	-	11
	Polatlı (makas)-Eskişehir	148	148	296	-	296
	Eskişehir-Pendik	155	151	306	13	319
YÜKSEK HIZLI HAT TOPLAMI High Speed Line Total		**594**	**590**	**1.184**	**29**	**1.213**
GENEL TOPLAM-Grand Total		**3.986**	**968**	**4.954**	**580**	**5.534**

CUMHURİYET DÖNEMİNDEKİ TREN KAZALARI

Cumhuriyet dönemindeki tren kazaları bilgileri de kazaların daha çok hangi nedenlerden kaynaklandığı konusunda bize bilgi vermektedir (TCDD'nin tren kazalarına ilişkin kayıtları 1942 yılından başlamaktadır).

TCDD'nin istatistiklerine göre, demiryollarında ölümle sonuçlanan kazaların tarihleri, yerleri ve nedenleri şöyledir:

Tarih	Yer	Olayın türü	Ölü ve yaralı sayısı
1942	Bor	İki tren çarpıştı	16 ölü 21 yaralı
1945	Bağıştaş	İki tren çarpıştı	40 ölü 40 yaralı
1948	Doğanşehir	Yolcu treni raydan çıktı	8 ölü 4 yaralı
1948	Samsun	İki tren çarpıştı	12 ölü 8 yaralı
1948	Irmak	Trenin dingili kırıldı	38 ölü 103 yaralı
1948	Kayaş	İki tren çarpıştı	1 ölü 11 yaralı
1949	Osmaniye	İki tren çarpıştı	1 ölü 3 yaralı
1952	Karaisalı	Yolcu treni raydan çıktı	31 ölü 15 yaralı
1952	Torbalı	İki tren çarpıştı	7 ölü 10 yaralı
1953	Esenkent	İki tren çarpıştı	2 ölü 2 yaralı
1956	Bekirhüseyin	Tren raydan çıktı	1 ölü 1 yaralı
1957	Yarımburgaz	İki yolcu treni çarpıştı	95 ölü 150 yaralı
1958	Çobanlar	İki tren çarpıştı	11 ölü 4 yaralı
1961	Kartal	İki tren çarpıştı	15 ölü 70 yaralı
1965	Kadılı	İki yolcu treni çarpıştı	8 ölü 4 yaralı
1965	Toprakkale	Yolcu treni raydan çıktı	3 ölü 30 yaralı
1968	Demirçevre	Tren kaçması	1 ölü 2 yaralı
1972	Akkgedik	İki tren çarpıştı	1 ölü
1972	Pehlivanköy	İki tren çarpıştı	4 ölü 13 yaralı
1972	Gökçekısık	İki tren çarpıştı	34 ölü 40 yaralı
1974	Zeytinli	İki tren çarpıştı	16 ölü 35 yaralı
1974	Palu	Tren heyelana çarptı	15 ölü 8 yaralı
1974	Kalın	İki tren çarpıştı	6 ölü 8 yaralı
1975	Fırat	Tren kaçması	5 ölü 1 yaralı
1975	Sarıkent	İki tren çarpıştı	7 ölü 32 yaralı
1975	Biçer	Tren raydan çıktı	2 ölü 8 yaralı
1977	Bilecik	İki tren çarpıştı	5 ölü 7 yaralı
1977	Ulugüney	İki tren çarpıştı	2 ölü 2 yaralı
1977	Ankara	İki yolcu treni çarpıştı	2 ölü 10 yaralı
1978	Polatlı	İki tren çarpıştı	1 ölü 12 yaralı
1978	Lalabel	İki tren çarpıştı	1 ölü 6 yaralı
1978	Alsancak	Tren otobüse çarptı	13 ölü 19 yaralı
1979	Esenkent	İki tren çarpıştı	16 ölü 119 yaralı
1979	Behiçbey	İki tren çarpıştı	33 ölü 81 yaralı
1979	Horozluhan	Tren TIR'a çarptı	3 ölü 7 yaralı
1980	Afyon	Geçit çarpışması	12 ölü 24 yaralı
1980	Diyarbakır	Kaçan vagonlar trene çarptı	4 ölü
1980	İzmit	İki tren çarpıştı	17 ölü 25 yaralı
1981	Karakuyu	Geçit çarpışması	5 ölü 15 yaralı
1981	Eskişehir	İki tren çarpıştı	1 ölü 1 yaralı
1982	Taşlıdere	İki tren çarpıştı	3 ölü 1 yaralı
1982	Demiriz	İki tren çarpıştı	1 ölü 2 yaralı
1982	Uluova	İki tren çarpıştı	1 ölü 5 yaralı
1983	Bilecik	Tren kaçması	1 ölü 11 yaralı
1986	Porsuk	Yolcu treni yük trenine çarptı	2 ölü 1 yaralı
1986	Hereke	Yolcu treni yük trenine çarptı	2 ölü 23 yaralı
1987	Akhisar	Yük treni kamyonete çarptı	10 ölü 4 yaralı
1989	Pozantı	Yolcu treni yük trenine çarptı	4 ölü 5 yaralı
1990	Polatlı	İki yolcu treni çarpıştı	2 ölü 49 yaralı
1992	Muş	Rayların sökülmesi nedeniyle tren nehre uçtu	5 ölü 41 yaralı
1995	Ulukışla	Ray otobüsü yük vagonlarına çarptı	3 ölü 30 yaralı
1998	Eskişehir	Başkent ekspresi raydan çıktı	2 ölü 18 yaralı
2002	Temelli	Yolcu treni raydan çıktı	1 ölü 8 yaralı
2002	Bilecik	Yük treni raydan çıktı	1 ölü
2004	Pamukova	Hızlandırılmış tren raydan çıktı	38 ölü 95 yaralı
2004	Tavşancıl	İki yolcu treni çarpıştı	8 ölü 88 yaralı
2004	Kocaeli	İki tren çarpıştı	8 ölü
2008	Kütahya	Yolcu treni raydan çıktı	9 ölü
2015	Sivas	İki yük treni çarpıştı	1 ölü
2017	Kırıkkale	Makas değiştirdikten sonra trenin vagonu devrildi	1 ölü
2017	Elazığ	Tren raydan çıktı	2 ölü
2018	Ankara	Yüksek hızlı tren kılavuz trene çarptı	9 ölü 86 yaralı.

Tablodan görüldüğü gibi, demiryollarımızda 77 yılda 62 ölümlü kaza meydana gelmiştir. Bu kazalarda 607 yurttaşımız ölmüş, 2119 yurttaşımız yaralanmıştır. Bunlar çok yüksek kayıp oranlarıdır. Ayrıca ölü sayısı, kaza anında ölenlerin sayısıdır. Yaralandıktan bir süre sonra ölenlerin sayısı bilinmemektedir. Ayrıca yaralananlardan kaçının hayatının geri kalan kısmını ağır sakatlık koşullarında veya bazı uzuvlarını kaybetmiş olarak yaşadığı da bilinmemektedir.

Kazaların 15'i trenin raydan çıkmasıyla olmuştur. 44 kaza ise çarpışma nedeniyle yaşanmıştır. Trenlerin çarpışma nedeniyle kazaya uğramasının, raydan çıkma olaylarının yaklaşık üç katı olduğu görülmektedir.

Elektrik Mühendisleri Odası, Sayıştay'ın Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Raporu'nu İnceledi…

SAYIŞTAY'DAN ÇARPICI BULGULAR

EMO Basın- Ülkemizde son yıllarda ihmal kaynaklı tren kazaları giderek artarken, Sayıştay'ın Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'na ilişkin 2017 yılı denetleme raporu, demiryollarında yaşanan zafiyeti açıkça ortaya koydu. Raporda, bakanlığın bazı yapım işleri ve danışmanlık hizmetlerine yönelik ihaleleri yasaya aykırı biçimde pazarlık usulüyle gerçekleştirdiği, işin yürütülmesi sırasında gerekli önlemleri almadığı ve maliyetin çok üstünde ödemeler yaptığı saptamalarına yer verildi. Kars-Tiflis Demiryolu'nda 231 milyon TL'lik imalata 658 milyon TL ödendiği, buna rağmen projedeki imalatların önemli bir kısmının sözleşme bedeli doldurulduğu için tamamlanamadığı belirtilen raporda, hattın eksikliklere karşın ve elektrifikasyon, sinyalizasyon ve telekomünikasyon imalatları da hiç yapılmadan ticarete açıldığı kaydedildi.

Sayıştay'ın Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'na ilişkin 2017 yılı Denetim Raporu'ndaki bazı saptamalar özetle şöyle:

- 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu'na göre yapılacak ihalelerde açık ihale usulü ve belli istekliler arasında ihale usulü, temel usul olarak hükme bağlanmıştır. Kanunun 21. Maddesi b bendinde ise "Doğal afetler, salgın hastalıklar, can ve veya mal kaybı tehlikesi gibi ani ve beklenmeyen veya idare tarafından önceden öngörülemeyen olayların ortaya çıkması üzerine ihalenin ivedi olarak yapılmasının zorunlu olması" denilerek pazarlık usulü ile ihaleye çıkılması için gerekli şartlar sayılmıştır. Bu şartlar oluşmadığı halde iki adet yeni kent içi raylı sistem hattı yapım işi ve bu işlere ilişkin kontrollük ve danışmanlık hizmetlerinin ihalesi pazarlık usulüyle gerçekleştirilmiştir. Bu işlerden,
  - Gayrettepe İstanbul Yeni Havalimanı Metro Hattı İnşaatı İle Elektromekanik Sistemlerinin Temin, Montaj ve İşletmeye Alma İşleri'nin 21/b kapsamında ihale edilme gerekçesi "İhale konusu metro hattının İstanbul Yeni Havalimanı ile eş zamanlı olarak hizmete alınmak istenmesi"dir. Gayrettepe-İstanbul Yeni Havalimanı metro hattının yapım işinin sözleşme tarihinin 07.12.2016 olduğu ve işin sözleşme süresinin işyeri teslim tarihinden itibaren 1080 gün olduğu dikkate alındığında işin öngörülen bitiş tarihinin 22.11.2019 olduğu ortaya çıkmaktadır. Yapım çalışmaları devam eden İstanbul Yeni Havalimanı yapım işinin sözleşmesinde belirtilen öngörülen 1. Etap bitiş tarihinin yani havalimanının işletmeye alınma tarihinin ise 01.11.2018 olduğu dikkate alındığında, Gayrettepe-İstanbul Yeni Havalimanı metro hattı yapım işinin sözleşmesinde öngörülen teslim tarihinin zaten İstanbul Yeni Havalimanının açılış tarihine yetişmesi mümkün görülmemektedir. Sonuç itibariyle, söz konusu ihalenin 21/b kapsamında yapılmış olması, ihalenin bu kapsamda yapılma gerekçesinin yerine gelmesine imkân sağlamamıştır.
  - AKM-Gar-Kızılay metro hattının yapım işinin 21/b kapsamında ihale edilme gerekçesi olarak belirtilen işletme verimliliği ve yolcu güvenliği vs. hususlarının madde metninde belirtilen ani ve beklenmeyen bir durum olmadığı ve önceden öngörülemezlik şartını sağlamadığı düşünülmektedir.
  - Yukarıda belirtilen iki işe ilişkin kontrollük hizmetlerinin ise, zaten temini zorunlu bir hizmet olmaması nedeniyle ihalelerinin de bu madde kapsamında yapılmaları uygun olmamıştır.
  - Halkalı-Yeni Havalimanı metro hattı yapım işi ile bu hatlarda kullanılacak araçların alımı ihalelerinin 2017 yılı sonu itibariyle dahi gerçekleştirilmemiş oldukları düşünüldüğünde, bu işlere ilişkin danışmanlık hizmetleri temininin de ivedi olmasını gerektirecek bir durum bulunmamaktadır.
  - Benzer biçimde, Ankara metroları yapım ve elektromekanik işlerinin kesin kabul işlemlerinin devam ediyor olmasının da idare tarafından önceden öngörülemez bir yönü bulunmamaktadır.

- Sonuç itibariyle, bu denli yüksek sözleşme bedelli işlerin ihalelerinin, davet edilecek isteklilerinin idare tarafından belirlendiği ilansız pazarlık ihale usulü ile yapılması ile tüm isteklilerin teklif verebildiği açık ihale usulü ve belli istekliler arasında ihale usulü ile yapılması halinde oluşacak rekabet ortamı karşılaştırıldığında, açık ihale ve belli istekliler arasında usulünün sağladığı üstünlük ve fayda açıktır. Bu nedenle, kaynakların verimli kullanılması ve kamu yararının korunmasını teminen gerekli şartlar oluşmadan ihalelerin istisnai bir usul olan pazarlık usulüne göre ihale edilmemesi için idare tarafından gerekli dikkat ve özenin gösterilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

İstanbul Metrosunda Gecikme

- İdarenin İstanbul ilinde halihazırda yapımını üstlendiği son iki metro hattı yapım işinde ciddi gecikmeler yaşanmıştır. Örneğin, 13.11.2014 tarihinde ihale edilen, 03.03.2015 tarihinde sözleşmesi imzalanan ve 13.03.2015 tarihinde yer teslimi yapılarak işe başlanılan Bakırköy-Bahçelievler-Kirazlı Metrosu İnşaat ve Elektromekanik Sistemleri Temin, Montaj ve İşletmeye Alma İşinin sözleşmesine göre iş bitim tarihi 24.06.2018 olan işin hâlihazırdaki mali tamamlanma oranı %20 seviyelerindedir. Yüklenici, idareye sunmuş olduğu 30.04.2018 tarih ve 1124 sayılı dilekçesi ile 32 aylık süre uzatım talebinde bulunmuş ancak raporumuzun düzenlendiği tarih itibariyle idare tarafından konu hakkında henüz bir karar verilmemiştir. Benzer biçimde Sabiha Gökçen Havalimanı Raylı Sistem Bağlantısı İnşaatı ve Elektromekanik Sistemler Temin, Montaj ve İşletmeye Alma İşinde ise 569 gün süre uzatımı verilmek durumunda kalınmıştır. Dolayısıyla, yatırımların bir an evvel hayata geçirilmesi için ihalelerin ilansız pazarlık usulü ile yapılmasından ziyade İdarenin söz konusu süre uzatımı sebeplerine yoğunlaşması ve bu sorunları giderici tedbirleri alması bir an önce işin bitmesi ve hizmetin gecikmemesi açısından daha yerinde olacaktır.

- Kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler, il özel idarelerinin görev alanında olan metro ve şehir içi raylı sistem yapımı işleri 655 sayılı KHK'da doğrudan Bakanlığın görevleri arasında sayılmamıştır. Bakanlığın kendi görev alanı dışında olan diğer Kamu kurum ve kuruluşları ile belediyeler, il özel idarelerine ait teleferik, finiküler, monoray, metro ve şehir içi raylı ulaşım sistemi kurma işlerinin Bakanlık tarafından üstlenilmesi Bakanlar Kurulunun iznine bağlıdır. Ancak, yapılan incelemede, Bakanlık tarafından projesi yaptırılmak suretiyle yapım ve yapım kontrollüğü ihale edilerek sözleşmeye bağlanan ve yapımı devam eden Sabiha Gökçen Havalimanı Raylı Sistem Bağlantısı İnşaatı ve Elektromekanik Sistemler Temin, Montaj ve İşletmeye Alma projesinin Bakanlar Kurulu Kararıyla Bakanlık tarafından üstlenilmesine karar verilmediği halde Bakanlıkça yaptırılmaya başlandığı tespit edilmiştir.

- Kamu İhale Kanunu kapsamında gerçekleştirilen birim fiyat teklifli ihalelerde, isteklilerin bazı iş kalemlerine aşırı yüksek fiyat teklifi verdikleri, işin önemli bir bölümü oluşturan iş kalemlerine ise aşırı düşük teklif vermek suretiyle toplam fiyat teklifini en düşük seviyeye çekerek ihaleyi aldıkları; imalat aşamasında ise ağırlıklı olarak aşırı yüksek teklif verilen işlerin yapılarak düşük fiyat teklif edilen ancak projenin daha büyük bölümünü oluşturan kısımların yapılamadan sözleşme bedelinin tamamlandığı görülmektedir. Bu nedenle projelerin maliyetlerinde artışlar meydana gelmektedir.

- Tabloda belirtildiği üzere yüklenicinin güzergâh kazı iş kalemi için verdiği fiyat teklifi yaklaşık maliyetteki birim fiyatın 9 katı, güzergâh dolgu iş kalemi için verdiği fiyat teklifi ise yaklaşık maliyetteki birim fiyatın 22 katıdır. (Raporda ismi verilmeden bir iş denilen bu proje, Bakanlığın Sayıştay'a verdiği cevapta Bakü Tiflis Kars Demiryolu Projesi olarak geçmektedir.)

- Bu oranlar öylesine yüksek ve toplam teklif bedeli üzerinde o kadar etkilidir ki, yüklenicinin ihaleyi alabilmesi için projenin büyük bir kısmını (yaklaşık %90) oluşturan kalemler için aşırı düşük fiyat teklifi vermesi gerekmiştir. Aşağıdaki tabloda iş gurubu bazında yaklaşık maliyet tutarları ve verilen toplam fiyat teklifleri ile bu tutarların birbirine oranı gösterilmektedir;

Tablo 1. Aşırı Yüksek Fiyat Teklif Edilen İş Kalemleri

İş Kalemi	Yaklaşık Maliyetteki Birim Fiyatı	Yüklenicinin Teklifindeki Birim Fiyatı (TL)	Kat
Y-101.1 Güzergâh Kazı İşleri	3,23	29,70	9,20
Y-102 Güzergâh Dolgu İşleri	0,19	4,30	22,63

- İdare cevabında sadece yüksek fiyat teklifi verilen iş kalemlerine odaklanmanın hatalı olduğu, bu mantıkla düşük fiyat teklifi verilen imalatlarda da Yükleniciye eksik ödeme yapılmış olacağı ifade edilmiştir. Bulgu konusu çalışmada sadece yüksek fiyatlı imalatlar değil düşük fiyatla yaptırılan imalatlar da dikkate alınarak hakedişe girmiş tüm imalat kalemlerinin yaklaşık maliyet birim fiyatları cinsinden toplam değeri ile yüklenici fiyatlarıyla yapılan ödemelerin toplam değeri karşılaştırılmıştır. Bu şekilde yapılan çalışmayla da söz konusu işte 231.865.978,14 TL yaklaşık maliyetli imalat için toplam 658.524.794,51 TL ödeme yapıldığı görülmüştür İmalatların çoğunun gerçekleştirildiği 2013 yılı içinde, ayrılan ödeneğin yaklaşık 2,5 katı harcanmış olmasına karşın, 2013 yılsonu itibariyle menfezlerin ve altgeçitlerin yüzde 25'inin tamamlanması gerekirken yüzde 1'inin tamamlandığı, aç-kapa tünel imalatlarının yüzde 27'sinin tamamlanması gerekirken yüzde 10'unun tamamlandığı, üstyapı imalatlarının yüzde 42'sinin tamamlanması gerekirken ancak yüzde 1'inin tamamlandığı görülmektedir. Buna karşın 2013 yılsonuna kadar güzergâh işlerinin yüzde 42'sinin tamamlanması öngörülmüşken yüzde 104'ü tamamlanmıştır. Bu rakamlar; yüklenicinin iş programına uymadığını, İdarenin de, imalatların iş programına uygun olarak gerçekleştirilmesini sağlama görevini yerine getirmediğini ve aşırı yüksek fiyat teklif edilen imalatlarla sözleşmenin bedelinin doldurulmasına engel olmadığını göstermektedir.

- İdare cevabında sıkça vurgulandığı üzere projelerin hazırlanması, ihalenin yapılması, işin yaptırılması, projenin değiştirilmesi idarenin yetkisindedir. Bununla birlikte, söz konusu işlemlerin yapılması sırasında idarelerce kullanılan takdir yetkisinin kamu menfaatinin sağlanması yönünde kullanılması gerekmektedir. Söz konusu işte idarenin kullandığı ve müdahale edilmemesi gerektiğini ifade ettiği takdir yetkisi sonucunda, Yüklenicinin, yaklaşık maliyetinin %6'sı bedelle gerçekleştirmeyi taahhüt ettiği tünel imalatlarının (yaklaşık maliyeti 295.641.296,04 TL, yüklenicinin teklifi 17.747.153,93 TL) büyük bir kısmı, maliyetinin %3'ü bedelle gerçekleştirmeyi taahhüt ettiği elektrifikasyon, sinyalizasyon ve telekomünikasyon imalatlarının (yaklaşık maliyeti 115.424.298,01 TL, yüklenicinin teklifi 3.028.108,55 TL) hiçbiri gerçekleştirilememiştir. Buna karşın maliyetinin 6 katı teklif verilen güzergâh işlerinde (yaklaşık maliyeti 84.012.354,20 TL, yüklenicinin teklifi 517.669.717,98 TL) iş artışları da dahil %125 gerçekleşme (650.448.645,83 TL) sağlanmıştır. Bu itibarla, söz konusu işte idarece kullanılan takdir yetkilerinin kamu menfaatinin sağlanması yönünde kullanıldığının iddia edilebilmesi imkân dâhilinde değildir.

Tablo 2. İş grubu Bazında Yaklaşık Maliyet Tutarları ve Yüklenici Teklif Tutarları Karşılaştırması

İş Grubu	Yaklaşık Maliyet Tutarı (TL)	Yüklenici Teklif Tutarı (TL)	Yüklenici Teklifinin, İş Grubunun Yaklaşık Maliyetine Oranı
Güzergâh İşleri	84.012.354,20	517.669.717,98	6 katı
Menfezler	13.432.552,33	1.094.708,46	1/12
Altgeçitler	7.316.562,83	498.531,64	1/15
Köprüler ve Viyadükler	34.156.775,36	4.386.550,28	1/8
Tünel	105.095.847,52	6.560.235,92	1/16
Tünel Portalı	2.254.551,41	195.321,94	1/12
Aç Kapa Tünel	188.290.897,11	10.991.596,07	1/17
Üstyapı İmalatları	122.943.244,94	2.719.384,22	1/45
İstasyon Tesisleri	26.895.344,05	1.835.000,00	1/15
Elektrifikasyon Sistemleri	73.007.148,75	1.387.016,30	1/53
Sinyalizasyon ve Telekomünikasyon Sis	42.417.149,26	1.641.092,25	1/26
Yedek Malzeme Bedeli	11.918.377,15	287.374,64	1/41
TOPLAM	**711.740.804,90**	**549.266.529,70**	

Tablo 3. Gerçekleştirilen İmalat Tutarlarının Yüklenici Teklif Birim Fiyatları ve Yaklaşık Maliyet Birim Fiyatları Bazında Karşılaştırılması

İş Grubu	Yüklenici Teklif Fiyatlarıyla Yapılan İmalat Tutarı (TL)	Yaklaşık Maliyet Fiyatlarıyla Yapılan İmalat Tutarı (TL)
Güzergâh İşleri	650.448.645,83	85.581.091,08
Menfezler	523.046,88	7.224.124,39
Altgeçitler	334.499,84	4.480.677,16
Köprüler ve Viyadükler	2.310.464,91	11.060.067,25
Tünel	817.132,48	17.476.993,62
Tünel Portalı	19.475,35	648.490,93
Aç Kapa Tünel	2.443.885,27	33.458.890,23
Üstyapı İmalatları	1.142.643,96	50.959.393,47
İstasyon Tesisleri	485.000,00	20.976.250,00
Elektrifikasyon Sistemleri	0	0
Sinyalizasyon ve Telekomünikasyon Sis	0	0
Yedek Malzeme Bedeli	0	0
TOPLAM	**658.524.794,51**	**231.865.978,14**

- İdarece, Yüklenicinin orantılı olmayan fiyat teklifi karşısında, işin sözleşmesi uyarınca, işin yarım kalma riskini giderici önemlerin alınması, iş programının yüksek ve düşük fiyat teklif edilen imalatların dengeli olarak gerçekleştirilmesini sağlayacak şekilde hazırlanması ve bu iş programının ciddi bir şekilde uygulanmasının sağlanması gerektiği halde, bu işlemlerin yapılmaması nedeniyle, tek hat ray döşenmiş, elektrifikasyonu yapılmamış dizel araç çalışan, alt ve üst yapısı tamamlanmadığı, eksiklikleri için 2. ikmal ihalesine çıkılan ve maliyetine 426 milyon TL eklenmiş bir demiryolu hattının işletmeye açılması zorunda kalınmıştır.

- İdare cevabında Kars-Tiflis Demiryolu hattının bitirilerek ticarete açıldığı ifade edilmiştir. Demiryolunun ticarete açıldığı doğru olsa da ihale edilen projenin tamamlandığı ifadesi gerçeği yansıtmamaktadır. Projede belirtilen imalatların önemli bir kısmı sözleşme bedeli doldurulduğu için tamamlanamamıştır. Özellikle bir kısım tünel imalatı ve üstyapı imalatı eksik kalmış, elektrifikasyon, sinyalizasyon ve telekomünikasyon imalatları ise sözleşmeye dahil olmasına rağmen hiç yapılamamıştır.

- İdare cevabında geçen, "Ayrıca işin tamamlanan kısımlarında fiyat avantajı ve kamu menfaati sağlanan iş artışları da dikkate alınmamıştır." ifadesi anlaşılamamıştır. Zira, Kars Tiflis Demiryolu hattı yapımı işinde, iş artışı kapsamında yaptırılan işlerin neredeyse tamamını yüksek fiyat teklifi verilmiş güzergâh işleri oluşturmaktadır. Şöyle ki; yapılan iş artışı tutarı 109.386.943,84 TL iken güzergâh işlerindeki gerçekleştirilen imalat tutarındaki artış 132.778.927,85 TL'dir. Bir başka deyişle yapılan iş artışının tamamı güzergâh işlerine yönlendirildiği gibi düşük fiyat teklifi verilmiş diğer imalatlar için yapılan iş eksilişine ait tutarlar da güzergâh işleri için kullanılmıştır.

- İdare tarafından ihale edilen Sabiha Gökçen Havalimanı Raylı Sistem Bağlantısı İnşaatı ve Elektromekanik Sistemler Temin, Montaj ve İşletmeye Alma yapım işinin incelenmesi sırasında, uygulama projelerinin hazırlanması ve yürütülmesinin, işin sözleşmesi ve Yapım İşleri Genel Şartnamesi hükümlerine uygun olmadığı görülmüştür. Uygulama projeleri ve malzeme seçimi için idarenin talep ettiği hesaplamaların imalatlar başladıktan çok sonra idareye sunulduğu, dolayısıyla, kazı destek elemanlarının hangisinin tercih edileceğine dair İdareye gerekli hesaplamaların vaktinde sunulmaması nedeniyle kazı işlerinin onaylı uygulama projeleri olmadan yüklenicinin tasarrufuyla gerçekleştirildiği anlaşılmaktadır.

- İnşaat ince işleri için de istasyon mahallerindeki artış oranı nazara alınarak iş artışı fiyatlandırılmıştır. Kamu ihale mevzuatı iş artışının nasıl yapılacağını açık bir şekilde belirlemiştir. Bu hükümlerin belirlediği kurallar çerçevesinde hareket edilmesi gerekmektedir. İdarenin yaptığı uygulamada birim fiyat teklif cetvelinde mevcut bulunan bir poz için yüklenicinin teklif ettiği bedel, tünel boyundaki artış veya istasyon alanı artış yüzdesi kadar artırılarak yeni birim fiyat tespit

edilmiştir. Bir kere bu işlerin fiyatı birim fiyat teklif cetvelinde bellidir, işlerin miktarı artmıştır. Dolayısıyla yeni birim fiyat yapmaya gerek yoktur.

- 2017 yılı içinde tamamlanamayan ve ikmale kalan iki adet işte, mevzuat hükümlerine aykırı olarak iş artışı yapılarak işin tamamlanamayacağı anlaşılmasına karşın iş artışı yapıldığı görülmüştür. Bu işlere ait bilgiler aşağıda yer almaktadır;

	Sözleşme Tutarı	İş Artış Tutarı	Artış Oranı
Adapazarı-Karasu Demiryolu Bağlantısı Altyapı İnşaatı	320.000.840,46	63.998.272,56	20,00%
Kars-Tiflis Demiryolu Alt ve Üst Yapı İkmal İnşaatı	549.266.529,69	109.386.943,84	19,92%

- Adapazarı-Karasu Limanları ve Sanayi Tesisleri Demiryolu Bağlantısı Altyapı İnşaatı işinin sözleşme bedeli 320.000.840,46 TL iken, yapılan %20 iş artışıyla toplam bedel 383.999.113,02 TL olmuştur. İhalesi yapılan projede yer almayan jet-grout imalatı projeye dahil edilmiş ve sadece bu kalemde toplam olarak 366.541.842,83 TL tutarında imalat gerçekleştirilmiştir. Rakamlardan anlaşıldığı üzere sözleşme bedelinin tamamı jet-grout imalatıyla doldurulduğu gibi iş artışı kapsamında yapılan imalatların büyük bir kısmını da bu iş kalemi oluşturmaktadır. Ayrıca belirtmek gerekir ki jet-grout imalatı sonradan projeye dahil edildiği için söz konusu iş kaleminin birim fiyatı ihaleyle belirlenmemiş, Yapım İşleri Genel Şartnamesinin 22'nci maddesi hükmü doğrultusunda yeni birim fiyat hazırlanmıştır. Dolayısıyla, İdare cevabında yer aldığı gibi ihale yoluyla rekabetçi ve düşük fiyatların elde edildiğine yönelik ifade bu iş için gerçeği yansıtmamaktadır.

- İdare cevabında söz konusu iş artışlarının mevzuata uygun olmasa da teknik sebeplerle bir gereklilik olduğu ifade edilmiştir. Bulguda bahsi geçen mevzuat hükmü açık olup istisnaya yer verilmemiştir. Bu sebeple, İdarenin, iş artışı yapılarak tamamlanamayacağı anlaşılan işlerde mevzuata uygun olarak hareket etmesi ve iş artışı yapılmadan mevcut sözleşme bedeli tamamlandığında işin tasfiye edilerek sonlandırılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

- Raylı sistem inşaat işlerine ilişkin yapım kontrollüğü hizmetlerinin temini amacıyla gerçekleştirilen danışmanlık hizmet alım ihalelerinin bazılarında ihale dokümanlarında İdarece yapılan "benzer iş" belirlemelerinin, Danışmanlık Hizmet Alım İhaleleri Uygulama Yönetmeliğinde yer alan benzer iş tanımının yapılmasına ilişkin hükümlere uygun olmadığı tespit edilmiştir. Bulgu konusu benzer iş tanımlarından örnek verecek olursak, bir ana hat demiryolunun yapım tekniği ve uzmanlık bilgisi açısından otoyol yapımı ile benzerlik taşımamasına karşın Adapazarı-Karasu Limanları ve Sanayi Tesisleri Demiryolu Bağlantısı Alt Yapı, Üst Yapı, Elektrifikasyon, Sinyalizasyon ve Telekomünikasyon İşleri Kontrollük ve Danışmanlık Hizmetleri İşi ihalesinde idare tarafından yapılan benzer iş tanımında otoyol yapımı ve yapımına ilişkin kontrollük hizmetlerine yer verilmesinin Yönetmelik'te belirlenen çerçeveye uygun olmadığı düşünülmektedir.

- Danışmanlık hizmet alımı ihalelerinde isteklilerin tarafından sunulan iş deneyim belgelerinin değerlendirilmesinde, Danışmanlık Hizmet Alımı İhaleleri Uygulama Yönetmeliğinin aday ve isteklilerin sunduğu belgelerin değerlendirilmesine ilişkin hükümlerinde belirtilen şartlara aykırı değerlendirme yapıldığı tespit edilmiştir. "İstanbul Yeni Havalimanı Raylı Sistem Bağlantıları İçin Kontrollük, Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri İşi" ihalesinde, isteklilerden biri tarafından sunulan iş deneyim belgesi metro veya hafif raylı sistem standartlarına uymayan bir kent içi raylı taşıma sistemi inşaatı müşavirlik hizmetleri işine aittir. İhale ön yeterlik şartnamesinde bu iş kapsamında sadece hızlı tren, metro veya hafif raylı sistem inşaat işleri ile ilgili danışmanlık (kontrollük) hizmetlerinin benzer iş kapsamında geçerli kabul edileceği belirtilmiş olmasına rağmen, söz konusu isteklinin ihalede sunduğu bu belge ihale komisyonu tarafından geçerli kabul edilmiş ve iş bu istekli üzerine ihale edilerek, sözleşme imzalanmıştır.

- "Sabiha Gökçen Havalimanı Raylı Sistem Bağlantısı İnşaat ve Elektromekanik Sistemleri İşi İçin Kontrollük, Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri İşi" ihalesi kapsamında, ihale üzerine bırakılan danışmanlık hizmet sunucusunun pilot ortağı olan yabancı uyruklu şirket tarafından sunulan teknik teklif dosyasında benzer işlerdeki deneyimini göstermek üzere sunulmuş toplam yedi adet iş deneyim belgesi bulunmaktadır. Söz konusu belgelerin içeriğine bakıldığında, hepsinde kontrollük hizmetlerinin yanı sıra önemli ölçüde tasarım ve etüd proje hizmetleri de bulunduğu görülmektedir. Kontrollük ve danışmanlık hizmetleri alımı ihalesinde tasarım hizmetlerinin benzer iş tanımı kapsamında değerlendirilmesi mümkün değildir.

- Bunun dışında, istekli tarafından ikinci sırada sunulan 14.06.2012 tarih ve 24.566.564,00.-Euro tutarlı iş deneyim belgesi incelendiğinde belgeye

konu işin Almanya'da gerçekleştirilmesine karşın belgenin apostil şerhinin Hollanda makamlarınca düzenlendiği görülmektedir. Oysa, "Yabancı Resmi Belgelerin Tasdiki Mecburiyetin Kaldırılması Sözleşmesi" başlıklı sözleşmenin 3ncü maddesinin ilk fıkrası; "İmzanın doğruluğunun, belgeyi imzalayan kişinin sıfatının ve gerektiğinde, bu belge üzerindeki mühür veya damganın aslı ile aynı olduğunun teyidi için zorunlu görülebilecek tek işlem 4 üncü maddede tanımlanan tasdik şerhinin belgenin verildiği Devlet yetkili makamınca bu belgeye konulmasından ibarettir" hükmünü taşımaktadır. Bu nedenle, Almanya'da düzenlenen bir belgenin Hollanda makamlarınca tasdiki zaten tasdik işleminin amacına aykırı olmakta ve ilgili sözleşmenin yukarıda yer verilen maddesi gereği geçerliliği bulunmamaktadır.

- İhale komisyonları tarafından danışmanlık hizmet alım ihalelerinde yapılacak teknik değerlendirmelerin mevzuatta yer alan tüm kurallara uygun biçimde yapılıyor olmasına ve dolayısıyla da ihale sonuçları üzerinde hiçbir tereddüdün kalmamasına daha titizlikle riayet ediliyor olması gerekmektedir. Aksi halde, ihalelere hâkim olması gereken temel ilkelerden olan rekabet ve eşit muamele ilkelerinin ihlal edilmiş olacağı değerlendirilmektedir.

Rapordaki Diğer Bulgular

- Pazarlık usulüyle ihale edilen İstanbul Yeni Havalimanı Raylı Sistem Bağlantıları İçin Kontrollük, Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri İşi İhalesinde istekli tarafından sunulan yeterlik belgeleri arasında tutarsızlık olmasına rağmen ihalenin bu istekli üzerinde bırakılması.

- Bakırköy-Bahçelievler-Kirazlı Metrosu İnşaat ve Elektromekanik Sistemleri ile Araç Alımı İçin Kontrollük, Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri İşi İhalesinin ön yeterlik değerlendirmesinde "yabancı istekli" durumunda olan bir adayın başvuru mektubunda sehven "yerli istekli" olduğu yönünde beyanda bulunması nedeniyle teklifinin değerlendirme dışı bırakılması.

- Yapım kontrollük hizmeti alınmasına ilişkin danışmanlık hizmet alım ihalelerinde istekliler tarafından teknik teklif ekinde sunulması gereken tüm teknik personelin belirlenmemesi.

- Ankara Metroları Yapım İşlerinin Kontrollük Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri İşine ait yeşil defter ve puantaj kayıtlarına göre tam zamanlı olarak sistem mühendisi, sinyal uzmanı, elektrifikasyon uzmanı ve araç mühendisi (makine) pozisyonlarda çalışan dört teknik personelin aynı firma tarafından teklif sunulan Konya Hafif Raylı Sistem Projeleri Etüd, Proje ve Mühendislik Hizmetleri İşi ihalesinde teknik teklif kapsamında işin idamesinde çalışacak teknik personel olarak önerildiği tespit edilmiştir. Bu itibarla, Ankara Metroları Yapım İşlerinin Kontrollük Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri İşi kapsamında tam zamanlı görevlendirilen teknik personelin, aynı zamanda Konya Hafif Raylı Sistem Projeleri Etüd, Proje ve Mühendislik Hizmetleri İşi kapsamında teklif edilmesi, teknik şartname hükmüne aykırılık teşkil etmekte olup sonradan yapılan ihale ve imzalanan sözleşme sonucunda ortaya çıkan bu yeni ve olumsuz duruma ilişkin yaptırım ve düzeltmelerin gerçekleştirilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

- Yapım kontrollük hizmetlerinin teminine yönelik gerçekleştirilen danışmanlık hizmet alım işlerinde sözleşmenin uygulanması safhasında, ihale aşamasında önerilen teknik personelde yapılan değişikliklerde Yönetmelik ve sözleşme hükümlerine riayet edilmediği tespit edilmiştir.

- Tip sözleşmenin amir hükmüne rağmen, İdarece sözleşmenin "Diğer Hususlar" bölümünde yapılan düzenlemeyle, Tip sözleşmede hüküm bulunan hallerden biri olan geri ödenecek masrafların kapsamı, ödeme şekli ve belgelendirme zorunluluğuna ilişkin hükümlerine aykırı düzenleme yapılmış ve söz konusu hükümlerin sonuçları ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

- Yapımla ilgili danışmanlık hizmet alımlarının ihale hazırlık sürecinde, birim fiyat teklif cetvellerinde danışmanın tüm genel giderlerine karşılık olması amacıyla geri ödenecek masraflar adı altında bir iş kalemine yer verilmektedir. Ancak, yaklaşık maliyet hazırlanırken bu iş kalemi için detaylı bir maliyet çalışması yapılmaksızın iş kaleminin muhtevası ile orantısız biçimde yüksek yüzdeler üzerinden bu iş kalemine maliyet ataması yapıldığı için bu ihalelerde yaklaşık maliyetlerin gerçeği yansıtma kabiliyetlerinin önemli ölçüde zedelendiği tespit edilmiştir. Yaklaşık maliyetlerin olması gerekenden yüksek seviyelerde belirlenmesinin, ihalelere katılımı ve ihalelerde rekabeti kısıtlayıcı bir sonuca yol açması nedeniyle de rekabetin korunması ilkesine aykırılık teşkil ettiği değerlendirilmektedir.

- Faturalı giderler iş kalemi de aynı geri ödenecek masraflar iş kalemi gibi yaklaşık maliyetin gereksiz bir biçimde yüksek oluşmasına sebebiyet vermektedir. Bu da, ihalelerde parasal tutar olarak belirlenen yeterlik koşullarının tutarlarının olması gerekenden daha yüksek seviyelerde belirlenmesine ve bundan kaynaklı olarak rekabetin kısıtlanmasına neden olmaktadır. ■

Dünyada ve Türkiye'de DALGA ENERJİSİ

İsmail H. Altaş ve Erdinç Şahin
Karadeniz Teknik Üniversitesi
ihaltas@ktu.edu.tr, esahin@ktu.edu.tr

Dalga enerjisi, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi popüler yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha fazla enerji yoğunluğuna ve gün içerisinde daha fazla kullanılabilirlik durumuna sahiptir. Fakat dalga enerjisinin kullanımı rüzgâr ve güneş kadar yaygınlaşamamıştır. Bunun başlıca nedeni dalgaların doğal yapısı gereği üretilen enerjinin düzensiz karakteristik göstermesi, dalga enerji dönüştürücülerinin karmaşık ve maliyetli yapısıdır. Özellikle doğrudan sürüşlü dalga enerji sistemlerinde üretilen düzensiz gücün şebekeye veya yüke aktarılmadan önce güç elektroniği ara yüzleri, enerji depolama üniteleri veya karma enerji sistemleri ile birlikte kullanılması gerekmektedir.

Bu makalede dalga enerji sistemleri genel olarak ele alınmakta, dalga enerji potansiyeli, dünya genelinde çokça kullanılan dalga enerji dönüştürücüleri ve ülkemizde dalga enerjisine yönelik yapılan projeler sunulmaktadır. Bu makalede verilen bilgiler, ülkemiz için de önemli bir çevre dostu ve yerli enerji kaynağı olabilecek durumdaki dalga enerji potansiyelinin de değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

1. Giriş

Enerji, önemi dünden bugüne taşınan ve geleceğe de taşınacak olan bir konudur. Bu nedenle, ülkeler sürekli enerji politikaları geliştirmekte, yarının ihtiyacını bugünden planlamakta ve geleceğe yönelik yatırımlar yapmaktadırlar.

Enerji tüketim seviyesi, toplumların gelişmişlik düzeyinin gösterilmesinde kullanılan önemli parametrelerden bir tanesidir. 7,3 milyar olan dünya nüfusunun 2040 yılında 9.1 milyara ulaşması beklenmektedir. Nüfusta beklenen %25'lik artış ve ekonomik gelişmeler ile birlikte dünya mevcut enerji ihtiyacının (ulaşım, endüstriyel, elektrik üretimi ve konut alanlarında) 2040 yılında, 2015'e göre %25 oranında artacağı tahmin edilmektedir [1].

Küresel elektrik enerjisi ihtiyacının ise 2015-2040 yılları arasında 21-22 bin TWh'dan, 33-34 bin TWh'lara kadar %60 oranında artması beklenmektedir [1]. Dünya üzerinde elektrik enerjisi üretmek için kullanılan kaynaklar; kömür, petrol, doğal gaz, nükleer, rüzgâr/güneş enerjisi ve diğer (dalga enerjisi, jeotermal, hidroelektrik, biyokütle vb.) yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. 2015 yılında yapılan bir araştırmada elektrik enerjisi üretiminde en çok paya ait kaynağın %40 ile kömür olduğu bildirilmiştir [1]. 2040 yılına gelindiğinde ise elektrik enerjisi üretiminde kömür oranının %30'un altına düşmesi beklenmektedir. Bu düşüşün sebebi ise karbondioksit salınımını azaltmak için ülkelerin enerji politikalarında doğal gaz, nükleer ve yenilenebilir enerjilere olan yatırımlarını artıracak olmalarıdır.

Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş ve rüzgâr enerjisinin 2040 yılına gelindiğinde %360 büyüme göstermesi ve bu kaynaklar kullanılarak üretilen elektrik enerjisinin, küresel elektrik enerjisi üretiminde yaklaşık %15'lik bir paya sahip olması beklenmektedir [1].

Ülkemizde ise elektrik enerjisi üretiminde 2005 ve 2015 yıllarına ait elektrik enerjisi üretiminde kullanılan kaynakların kurulu güç dağılımları Tablo 1'de gösterilmektedir [2]. Tablo 1'de verilen kaynaklardan termik başlığı, kömür, sıvı yakıtlar, doğal gaz, çok yakıtlı ve atık-atık ısı enerji kaynaklarını içermektedir.

Ülkemizin kurulu gücü 2005 yılından 2015 yılına kadar geçen süre içerisinde yaklaşık olarak iki kat artmış ve hızla artmaya da devam etmektedir.

Tablo 1. Ülkemizin 2005 ve 2015 yıllarına ait elektrik enerjisinde kullanılan kaynak dağılımları ve kurulu güç toplamları [2]

Yıl	Termik	Hidrolik	Jeotermal	Rüzgâr	Güneş	Toplam (MW)
2005	25.902,3	12.906,1	15,0	20,1	-	38.843,5
%	66,68	33,23	0,04	0,05	-	100,00
2015	41.903,0	25.867,8	623,9	4.503,2	248,8	73.146,7
%	57,29	35,36	0,85	6,16	0,34	100,00

Geçen süre içerisinde tıpkı dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de termik santrallere dayalı elektrik enerjisi üretimi yüzde olarak azalmış, yenilenebilir enerji türlerinden hidrolik, jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjilerine olan yatırımlar artmıştır.

2. Dalga Enerjisi

Fosil yakıt fiyatlarının sürekli değişken olması ve bu kaynakların çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle yenilenebilir enerjiye olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Öyle görünüyor ki geleceğin enerji ihtiyacının büyük bir bölümü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanacaktır [3, 4].

Güneş enerjisi canlı yaşamı ve varlığı için tartışmasız bir kaynaktır. Son yıllarda güneş ışınlarından elektrik üretimi yapan güneş panellerinin kullanımı teknolojik gelişmeler ile birlikte bir hayli dikkat çekmektedir. Güneşin dünya yüzeyini farklı sıcaklıklarda ısıtması ile diğer bir önemli yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr oluşmaktadır. Rüzgârın ise okyanus ve deniz yüzeylerinde esmesiyle dalga oluşumu gerçekleşmektedir. Rüzgâr sayesinde üretilen bu dalgaların enerjisi elektrik üretiminde kullanılabilir. Öyle ki İspanya, Japonya, Portekiz ve Tayland gibi bazı ülkeler dalga enerji potansiyelini görerek gelecek yılların yatırımını şimdiden planlamışlardır [5].

Küresel anlamda teorik olarak hesaplanan dalga enerji potansiyeli yaklaşık 32.000 TWsaat/yıl (3.65 TW)'dır [6]. Dalga enerjisinin, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi popüler enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında öne çıkan en önemli özelliği, en yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmasıdır. Güneş enerjisinin rüzgâra, rüzgârın da dalga enerjisine dönüştüğü çevrimde güneşten dalga enerjisine doğru güç yoğunluğunun arttığı bilinmektedir. [7]'de verilen bir araştırmaya göre 15o kuzey enleminde ölçülen solar güneşlenme 0.17 kW/m^2'dir. Bu solar güneşlenmenin ortaya çıkardığı ortalama rüzgâr hızı 10 m/s'dir ve bu rüzgârdan elde edilebilecek güç yoğunluğu ise 0.58 kW/m^2'dir. Elde edilen bu rüzgârın ise 8.42 kW/m^2 güç yoğunluğuna sahip dalga oluşturabildiği hesaplanmıştır.

Dalga enerjisi güç yoğunluğunun, rüzgâr enerjisi güç yoğunluğundan yaklaşık 15 kat büyük olması, dalga enerji dönüştürücü (DED) sisteminin fiziksel olarak rüzgâr enerjisi dönüştürücü sisteminden yaklaşık 15 kat daha küçük olması sonucunu doğurabilir. Aynı güç kapasitesine sahip rüzgâr türbini ve dalga enerji dönüştürücüsü [8]'de fiziksel büyüklük açısından da karşılaştırılmıştır. Vestas adında ve 850 kW'lık güç kapasitesi olan bir rüzgârgülü, 60 m kule yüksekliği ve 52 m pervane çapına sahiptir. Buna karşılık 750 kW güç kapasiteli Pelamis adında DED'in boyu 150 m ve çap genişliği sadece 3.5 m'dir.

Dalga enerjisini öne çıkaran diğer bir konu ise gün içerisindeki kullanılabilirlik durumudur. Belirli bir bölgedeki dalga enerjisi kullanılabilirliği zamanın %90'ına kadar yayılabilirken, güneş ve rüzgâr enerjisi kullanılabilirliği yalnızca zamanın %20-30'u seviyesinde bulunmaktadır [9].

Dalga enerjisi kullanımının rüzgâr ve güneş enerjisi gibi artmamasının nedeni, deniz dalgasından enerji çıkarımının yukarıda bahsedilen enerji çeşitleri kadar basit olmamasından kaynaklanmaktadır. Dalgaların genlik ve frekansının doğası gereği düzensiz olması üretilen enerjinin de düzensiz olmasına yol açmaktadır. Üretilen bu enerji direkt olarak yük beslemesinde veya şebeke bağlantısında kullanılamayacağı için ultra-kondansatör, batarya veya diğer enerji kaynaklarının birlikte kullanıldığı bütünleşik bir enerji sistemine veya mekanik sistemler (hidrolik-pnömatik devreler) ile DED yapısının değiştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır [10].

Dalgalardan enerji çıkarımında karşılaşılan diğer bir önemli zorluk ise olağanüstü hava koşulları yani fırtınalardır. Kıyı şeridinde veya deniz açıklarında konuşlandırılan dalga enerji dönüşüm sistemi bu tarz doğa olaylarına karşı korunaklı olmalıdır.

Sağladığı avantajlar dalga enerjisini diğer yenilenebilir enerji sistemleri arasında her ne kadar ön plana çıkarsa da, dalga enerji sistemlerine yapılan yatırımlar güneş ve rüzgâr enerjisine yapılan yatırımlara oranla daha azdır. Küresel anlamda yaşanılan ekonomik kriz nedeniyle de dalga enerji teknolojilerine yatırım yapmak daha da zor hale gelmektedir [10].

Enerji kaynaklarına yapılacak olan yatırımların kararlaştırılmasında üretim ve iletim maliyetlerinin karşılaştırılması büyük önem arz etmektedir. Bu karşılaştırmada ise genellikle seviyelendirilmiş enerji maliyeti (SEM) (levelized cost of energy) dikkate alınmaktadır. SEM, proje yatırımının karlı olması için üretilen elektriğin satılması gereken enerji fiyatı olarak tanımlanmaktadır. 2013 yılı Dünya enerji konseyi raporuna göre SEM değeri dalga enerjisi için ortalama 49.6 cents/kWsaat'tir [11]. Bu değerin diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Yapılacak olan yatırımlar ve teknolojik gelişmeler ile dalga enerjisi SEM değerinin 2030 yılına kadar 16-17 cents/kWsaat oranlarına kadar düşürülmesi hedeflenmektedir [11]. Ayrıca dalga enerjisinin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretim ve iletim masrafları ($/kWh) açısından karşılaştırılması Tablo 2'de verilmektedir. Tablo 2'ye göre gelecek yıllarda dalga enerjisi sistemlerinde meydana gelecek olan teknolojik gelişmeler ile ortaya çıkacak maliyet hesabı diğer yenilenebilir enerji sistemleriyle yarışabilir hale gelecektir.

Tablo 2. Yenilebilir enerji kaynakları için hesaplanan yaklaşık üretim ve iletim masrafları [12]

Enerji teknolojisi	2005-2010	2020>
Rüzgâr (Kara)	$0.04-0.07	≤ $0.04
Rüzgâr (Açık deniz)	$0.10-0.17	$0.08-0.13
Dalga	≥ $0.11	$0.04
Jeotermal	$0.04-0.07	$0.04-0.07
Hidroelektrik	$0.04	$0.04
Fotovoltaik	> $0.2	$0.1
Gelgit	> $0.11	$0.05-0.07

3. Dünyada ve Ülkemizde Dalga Enerji Potansiyeli

Dünya üzerinde dalga enerjisi açısından en zengin alanlar hem Kuzey hem de Güney yarım kürenin 40°-60° enlemleri arasında kalan alandır. Fakat en yüksek yıllık ortalama potansiyele sahip alan, Güney yarım kürede yer alan 40°-60° enlemleri arasıdır [10]. Dalga enerjisi açısından zengin bazı bölgelerin sahip olduğu net dalga gücü (5 kW/m'den küçük alanlar ve buzullar hariç) Tablo 3'te verilmektedir [13].

Bazı ülkelere ait dalga güçleri; İrlanda 21GW, Portekiz 10GW, Danimarka 3.4 GW, İsveç 1GW, İngiltere 120 GW ve Akdeniz tarafında Fransa, İtalya, İspanya ve Yunanistan'ın toplam dalga gücü 30 GW olarak hesaplanmaktadır [14].

Tablo 3. Dalga enerjisi açısından zengin bazı bölgelerin sahip olduğu net dalga gücü [13]

Bölge	P_{net} (GW)
Avustralya ve Yeni Zellanda	574
Güney Amerika'nın batısı	324
Avrupa'nın kuzeyi ve batısı	286
Asya'nın güney doğusu ve Malenezya	283
Kuzey Amerika'nın batısı	207
Güney Amerika'nın doğusu	202

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin kıyı uzunluğu yaklaşık 8210 km'dir. Ancak Türkiye'nin dalga potansiyeli, her kıyı bölgesinde küçük dalga enerji sistemleri kurmak için uygun değildir. Türkiye'nin toplam sahil uzunluğunun yaklaşık beşte biri 18.5 TWsaat/yıl (yaklaşık 2.11GW) dalga enerjisi teknik potansiyeline sahiptir [15]. [16]'da verilen bilgilere göre ise ülkemizin dalga enerjisi potansiyeli 4-17 kW/m (m: dalga tepe uzunluğu) dalga gücü aralığında kullanılabilir kaynak olarak yaklaşık 10 TWsaat/yıl olarak belirtilmiştir. İstanbul Boğazı'nın kuzeyi, Batı Karadeniz bölgesi ve Ege Denizi'nin güneybatı kıyıları (Marmaris, Finike arası) dalga enerjisi için en iyi mevkiler olarak önerilmektedir [16].

Karadeniz Bölgesinin dalga enerji potansiyelinin araştırılmasına yönelik bir kaç bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir [17-20]. [18]'de Karadeniz'in 15 yıllık sayısal verileri temel alınarak dalga enerjisi potansiyeli araştırılmıştır. Buna göre, Karadeniz'in güneybatı kıyıları, bir dalga çiftliği kurulması için en iyi yer olarak önerilmektedir. Karadeniz'in batı bölgelerinin (özellikle güneybatıda yıllık ortalama dalga enerjisi kaynağı 3 kW/m'ye kadar çıkmaktadır) doğu bölgelerden daha enerjik dalgalara sahip olduğu saptanmıştır [18]. [19]'da yapılan çalışmada ise Karadeniz'e ait 13 yıllık rüzgâr verileri 3. Jenerasyon spektral dalga modeli ile analiz edilmiş ve dalga enerji potansiyelinin batıdan doğuya doğru azaldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmaya göre, Karadeniz'in Güney Batı bölümünde en büyük ortalama dalga gücü yaklaşık 7 kW/m ve doğu kesiminde ortalama dalga gücü yaklaşık 3 kW/m'dir. [20]'de yapılan çalışmaya göre ise Karadeniz'in güneydoğu sahillerindeki dalga enerjisi potansiyeli verilmektedir. Bu çalışmada Sinop 10 MWh/m dalga güç akısı ile en yüksek değere sahip il olmuştur. Diğer kıyı şeridi illerinin (Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Hopa) yıllık dalga enerjisi potansiyeli yaklaşık 6 MWh/m olduğu ve bu potansiyeli 0.5-2 m belirgin dalga yüksekliklerine ve 2-5 s dalga periyotlarına sahip dalgaların oluşturduğu belirtilmektedir. Ayrıca [20]'de, gelecekte artacak olan DED'lerin verimliliği ve dalga enerjisinin çıkarılması için teknolojik yeteneklerin geliştirilmesi ile dalga enerjisinin dikkat çekici bir enerji kaynağı haline geleceği ve Karadeniz'in güneydoğusundaki kıyılarında tahmin edilen dalga enerjisi potansiyelinin düşük olduğu belirtilmektedir.

Ülkemizde gerçekleştirilen gerçek dalga enerjisi uygulamalarına bakacak olursak, bu konu ile ilgili ülkemizde yapılan ciddi prototip denemelerinden bir tanesi, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN) ve Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş. (TEMSAN) işbirliğiyle 15 Şubat 2008 tarihinde başlatılan "Dalga Enerjisinden Elektrik Üretimi" isimli projeyle Sakarya'nın Karasu ilçesinde gerçekleştirilmiştir. 5 kW gücünde ve mobil olarak tasarlanan sistem 4 adet duba, şamandıra ve generatörden meydana gelmektedir. Sistem dalgaların dikey hareketinin şamandıra ile generatöre iletilmesiyle çalışmaktadır [21].

Son zamanlarda Karadeniz için dalga enerjisi açısından sevindirici bir gelişme de yaşanmıştır. Batı

Karadeniz Kalkınma Ajansı (BAKKA)'nın 27.03.2017 tarihli duyurusunda Avustralya menşeli CSG Exploration and Production Services firması ile gerçekleştirilen görüşmelerde Zonguldak'a ücretsiz bir pilot tesis kurulumunun talep edildiği ve firmanın 50 kW gücündeki bu tesisi ücretsiz olarak kurmayı kabul ettiği belirtilmiştir [22]. Böylelikle Karadeniz'de dalga enerjisi uygulamasına başlanacaktır. Bu gelişme bölgemiz ve ülkemiz için dalga enerji sistemlerinin geleceği açısından oldukça önemlidir.

4. Dalga Enerjisi Dönüştürücü (Türbin) Teknolojileri

Dalga enerjisi dönüştürücüleri (DED) en temel anlamda dalganın yatay ve dikey hareketlerini yakalayarak bu hareket enerjisini elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir. DED'ler ile ilgili yapılan çalışmaların patent tarihi 1799 yılına kadar dayanmaktadır [23]. DED sistemleri üzerine yapılan çalışmalarda Japonya, Kuzey Amerika ve Avrupa'da binden fazla dalga enerji dönüşüm yöntemi patentlenmiştir [24]. Tasarımdaki bu büyük değişimlere rağmen, DED'ler genellikle konum ve türe göre sınıflandırılmaktadır [25].

Konumuna göre DED sistemleri kıyı, yakın kıyı ve açık deniz olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Kıyı tipi sistemlerinde DED'ler kıyı şeridinde konumlandırılır ve sığ sulara yerleştirilmektedir. Bu tip DED'lerin en büyük avantajı kurulumunun-bakımının kolay olması ve üretilen enerjiyi şebekeye aktarmak için uzun deniz kablosuna ihtiyaç duyulmamasıdır. Bununla birlikte, uygun kıyı alanlarının kısıtlı olması ve kıyı dalgalarının daha az enerji içermesi kıyı enerji sistemlerinin olumsuz yönleri olarak tartışılmaktadır [25].

Yakın kıyı DED sistemleri kıyıya birkaç yüz metre mesafede ve 10-25 m derinlikte konumlandırılan DED'leri içermektedir. Bu alandaki DED'ler genellikle deniz tabanına sabitlenir ve salınan gövde tarzında uygulamaları mevcuttur. Ancak yapı, dalgaların ortaya çıkardığı gerilmeyi taşımalıdır. Tıpkı kıyı sistemlerinde olduğu gibi yakın kıyı sistemlerinin de dalgalardan enerji çıkarımı potansiyeli düşük güçlü dalgalar nedeniyle daha azdır [25].

Açık deniz uygulamaları ise genellikle 40 m'den daha derin sularda DED'lerin konumlandırılmasıdır. Bu tarz sistemler açık sularda dalga genliği ve periyodu daha fazla olduğu için dalga gücünden en çok yararlanan sistemlerdir. Fakat açık denize yerleştirilen DED'lerin bakımı pahalıdır ve dönüştürücü büyük genlikli dalgaların verebileceği hasarlara dayanıklı tasarlanmalıdır. Ayrıca, enerjinin kıyıya taşınması için uzun ve pahalı deniz kablolarına ihtiyaç duyulmaktadır [10].

Literatürde DED teknolojileri olarak salınımlı su kolonu (SSK), salınan gövde (SG) ve üstten aşımlı sistemler (ÜAS) üzerine yapılan çalışmalar yer almaktadır. Bunlar arasında ise SG'li sistemler en sık kullanılan DED çeşidi olarak belirtilmiştir [26].

SSK sistemlerinde kolon adı verilen yapıların alt kısmında deniz suyu, üst kısmında ise hava yer almaktadır. Dalga hareketinin üstte yer alan havayı sıkıştırmasıyla, oda içerisinde sıkışan havanın elektrik jeneratörünü döndürmesi sonucunda enerji üretilmektedir [27]. En önemli örneği, LIMPET adı verilen, kıyı konumlu DED tipidir [24].

ÜAS'ler bir rampa yardımıyla topladıkları dalgaların kinetik enerjisini sistemin haznesinde toplayarak potansiyel enerjiye dönüştürmektedir. Depolanan bu su tıpkı hidrolik sistemlerde olduğu gibi tribüne iletilmektedir [27]. Bu teknoloji ile çalışan en bilindik DED tipi ve açık deniz uygulamalarında kullanılan ilk ÜAS olma özelliği taşıyan sistem Wave Dragon'dur (2003 yılında Danimarka'da, gücü: 140kW, rezervuar genişliği: 55m3 olan bir sistem kurulmuştur.) [28].

SG adı verilen sistemler ise genellikle açık sularda kurulan sistemlerdir. Dalgaların itici gücü DED gövdesini aşağı-yukarı ve/veya sağa-sola hareket ettirerek enerji indüklenmesini sağlar [27]. Bu tarz sistemler kendi içerisinde hidrolik ve doğrudan sürüşlü (DS) olmak üzere ikiye ayrılır.

SG tip hidrolik sistemlerde hidrolik pompalar elektrik jeneratörünü çalıştırmaktadır. Bu tip DED'lerin en bilinen uygulaması Pelamis adı verilen DED'dir [29]. Eklemli bir yapıdan oluşan Pelamis şu an ticari amaçlı kullanılan bir DED teknolojisidir. Pelamis'in 2008 yılında Portekiz açıklarında (kıyıdan 5 km uzaklıkta) konumlandırılan 750 kW'lık bir uygulaması vardır [30].

SG tipi DED'lerin diğer bir uygulaması da DS sistemlerdir. Hidrolik sistemlere göre yapısı daha basit olan DS sistemler, verimli bir şekilde dalgadan enerji çıkarmak için kullanılmaktadır [27]. Yapısı temel olarak deniz yüzeyinde hareket eden bir şamandıra ve doğrusal generatörden (DG) meydana gelen DS sistemler ile üretilen 3-faz elektrik enerjisi dalganın düzensiz karakteristiğini içermektedir. Bu durum üretilen enerjinin direkt yük beslemesinde veya şebeke bağlantısında kullanılmasına engel olmaktadır. Dolayısıyla DS sistemler ile üretilen enerjinin güç elektroniği devreleri ile düzenlenmesi gerekmektedir [27]. DS-DED'in en bilinen uygulaması Archimedes dalga salıncağıdır (ADS). Deniz tabanına sabitlenmiş olan ADS sistemi, içi hava dolu şamandıranın üzerinden geçen dalganın dikey konum hareketiyle elektrik enerjisi üretmektedir [31]. Şamandıranın hareketi doğrusal olduğu için elektrik üretiminde

DG kullanılmaktadır. Su altı uygulaması olan ADS dalga enerji sisteminin ilk prototipi 2000 yılında Portekiz kıyısında konumlandırılmış olup, 2MW'lık maksimum güce sahiptir [32]. Lysekil projesi (gücü:10 kW, ülke: İsveç) ve Oregon Üniversitesinin geliştirildiği L10 DED sistemi (gücü:10k W, ülke: Amerika) DS sistemlere verilebilecek diğer önemli çalışmalardır [33, 34].

5. Dalga Enerji Sistemlerinde Güç Elektroniği Uygulamaları

Deniz dalgalarının genlik ve süreklilikleri düzensizdir. Farklı zamanlarda farklı genliklere sahiptirler. Oluşum sıklıkları da sabit aralıklarda değil, rastgeledir. Genlik ve oluşum sıklığının belirsiz olması bu dalgaların karakteristik özelliklerini düzensiz yapar. Bu düzensizlik dalga türbinlerine ve üretilen elektrik gücüne yansır. Bu nedenle dalga enerji sistemleri (DES)nden elde edilen elektrik gücünde süreksizlikler meydana gelir. Yani üretilen gerilim sürekli kullanılabilir değerde olmaz. Gerilimdeki bu süreksizlik üretilen gücün de süreksiz olmasına yol açacağından DES'inde güç düzenleyicilerin kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Bu güç düzenleyiciler filtre, DA/DA, DA/AA, AA/AA gibi dönüştürücüler ve yedekleme ünitelerinden oluşur. Genel adıyla güç düzenleyiciler denilebilecek bu devre elemanları güç elektroniği teknolojilerinin birer uygulamasıdır. Dolayısıyla DES'lerinde önemli bir yere sahiptirler.

Literatürde DES için kullanılan güç elektroniği ara yüzleri ve denetim algoritmaları verilmektedir. Yapılan çalışmalar bu makalede benzetim ve deneysel olarak iki ana başlık altında incelenmiş, deneysel sistemlerde düzenli dalga ve düzensiz dalga modelleri olmak üzere iki alt başlık altında toplanmıştır. İncelenen çalışmalardan bazıları aşağıda verilmektedir.

Benzetim çalışmaları: Bu kısımda DES'ler ile ilgili yapılan benzetim çalışmaları incelenmiştir.

Boström vd. [35] DS-DG'nin çalışma karakteristiğini farklı yük durumları için incelemektedir. Matlab ortamında geliştirdikleri benzetim modelinin doğruluğunu, Lysekil projesinden elde edilen verileri kullanarak kanıtlamışlardır. Jeneratörün davranışının hem AA karakteristiğini hem de doğrultucu kullanarak DA karakteristiğini inceleyen çalışma herhangi bir denetim yöntemi kullanmamıştır.

Thornburn vd. [36] DG'lerden oluşan bir dalga enerji çiftliğinin (DEÇ) benzetimini gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada aynı ve farklı frekans ve genlik değerlerine sahip dalgaların uygulandığı beş ve on adet DG'lerden oluşan bir DEÇ'in enerji analizini yapmışlardır. Araştırmacılar birden fazla DG'nin kullanılmasıyla oluşturulan enerji çiftliği sisteminde üretilen enerjinin doğrultulmuş halinin daha az salınım içerdiğini ve böylelikle DES'lerde görülen sıfır geçişlerinin azaltıldığını savunmaktadırlar. Çalışmada herhangi bir denetim yönteminden bahsedilmemektedir.

Nie vd. [37] benzetim ortamında DS-DED sistemine karma enerji depo üniteleri (ultra-kondansatör (UK) ve Li-ion akü) entegre ederek sabit bir DA bara gerilimi elde etmektedir. Düzenli dalga rejiminde genlik değişimini dikkate alan çalışmada DED sistemi için artıran AA/DA doğrultucu, enerji depo üniteleri için ise çift yönlü AAÇ'ler kullanılmaktadır. Güç elektroniği devrelerinin denetiminde PI denetleyici kullanan araştırmacılar ayrıca bataryaların genellikle güç uygulamalarında sık görülen değişiklikler ile dalgalanmaları gidermede başarısız olduğunu savunmuşlardır.

Luan vd. [38] Matlab/Simulink/SimPower programında dalga enerjisi sisteminde kullanılan DG'den üretilen enerjiyi ilk olarak AA/DA doğrultucu ile DA sinyaline dönüştürdükten sonra DA/DA ARÇ ile optimum yük denetimini gerçekleştirmişlerdir. Düzenli dalga rejimini dikkate alan çalışmada PI denetleyici tipi kullanılmaktadır.

Gargov vd. [39] çalışmalarında çok fazlı hava-çekirdekli bir sabit mıknatıslı doğrusal generatörün (SMDG) modelini bilgisayar ortamında gerçekleştirmişlerdir. Düzenli dalga modelinin incelendiği çalışmada yazarlar güç elektroniği devresi olarak pasif diyot doğrultucu ve AAÇ kullanmışlardır. Denetim algoritması olarak ise aç-kapa denetim kullanılmaktadır.

Barnes vd. [40] SSK tip DED'de karşılaşılan güç salınımlarını düzeltmek için hızlı yanıt veren bir D-STATCOM isimli güç elektroniği cihazı önermiştir. Önerilen devrenin matematiksel analizinin

ve benzetiminin yapıldığı çalışmada denetim için ise ileri-yön denetimi uygulanmıştır.

Murray vd. [41] çalışmalarında açık deniz SSK tip DED'in de görülen düzensiz güç salınımlarını gidermek için sistemin DA barasına UK ünitesi entegre etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca UK'nın çevrim ömrü ile ilgili deneysel incelemeler de gerçekleştirmişlerdir.

Tedeschi vd. [42] yaptıkları çalışmada farklı kontrol teknikleri kullanarak düzensiz dalgaların enerji çıkarımı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada güç elektroniği devrelerinden aktif 3-faz doğrultucu ve DA/AA evirici devresi kullanılmaktadır. Bu güç elektroniği devrelerinin denetiminde ise PI denetleyici tabanlı alan etki denetimi ve aktif ön-uç denetimi kullanılmaktadır.

Çolak vd. [43] dalgalardan enerji çıkarım verimliliğini artırmak ve şebekeye iletilen gücün kalitesini iyileştirmek için uzay vektör modülasyonu (UVM) denetimli üç seviyeli DA-AA evirici tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Salınımlı su kolonu DED'i için gerçekleştirilen benzetim çalışması düzenli dalga durumu için incelenmiştir.

Andersen vd. [44] Wave Star DED'i için model öngörülü denetim (MÖD) ile reaktif denetimin (RD) enerji çıkarım performanslarını benzetim ortamında karşılaştırmışlardır. Generatör tarafı denetim uygulamasını içeren bu çalışma ile yazarlar MÖD kullanarak dalgalardan daha fazla güç çıkarımı elde edileceğini savunmuşlardır.

Mendonça vd. [45] DS-DED'lerde enerji dönüşüm verimliliğini üç farklı akım denetim yöntemi ile incelemektedir. Generatör tarafı denetimi yapan araştırmacılar üç-faz aktif doğrultucuyu histerisiz bant denetimi (HBD), uzay vektör darbe genişlik modülasyonu (DGM) akım denetimi ve bu denetim yöntemlerinin avantajlarını içeren uzaysal histerisiz akım kaynağı denetimi kullanmışlardır. Her denetleyici tipinin akım kalitesini artırdığı ve en az akım salınımının uzay vektör DGM denetimi ile elde edildiği belirtilmektedir.

Farrok vd. [46] düzenli dalga modeli ile elde ettikleri gerilimi üç-faz doğrultucu ile DA sinyaline çevirdikten sonra bulanık mantık denetimli (BMD) 3-faz DA/AA eviriciyi enerjinin R-L-C yüküne aktarılmasında kullanmışlardır. Gerilim denetimi yapılan bu benzetim çalışmasında DED modellemek yerine üç-faz programlanabilir gerilim kaynağı kullanılmıştır.

Gruosso vd. [47] yaptığı çalışma tek ve dört adet DED bağlı dalga enerji sistemleri için aktif ve pasif doğrultucuların karşılaştırmasını içermektedir. Benzetim ortamında düzenli enerji modelinin dikkate alındığı çalışmada pasif doğrultucu tiplerinden köprü tipi tam dalga ve rezonans doğrultucu devreleri ile gerilim denetimli aktif doğrultucu kullanılmaktadır. Aktif doğrultucu denetiminde PI kontrolör kullanılan çalışmanın sonuçlarına göre tek DED'li sistemde pasif doğrultucularla elde edilen gerilim salınımı 250-300 V kadarken, aktif denetimli doğrultucu çıkışta 100V kadar gerilim salınımı sağlamaktadır. Yazarlar ayrıca dizi şeklinde bağlanan DED'li sistemde gerilim düşümlerinin daha az olduğunu belirtmektedir.

Özkop vd. [48] bilgisayar ortamında kurdukları dalga enerji sisteminde, düzenli dalgalardan enerji üretilen bir DED modelinin pasif doğrultulmuş çıkışı ile bir aküyü paralel bağlayarak oluşturdukları DA baranın gerilimini DA/DA kıyıcı üzerinden DA motor yüklerine aktarmaktadır. Kıyıcının denetiminde dinamik çevrimli bulanık mantık tansigmoid denetleyici kullanılmıştır.

Jama vd. [49] SMDG'nin sönümlenme kuvvetini kontrol etmek için yeni bir çevrimiçi sönümleme denetim yöntemi önermektedir. Güç elektroniği devresi olarak 3-faz pasif doğrultucuya seri bağlı bir DA/DA ARÇ kullanan yazarlar bu yöntem ile dalgadan elektrik enerjisi çevrim verimliliğinin arttığını benzetim sonuçlarında göstermektedir. Ayrıca çalışmada elde edilen sonuçların yakın zamanda deneysel olarak da doğrulanacağı belirtilmektedir.

Shameem vd. [50] Matlab/Simulink ortamında batarya-güneş paneli ve dalga enerjisinden meydana gelen şebeke bağlantılı karma bir enerji sistemi kurmuşlardır. Dalga enerjisi modelinde salınımlı su kolonu DED tipi kullanılmaktadır ve DA baranın gerilimi bataryalar ile sabit tutulmuştur. Bataryanın şarj-deşarj durumu PI denetimli bir DA/DA AAÇ ile sağlanmaktadır.

Al-Mhana vd. [51] DES'lerde jeneratör ile yük arasına güç faktörünün iyileştirilmesini sağlamak için yön değiştirmeli seri kompansazyon kondansatörlü çevirici adını verdikleri güç elektroniği devresini önermektedirler. Benzetim sonuçları, güç çeviricisi ile önerilen simetrik çalışma oranı denetim stratejisinin güç faktörünün iyileştirilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir. Yapılan bu çalışma düzgün dalga modelini içermektedir.

Müller vd. [52] Wave Dragon adı verilen DED'lerden oluşan bir dalga platformu için bilgisayar ortamında seri bağlı çok seviyeli H-köprüsü (SBÇSHK) güç elektroniği ara yüzü tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Şebeke bağlantısında kullanılan SBÇSHK güç elektroniği devresinden önce 3-faz pasif doğrultucu ve DA/DA ARÇ devreleri de kullanılmaktadır. ARÇ denetiminde maksimum güç noktası izleyici algoritması ile PI denetleyici kullanan araştırmacılar, çok seviyeli H-köprüsü için ise PI denetleyici kullanmaktadır. Benzetim sonuçlarında önerilen güç elektroniği ara yüzü ile güç kalitesinin ve veriminin artırıldığı gösterilmektedir.

Cantarellas vd. [53] yüksek güç DES'lerden oluşan bir DEÇ'in şebeke bağlantısı için uygun güç sistemleri tasarımını ve denetimini araştırmaktadır. Şebeke bağlantısında kullanılan geleneksel pasif LCL filtreye alternatif olarak, pasif LCL+Trap filtre adı verilen bir filtre topolojisi öneren yazarlar, AA/DA-DA/AA güç elektroniği devrelerini de kullanmaktadır. Çalışmada denetleyici olarak PI denetim kullanılmakta ve önerilen güç elektroniği topolojileri ile daha güvenilir ve düşük maliyetli bir güç işleme ünitesinin tasarlandığı savunulmaktadır.

Wu vd. [54] DED'de üretilen enerjiyi şebekeye aktarılabilir hale getirmek için sisteme batarya üniteleri entegre etmişlerdir. DED çıkışı için AA/DA doğrultucu, batarya sistemi için DA/DA çevirici kullanan yazarlar her iki sistemin çıkışını ortak barada birleştirerek düzeltilen DA gerilim DA/AA evirici ile şebekeye aktarılmıştır. Bu benzetim çalışmasının güç elektroniği devrelerinin denetiminde PI denetleyici kullanılmıştır.

Deneysel çalışmalar: Bu kısımda DES'ler ile ilgili yapılan deneysel çalışmalara yer verilmiştir. Deneysel sistemler düzenli dalga durumunu ve düzensiz dalga durumunu inceleyen çalışmalar olmak üzere iki alt başlık halinde sunulmaktadır. İncelenen çalışmalardan bazıları aşağıda verilmektedir.

Düzenli dalga durumunu dikkate alan çalışmalar: Özkop vd. [55] tarafından yapılan çalışmada yüksek değerli kondansatörlerden oluşan bir anahtarlamalı güç filtresinin denetimi ile düzenlenen dalga gücü, bir DA/DA azaltan çevirici (AZÇ) üzerinden yüke aktarılmaktadır. Düzenli dalga durumunun incelendiği makalede güç elektroniği ara yüzlerinin denetiminde çok çevrimli PI denetleyici kullanılmaktadır. Aynı yazar [56]'da yine anahtarlamalı güç filtresini bu kez farklı bir denetim yöntemi ile düzenli dalga rejimi için incelemiştir. Bu çalışmada önerilen güç elektroniği devresi için denetleyici tipi olarak dinamik hatayı kullanan çok değişkenli, bulanık mantık ayarlamalı PI denetleyici kullanmıştır.

Nie vd. [57] doğrudan sürüşlü doğrusal DED emülatörünü laboratuvar ortamında kurmuşlardır. Düzenli dalga modeli ile generatörden elde ettikleri enerjiyi iki farklı AA/DA güç elektroniği topolojisi (AA/DA artıran doğrultucu ve AA/DA H-köprüsü artıran çevirici) kullanarak incelemişlerdir. Her iki devrenin sağladığı avantajların belirtildiği çalışmada denetleyici olarak PI ve tepki kuvvet denetimi gerçekleştirilmiştir.

Lu vd. [58] çalışmalarında dalga ve rüzgâr enerjisinin süreksizliğini ve belirsizliğini gidermek amacıyla bu iki enerji kaynağı ve batarya ünitesi ile birlikte bir DA mikro şebeke oluşturmuşlardır. Batarya tarafında gerektiğinde şarj olabilmesi veya DA baraya enerji aktarabilmesi için çift-yönlü DA/DA çevirici, rüzgâr ve dalga enerjisi için ise pasif 3-faz doğrultucu ve DA/DA AZÇ güç elektroniği devreleri kullanılmaktadır. Hazır bir evirici ünitesi ile AA yük beslemesi de yapılan çalışmada düzenli dalga durumu dikkate alınmıştır ve dalga tarafı çeviricinin denetiminde PI denetleyici kullanılmaktadır.

Blanco vd. [59] DS'li anahtarlamalı relüktans doğrusal generatörünü (ARDG) sürmek için iki farklı güç elektroniği topolojisi klasik H-köprüsü ve Miller çevirici kullanmışlardır. Deneysel ortamda üretilen düzenli dalga enerjisini işlemek için ise evirici tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Generatörden maksimum enerji çıkarımını sağlamak için faz veya reaktif kontrol adı verilen denetim algoritması uygulanan çalışmada deneysel testler döner ARG kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Vermaak vd. [60] çalışmalarında yeni bir doğrusal generatör tasarımına yer vermektedir. Düzenli deniz dalgasından üretilen enerjinin işlendiği deneysel test düzeneğinde jeneratörden maksimum enerji çıkarımının elde edilmesi için öngörülü denetim (ÖD) algoritması kullanılmaktadır. Hem benzetim ortamında hem de deneysel ortamda önerilen denetleyici tipinin performans değerlendirmesini yapan araştırmacılar güç elektroniği devrelerinden denetimli AA/DA doğrultucu ve tasarlanan doğrusal jeneratörü sürmek için DA/AA evirici kullanmaktadır.

Kazmierkowski vd. [61] çalışmalarında Wave Dragon adı verilen DED için güç elektroniği devresi olarak

aktif AA/DA/AA güç elektroniği topolojisi kullanmaktadır. Düzenli dalga enerjisinin dikkate alındığı bu çalışmada UVM tabanlı güç ve tork denetimi gerçekleştirilmiştir.

Düzensiz dalga durumunu dikkate alan çalışmalar: Hazra vd. [62] küçük güçlü pedal tipi bir dalga enerji sisteminde görülen enerji düzensizliğinin UK ünitesi ve güç elektroniği devreleri ile kısa süreli giderilmesi üzerine bir deneysel çalışma yapmışlardır. DED çıkışını ilk olarak pasif doğrultucu ile DA sinyaline çeviren yazarlar daha sonra generatör akımı denetimli DA/DA ARÇ üzerinden üretilen gücü DA baraya aktarmışlardır. Güç salınımlarının giderilmesi için ise sisteme paralel bağlı UK ünitesi ve DA bara arasında çift yönlü çalışabilen çevirici tipi kullanmışlardır. Çeviricilerin denetiminde klasik PI denetleyici kullanılmış olup, denetleyici parametrelerinin nasıl ayarlandığı belirtilmemektedir. Ayrıca çalışmada sunulan çıkış geriliminin ciddi şekilde gerilim sıçramaları içerdiği görülmektedir.

Hazra vd. [63] diğer bir çalışmalarında benzetim ortamında UK ve akü ünitelerini birlikte kullanarak oluşturdukları bir karma enerji depo sistemini güç elektroniği devreleri ile DED'lerde karşılaşılan enerji salınımları gidermek için kullanmışlardır. Benzetim ortamında akü ve UK'yı birlikte kullanmanın avantajlarından bahseden yazarlar deneysel çalışmalarında sadece UK ünitesini kullanarak güç düzenlemesi gerçekleştirmişlerdir. Güç elektroniği devrelerinden 3-faz evirici ve çift-yönlü aktif köprü tipi çevirici kullanan yazarlar denetleyici algoritması olarak PI denetleyici tercih etmişlerdir.

Boström vd. [64] rezonans doğrultucu (REZD) adı verilen ve kondansatör içeren yeni bir pasif doğrultucu tipini hem benzetim ortamında hem de deneysel ortamda test etmişlerdir. Uppsala Üniversitesinde geliştirilen doğrusal generatörlü L9 DED sisteminde denenen doğrultucu tipi klasik pasif diyot doğrultucu ile karşılaştırılmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre REZD ile generatörün sönüm oranı artırılarak daha yüksek güç emilimi ve üretimi elde edilmiştir.

Cantarellas vd. [65] düzensiz dalgalardan maksimum enerji çıkarımının elde edilmesi için uyarlamalı vektör yaklaşımına dayalı yeni bir DED kontrol yöntemi önermektedir. Önerilen vektörel yaklaşım ile maksimum güç çıkarımı sağlanırken ayrıca ani güç dalgalanmalarının azaltıldığı da deneysel sonuçlar ile gösterilmektedir. Çalışmada güç elektroniği ara yüzü olarak AA/DA-DA/AA aktif güç çeviricisi ve eviricisi kullanılmaktadır.

Boström vd. [66] DS-DED'de üretilen düzensiz AA gücün doğrultulması ve filtrelenmesi üzerine yapılan benzetim ve deneysel çalışmaları incelemektedir. Deneysel testlerin gerçek bir açık deniz DED'inde gerçekleştirildiği çalışmada doğrultucu elemanı olarak 3-faz pasif diyot doğrultucu, filtreleme elemanı olarak ise UK üniteleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada herhangi bir denetim yönteminden bahsedilmemektedir.

Rahm vd. [67] Lysekil projesi kapsamında geliştirilen doğrudan sürüşlü ve birbirine bağlı DED'lerde üretilen değişken elektrik enerjisinde salınımları azaltmak için her bir DED'in çıkışı pasif doğrultulmuş ve sonra elde edilen gerilim ortak DA barada toplanmıştır. Daha sonra ise DA gerilim PID denetimli bir evirici yardımıyla AA sinyaline dönüştürülüp, trafo ile yükseltildikten sonra kıyıda yer alan direnç yüküne iletilmektedir.

Sonuç olarak hem benzetim hem de deneysel ortamda düzenli ve düzensiz dalga enerjisi ile yapılan çalışmalar incelendiğinde güç elektroniği devrelerinden; aktif/pasif-AA/DA doğrultucu devreleri, AA/DA artıran doğrultucu, STATCOM cihazları, AA/DA H-köprüsü artıran doğrultucu, tek faz-üç faz DA/AA evirici devreleri, DA/DA artıran, azaltan ve artıran-azaltan çeviriciler, farklı tip denetimli-denetimsiz filtre ve benzeri devreler kullanılmaktadır. Adı geçen devreler maliyet, güvenilirlik, verim ve tasarım olarak birbirinden ayrılmaktadır. [26]'da verilen bilgilere göre aktif-pasif AA/DA doğrultucu ve DA/AA evirici devreleri DES'lerde en çok kullanılan güç elektroniği devreleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca dalga enerji sistemlerinin çok değişkenli güç yapısı nedeniyle, akü ve ultra-kondansatörler gibi enerji depo üniteleri ve rüzgâr/güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte kullanımını içeren çalışmalar da mevcuttur.

Dalga enerjisini içeren yayınlarda elde edilen sonuçlar benzetim, deneysel ve hem benzetim hem de deneysel olarak doğrulanmaktadır. DES'lerin kurulumunun zor ve pahalı olması nedeniyle yapılan çalışmaların büyük bir kısmının (%70) benzetim çalışması olduğu görülmektedir [26]. Sadece düzenli dalga modelini içeren benzetim ve deneysel çalışmalar da bulunmaktadır. Dalgaların karakteristik yapısı gereği düzensiz olması nedeniyle sadece düzenli dalga modelini içeren çalışmaların, gerçek deniz durumunda ne kadar başarılı olacağı bilinmemektedir.

DES'lerde kullanılan denetleyici tiplerine bakılacak olunursa bu tip çalışmalar genelde dalgalardan enerji çıkarımını artırarak DED verimin artırılmasını yöneliktir. [26]'da en çok tercih edilen ilk beş denetleyici tipi; faz denetimi, kilitleme denetimi, PI denetleyici, optimal denetim ve öngörülü denetim olarak bildirilmiştir. Bu denetleyicilerin dışında PID denetleyici, pasif yük denetimi, kayan tip denetimi, uyarlamalı bulanık PI denetim, BMD, gürbüz denetim, sinir

ağı denetimi, doğrudan tork denetimi, seri bağlı P-PI denetim, aç-kapa denetim, MÖD, reaktif denetim, karmaşık eşlenik denetimi, UVM ve çok çevrimli PI denetleyici çeşitleri de hem jeneratör tarafı hem de şebeke tarafı uygulamaları için kullanılan diğer denetim yöntemleridir [8, 26, 68].

Sonuç

Bu çalışmada gelecek yıllarda, enerji üretimi açısında oldukça gelecek vaat eden yenilenebilir enerji kaynaklarından dalga enerji potansiyeli ve dönüştürücü sistemleri incelenmiştir. Hiçbir atığı olmayan, doğaya zehirli gazlar salgılamayan ve sadece kurulu sistem eskiyip atıl duruma geldiğinde kullanılan metal atıkların geri dönüşümle kazanılacağı dalga enerji sistemleri ülkeler tarafında yakından araştırmaya alınmış ve gelecek yatırımları planlanmıştır. Ülkemizde ise tam anlamıyla bir DES kurulumu gerçekleştirilememiştir. Fakat devam eden projeler ile DES konusunda ülkemiz adına önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar desteklenmeli ve Ar-Ge çalışmalarının önü açılarak gerekli planlamalar yapılmalıdır. Ülkemizde üretilip kurulabilecek DES'lerini yurt dışından satın almak için bunların başka ülkelerde geliştirilmesini beklemeden kendi olanaklarımızla yapıp hem ülkemizdeki kullanımı canlandırılmalı, hem de başka ülkelere satışında pazar oluşturulmalıdır. Bu konuda öncü olunabilecek adımlar zamanında atılmazsa tıpkı rüzgâr ve güneş enerji sistemlerinde olduğu gibi DES'nin pazarı da başka ülkelerce oluşturulacak ve sonradan bu pazara girmek için uğraşılacaktır. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde özellikle Ege ve Batı karadeniz Bölgelerinde önemli dalga potansiyeli vardır. Orta ve Doğu Karadeniz bölümlerindeki potansiyel de yadsınamayacak düzeydedir. Son zamanlarda ülkemizde kurulacak DES'nin yerlerinin belirlendiği ve bu konuda mevzuat hazırlandığı duyumları alınmaktadır. Bunlar önemli gelişmelerdir. Ancak Ar-Ge amacıyla deneysel çalışmasını denizde yapmak isteyen akademisyenlere de gerekli kolaylıklar sağlanmalıdır. Ülkemizin enerjide dışa olan bağımlılığını azaltma yönünde de DES'nin önemli bir yeri olacaktır. Çünkü kıyılarda kurulu bir çok tesisin elektrik enerjisi dalgadan sağlanabilir. Bu konuda yapılan Ar-Ge çalışmaları ile nereye nasıl bir DES kurulacağı belirlenebilir. Bu konuda artık kendi insanlarımıza güvenilmesi ve onlara destek olunması beklenmektedir.

Kaynaklar

1. ExxonMobil, Outlook for energy: a view to 2040, Technical Report, 2017.

2. https://teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri/2015. 1 Mart 2017.

3. Wang L. ve Chen Z.J., Stability analysis of a wave-energy conversion system containing a grid-connected induction generator driven by a wells turbine, IEEE Transactions on Energy Conversion, 25, 2 (2010) 555-563.

4. Vining J.G. ve Muetze A.M., Economic factors and incentives for ocean wave energy conversion, IEEE Transactions on Industry Applications, 45, 2 (2009) 547-554.

5. REN21, Renewables 2015 Global Status Report, 2015

6. Edenhofer O., Pichs-Madruga R., Sokona Y., Seyboth K., Kadner S., Zwickel T., Eickemeier P., Hansen G., Schlomer S., Von Stechow C. ve Matschoss P., Renewable energy sources and climate change mitigation: Special report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, 2012.

7. McCormick M., Ocean Wave Energy Conversion, Wiley, New York, 1981.

8. Ringwood J.V., Bacelli G. ve Fusco F., Energy-maximizing control of wave-energy converters: the development of control system technology to optimize their operation, IEEE Control Systems, 34, 5 (2014) 30-55.

9. Pelc R. ve Fujita R.M., Renewable energy from the ocean, Marine Policy, 26, 6 (2002) 471-479.

10. López I., Andreu J., Ceballos S., De Alegría I.M. ve Kortabarria I., Review of wave energy technologies and the necessary power-equipment, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 27 (2013) 413-34.

11. World Energy Council, World energy perspective, cost of energy technologies, Bloomberg New Energy Finance, 2013.

12. Delucchi M. A. ve Mark Z. J., Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part II: Reliability, system and transmission costs and policies, Energy policy, 39, 3 (2011) 1170-1190.

13. Mork G., Barstow S., Kabuth A. ve Pontes M.T., Assessing the global wave energy potential, ASME 29th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, Ocak 2010, Shanghai, Bildiriler Kitabı: 447-454.

14. Vicinanza D., Contestabile P. ve Ferrante V., Wave energy potential in the north-west of Sardinia (Italy), Renewable Energy, 50 (2013) 506-521.

15. Hepbasli A., Ozdamar A. ve Ozalp N., Present Status and Potential of Renewable Energy Sources in Turkey, Energy Sources, 23, 7 (2001) 631-648.

16. Sağlam M., Sulukan E. ve Uyar T. S., Wave energy and technical potential of Turkey, Journal of Naval Science and Engineering, 6, 2 (2010) 34-50.

17. Rusu E., Wave energy assessments in the Black Sea, Journal of marine science and technology, 14, 3 (2009) 359-372.

18. Akpınar A. ve Kömürcü M. İ., Assessment of wave energy resource of the Black Sea based on 15-year

numerical hindcast data, Applied Energy, 101, (2013) 502-512.

19. Aydoğan B., Ayat B. ve Yüksel Y., Black Sea wave energy atlas from 13 years hindcasted wave data, Renewable energy, 57, (2013) 436-447.

20. Akpınar A. ve Kömürcü M. İ., Wave energy potential along the south-east coasts of the Black Sea, Energy, 42, 1 (2012) 289-302.

21. Kapluhan E., Enerji Coğrafyasi Açisindan Bir İnceleme: Dalga Enerjisinin Dünyada'ki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu, Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi, 5, 17 (2014) 65-86.

22. http://www.bakka.gov.tr/site/haber/951/. 27 Mart 2017.

23. Antonio F. D., Wave energy utilization: A review of the Technologies, Renewable and sustainable energy reviews, 14, 3 (2010) 899-918.

24. Clément A., McCullen P., Falcão A., Fiorentino A., Gardner F., Hammarlund K., Lemonis G., Lewis T., Nielsen K., Petroncini S. ve Pontes M.T., Wave energy in Europe: current status and perspectives, Renewable and sustainable energy reviews, 6, 5 (2002) 405-431.

25. Drew B., Plummer A. R. ve Sahinkaya M. N., A review of wave energy converter technology, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy, 223, 8 (2009) 887-902.

26. Ozkop E. ve Altas I. H., Control, power and electrical components in wave energy conversion systems: A review of the Technologies, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 67, (2017) 106-115.

27. Hong Y., Waters R., Boström C., Eriksson M., Engström J. ve Leijon M., Review on electrical control strategies for wave energy converting systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 31, (2014) 329-342.

28. Kofoed J.P., Frigaard P., Friis-Madsen E. ve Sørensen H.C., Prototype testing of the wave energy converter wave dragon, Renewable Energy, 31, (2006) 181-189.

29. Yemm R., Pizer D. ve Retzler C., Floating apparatus and method for extracting power from sea waves, U.S. Patent No: 6,476,511, 5 Kasım 2002.

30. Henderson R., Design, simulation, and testing of a novel hydraulic power takeoff system for the Pelamis wave energy converter, Renewable Energy, 31, 2 (2006) 271-283.

31. Costa J. S. D., Pinto P., Sarmento A. ve Gardner F., Modeling of an ocean waves power device AWS, IEEE Control Applications Conference, Haziran 2003, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 618-623.

32. Beirdol P., Valério D. ve Costa J. S. D., Linear model identification of the Archimedes wave swing, International conference on power engineering, energy and electrical drives, Nisan 2007, Portekiz, Bildiriler Kitabı: 660-665.

33. Leijon M., Boström C., Danielsson O., Gustafsson S., Haikonen K., Langhamer O., Strömstedt E., Stålberg M., Sundberg J., Svensson O. ve Tyrberg S., Wave energy from the North Sea: Experiences from the Lysekil research site, Surveys in geophysics, 29, 3 (2008) 221-240.

34. Brekken T.K., Von Jouanne A. ve Han H.Y., Ocean wave energy overview and research at Oregon State University, Power Electronics and Machines in Wind Applications Conference, Haziran 2009, USA, 1-7.

35. Boström C. ve Leijon M., Operation analysis of a wave energy converter under different load conditions, IET renewable power generation, 5, 3 (2011) 245-250.

36. Thorburn K. ve Leijon M., Farm size comparison with analytical model of linear generator wave energy converters, Ocean Engineering, 34, 5 (2007) 908-916.

37. Nie Z., Xiao X., Yi H. ve Kang Q., Direct drive wave energy converters integrated with a composite energy storage system, IEEE International Conference on Electrical Machines and Systems, Ağustos 2011, Çin, 1-5.

38. Luan H., Onar O.C. ve Khaligh A., Dynamic modeling and optimum load control of a PM linear generator for ocean wave energy harvesting application, In Twenty-Fourth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, Şubat 2009, Washington, Bildiriler Kitabı: 739-743.

39. Gargov N.P. ve Zobaa A.F., Multi-phase air-cored tubular permanent magnet linear generator for wave energy converters, IET Renewable Power Generation, 6, 3 (2012) 171-176.

40. Barnes M., El-Feres R., Kromlides S. ve Arulampalam A., Power quality improvement for wave energy converters using a D-STATCOM with real energy storage, IEEE First International Conference on Power Electronics Systems and Applications, Kasım 2004, Hong Kong, Bildiriler Kitabı: 72-77.

41. Murray D.B., Hayes J.G., O'Sullivan D.L. ve Egan M.G., Supercapacitor testing for power smoothing in a variable speed offshore wave energy converter, Journal of Oceanic Engineering, 37, 2 (2012) 301-308.

42. Tedeschi E., Carraro M., Molinas M. ve Mattavelli P., Effect of control strategies and power take-off efficiency on the power capture from sea waves, IEEE Transactions on Energy Conversion, 26, 4 (2011) 1088-1098.

43. Colak I. ve Kocabas A.D., Space vector modulation controlled three-level converter for ocean wave energy conversion, 18th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference, Nisan 2016, Lemesos, Bildiriler Kitabı: 1-5.

44. Andersen P., Pedersen T.S., Nielsen K.M. ve Vidal E., Model predictive control of a wave energy converter, IEEE Conference on Control Applications, Eylül 2015, Sydney, Bildiriler Kitabı: 1540-1545.

45. Mendonça H. ve Martinez S., Energy conversion efficiency assessment of a direct drive wave energy converter with different current controllers, IEEE International Energy Conference, Nisan 2016, Leuven, 1-6.

46. Farrok O., Islam M.R. ve Sheikh M.R.I., Fuzzy logic based an improved controller for wave energy conversion systems, International Conference on Electrical Engineering and Information Communication Technology, Mayıs 2015, Dhaka, Bildiriler Kitabı: 1-6.

47. Gruosso G., Zhou Q. ve Bizzozero F., Comparison among passive and active rectifier for seawave energy production, International IEEE Conference on Clean Electrical Power, Haziran 2015, Taormina, Bildiriler Kitabı: 493-498.

48. Ozkop E., Altas I.H. ve Sharaf A.M., A novel fuzzy logic tansigmoid controller for wave energy converter-grid interface dc energy utilization farm, Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Mayıs 2009, Canada, Bildiriler Kitabı: 1184-1187.

49. Jama M. ve Wahyudie A., Online Damping Strategy for Controlling Heaving Wave Energy Converters Using Three-Phase Bridge Boost Rectifier, IEEE Access, 14 8 (2015) 1-9.

50. Ahmad S., Uddin M.J., Nisu I.H., Ahsan M.M.U., Rahman I. ve Samrat N.H., Modeling of grid connected battery storage wave energy and PV hybrid renewable power generation, IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering, Şubat 2017, Bangladesh, Bildiriler Kitabı: 375-380.

51. Al-Mhana T., Zahawi B. ve Pickert V., Symmetrical duty cycle control for FCSC converter for wave energy applications, IEEE 9th International Symposium on Communication Systems, Networks & Digital Signal Processing, Temmuz 2014, Manchester, Bildiriler Kitabı: 56-60.

52. Muller N., Kouro S., Malinowski M., Rivera S. ve Wu B., Cascaded H-bridge multilevel converter interface for Wave Dragon energy conversion system, IEEE 39th Annual Conference in Industrial Electronics Society, Kasım 2013, Vienna, Bildiriler Kitabı: 6201-6206.

53. Cantarellas A.M. Rakhshani E., Remon D. ve Rodriguez P., Grid connection control of VSC-based high power converters for wave energy applications, IEEE 39th Annual Conference in Industrial Electronics Society, Kasım 2013, Vienna, Bildiriler Kitabı: 5092-5097.

54. Wu F., Zhang X.P. ve Ju P., Application of the battery energy storage in wave energy conversion system, International Conference on Sustainable Power Generation and Supply, Nisan 2009, Nanjing, Bildiriler Kitabı: 1-4.

55. Ozkop E., Altas I.H. ve Sharaf A.M., A novel switched power filter-green plug (SPF-GP) scheme for wave energy systems, Renewable energy, 44 (2012) 340-358.

56. Ozkop E., Sharaf A. and Altas I.H., An adaptive fuzzy PI controlled bus quantity enhancer for wave energy systems, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 24, 4 (2016) 2454-2468.

57. Nie Z., Xiao X., McMahon R., Clifton P., Wu Y. ve Shao S., Emulation and control methods for direct drive linear wave energy converters. IEEE Transactions on Industrial informatics, 9, 2 (2013) 790-798.

58. Lu S.Y., Wang L., Lo T.M. ve Prokhorov A.V., Integration of wind power and wave power generation systems using a DC microgrid, IEEE Transactions on Industry Applications, 51, 4 (2015) 2753-2761.

59. Blanco M., Navarro G. ve Lafoz M., Control of power electronics driving a switched reluctance linear generator in wave energy applications, IEEE 13th European Conference on Power Electronics and Applications, Eylül 2009, Barcelona, Bildiriler Kitabı: 1-9.

60. Vermaak R. ve Kamper M.J., Experimental evaluation and predictive control of an air-cored linear generator for direct-drive wave energy converters, IEEE Transactions on Industry Applications, 48, 6 (2012) 1817-1826.

61. Kazmierkowski M.P. ve Jasinski M., Power electronics for renewable sea wave energy, IEEE 12th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, Mayıs 2010, Brasov, Bildiriler Kitabı: 4-9.

62. Hazra S. ve Bhattacharya S., Short time power smoothing of a low power wave energy system, 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, Ekim 2012, Montreal, Bildiriler Kitabı: 5846-5851.

63. Hazra S. ve Bhattacharya S., Hybrid energy storage system comprising of battery and ultra-capacitor for smoothing of oscillating wave energy, Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Eylül 2016, Milwaukee, Bildiriler Kitabı: 1-8.

64. Boström C., Ekergård B., Waters R., Eriksson M. ve Leijon M., Linear generator connected to a resonance-rectifier circuit, IEEE Journal of oceanic engineering, 38, 2 (2013) 255-262.

65. Cantarellas A.M., Rodriguez D.R. ve Rodriguez P., Adaptive Vector Control of Wave Energy Converters, IEEE Transactions on Industry Applications, 52, 3 (2017) 2382-2391.

66. Boström C., Lejerskog E., Stålberg M., Thorburn K. ve Leijon M., Experimental results of rectification and filtration from an offshore wave energy system, Renewable Energy, 34, 5 (2009) 1381-1387.

67. Rahm M., Boström C., Svensson O., Grabbe M., Bülow F. ve Leijon, M., Offshore underwater substation for wave energy converter arrays, IET Renewable Power Generation, 4, 6 (2010) 602-612.

68. Ringwood, J., Control techniques for ocean energy applications, IET, 2013.

DÜZENLİ-DÜZENSİZ DALGA ENERJİ SİSTEMLERİNİN MODELLENMESİ

Erdinç Şahin ve İsmail H. Altaş
Karadeniz Teknik Üniversitesi
esahin@ktu.edu.tr, ihaltas@ktu.edu.tr

Dalga enerjisi, sahip olduğu potansiyeli nedeniyle son yıllarda oldukça dikkat çekmektedir. Elektrik enerjisi üretiminde etkin bir şekilde kullanılması amacıyla yapılan çalışmalar genelde iki kategoride toplanmaktadır. Bunlar türbin-jeneratör tasarımı ve güç düzenleyicilerdir. Deniz dalgasındaki düzensizlik ve belirsizlikler nedeniyle üretilen güçte süreklilik sorunları meydana gelmektedir. Güç düzenleyiciler kullanılarak hem üretilen güç kullanılabilir biçime getirilmekte hem de süreklilik sorunlarına çözüm aranmaktadır. Yapılan bu çalışma ile dalga enerjisi çalışacak araştırmacılara genel bilgiler sunulmaktadır. Verilen başlık altında düzenli ve düzensiz dalga karakteristikleri ve bu karakteristiklere ait tanımlar, dalga enerji spektrum çeşitleri, laboratuvar ortamında incelenen jeneratörün elektriksel ve ideal modelleri sunulmaktadır.

1. Giriş

Deniz dalgasından elektrik enerjisi üretmek üzere kurulan sistemler türbin-generatör ünitelerinin yanı sıra elektriksel güç düzenleyicilerden oluşur. Dalgaların düzensiz hareketinin üretilen güce etkisi türbin tasarımlarıyla ve güç düzenleyicilerle çözülmeye çalışılmaktadır. Sabit salınımlı su kabini kullanılan dalga enerji sisteminde sınır elemanlar yöntemi ile yapılan üç boyutlu dinamik model çalışması [1], periyodik dalga enerji dönüştürücünün dalga radyasyonuna dayalı modellenmesi [2] ve düzenli dalgalara dayalı birleşik dalga enerji dönüşüm sisteminin teorik modeli [3] bu çalışmalar için örnek gösterilebilir. Yatay ve düşey eksenli hidrokinetik enerji dönüşüm sistemleri ile ilgili teknoloji gelişmeleri [4] de detaylı olarak tanıtılmaktadır.

Dalga enerji sistemlerinde üretilen elektrik enerjisinin yüke ve şebekeye aktarılması da çalışmaların bir diğer aşamasını oluşturmaktadır. Bu konuda literatürde çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür [5-7]. Konuyla ilgili bazı çalışmalar bu makaledeki ekip tarafından da yapılmıştır [8-10]. Bu makalede, dalga enerjisi konusunda çalışacak araştırmacılara genel bilgiler sunulmaktadır. Verilen başlık altında düzenli ve düzensiz dalga karakteristikleri ve bu karakteristiklere ait tanımlar, dalga enerji spektrum çeşitleri, laboratuvar ortamında incelenen jeneratörün elektriksel ve ideal modelleri sunulmaktadır.

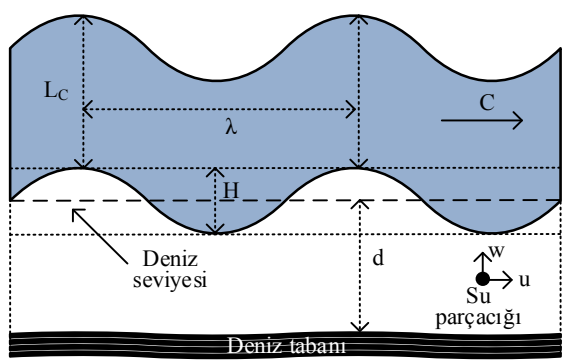
2. Dalga Modeli

Dalga oluşumları üç çeşit olay sonucunda meydana gelmektedir. Bu dalga tipleri rüzgâr temelli dalgalar, deprem oluşumlu dalgalar ve gel-git oluşumuna bağlı dalgalardır. Deprem oluşumlu dalgalar, deniz tabanında depremlere bağlı meydana gelen kaymalar sonucunda ortaya çıkan dalgalardır. Gel-git olayı sonucunda ise ortalama deniz seviyesinde meydana gelen değişimler dalga oluşumuna neden olmaktadır. Enerji üretimi ise genel olarak rüzgâr oluşumlu dalgalar ile sağlanmaktadır.

Rüzgârın deniz üzerinde esmesi sonucunda deniz yüzeyinde meydana gelen hareketlenmeler, deniz dalgasını oluşturur ve bu tip dalgalara rüzgâr oluşumlu deniz dalgaları adı verilir. Rüzgâr oluşumlu bir dalganın büyüklüğü, deniz üzerinde esen rüzgârın hızı, esme süresi ve feç uzunluğuna bağlıdır [11]. Feç, dalga tahmin modellerinde sıkça kullanılan bir terimdir ve rüzgâr yönünde önemli bir değişiklik olmadan, rüzgârda var olan enerjinin dalga oluşturmak üzere denize aktarılması için kullanılan kesintisiz mesafe anlamına gelmektedir [11].

2.1. Düzenli Deniz Dalgası

Düzenli deniz dalgası tek bir frekansa ve genliğe sahip bir sinüs dalgası gibi modellenebilir. Bu modelin karakteristiklerine ait gösterim Şekil 1'de verilmektedir [11].



Şekil 1. Düzenli dalga karakteristiği

Şekil 1'de, λ dalganın uzunluğunu (m), H dalganın yüksekliğini (m), d su derinliğini (m), LC dalga tepeleri arasındaki uzunluğu (m) ve C dalga hızını (m/s), u ve w sıra ile su parçacığının yatay ve dikey hız bileşenlerini ifade etmektedir. Bir periyotta (T), λ uzunluğu kadar yol alan bir dalganın hızı matematiksel olarak denklem (1)'de verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$C = \frac{\lambda}{T} \tag{1}$$

Hareket halindeki su parçacığı hızının yatay ve dikey birleşenleri ise aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanabilir [12].

$$u = \frac{\pi H}{T}\cos(\mathrm{kx} - \sigma \mathrm{t}) \tag{2}$$

$$w = \frac{\pi H}{T}\sin(\mathrm{kx} - \sigma \mathrm{t}) \tag{3}$$

Yukarıda verilen eşitliklerde *k* açısal dalga numarasını, σ dalga açısal frekansını ve *x* yatay koordinatı sembolize etmektedir. Bu parametrelere ait eşitlikler sıra ile denklem (4) ve (5)'te verilmektedir. Açısal frekansın negatif değer alması dalganın soldan sağa doğru hareket ettiği, pozitif değer alması da sağdan sola doğru hareket ettiği anlamına gelmektedir.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \tag{4}$$

$$\sigma = 2\pi f_d \tag{5}$$

Denklem (2) ve (4)'te verilen eşitlikler, gelecek bölümde incelenen düzenli ve düzensiz dalgadan üretilen 3-faz enerjinin ideal modellenmesinde kullanılmaktadır.

2.2. Düzensiz Deniz Dalgası

Düzenli deniz dalgası her ne kadar birçok çalışmada yer alsa da gerçek deniz dalgaları düzensiz ve rastgele karakteristik yapıya sahiptir. Düzensiz deniz dalgası, farklı genlik ve frekansa sahip birden çok düzenli deniz dalgasının süper pozisyonu ile modellenebilir. Bu yöntem ile modellenen düzensiz dalgalar okyanus mühendisliğinde temel bir kavram olarak kabul edilmektedir. Gerçek deniz dalgalarının, gemi ve kıyı yapıları üzerindeki etkilerinin tahmininde bu modelin doğruluğu kanıtlanmıştır [13].

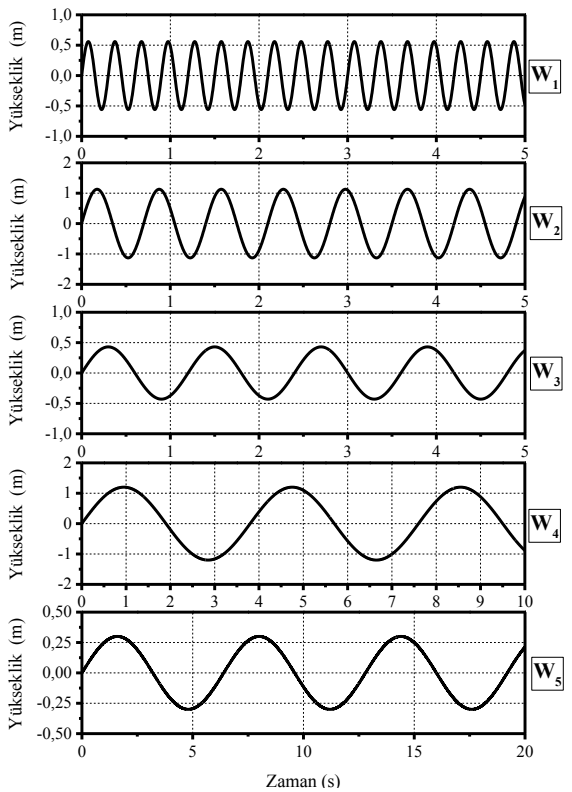
Şekil 2'de farklı genlik ve frekansa sahip beş adet sinüs dalgası (W_1, W_2, W_3, W_4, W_5) verilmektedir. Bu dalgalara ait genlik ve frekans bilgisi Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. ($W_{1\text{-}5}$) dalgalarına ait genlik ve frekans bilgileri

	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
H (m)	0.56	1.13	0.43	1.20	0.30
F (Hz)	3.333	1.428	0.833	0.263	0.156

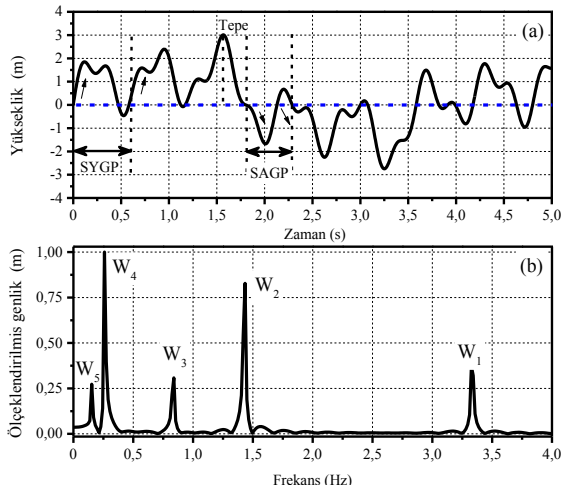
Bu sinyallerin toplanması ile elde edilen düzensiz dalga modeli ve bu dalga modelinin Fourier dönüşüm grafiği Şekil 3'te verilmektedir.

Şekil 3 (a)'da görüldüğü üzere düzensiz dalga karakteristiği farklı genlik ve periyotta birden fazla düzenli dalganın süper pozisyonu ile elde edilmiştir. Şekilde kullanılan kısaltmalardan SYGP, sıfır yukarı geçiş periyodunu, SAGP ise sıfır aşağı geçiş periyodunu ifade etmek için kullanılmıştır. Düzensiz dalgayı meydana getiren düzenli dalgaların frekans değerleri ise Şekil 3 (b)'de verilen Fourier analizinde açıkça görülmektedir.



Şekil 2. Farklı genlik ve frekanslardaki düzenli dalga karakteristikleri

DES ile yapılan çalışmalarda bu yöntem ile üretilen düzenli ve düzensiz karakteristikteki gerilim sinyali işlenerek farklı yapıda ve denetimli güç elektroniği devrelerine uygulanmaktadır. Bu sayede gerçek düzensiz deniz ortamında üretilebilecek olan enerji laboratuvar ortamında üretilebilir.



Şekil 3. Düzensiz dalga karakteristiği (a) ve Fourier analizi (b)

3. Dalga Enerji Spektrumları

Deniz alanlarındaki ölçüm istasyonlarının yetersizliği nedeniyle, rüzgâr oluşumlu deniz dalgalarının karakteristikleri, çoğunluğunu matematiksel analiz yöntemlerinin oluşturduğu farklı tip metotlar ile tahmin edilmektedir [14]. Bu metotlardan biri parametrik (deneysel) kestirim yöntemi, diğeri ise model tabanlı nümerik analiz yöntemidir.

3.1. Deneysel kestirim yöntemi

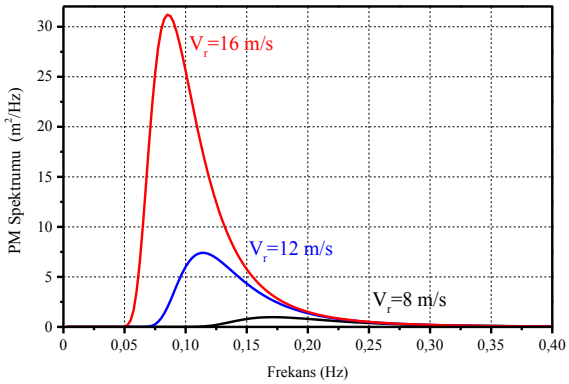
Pierson-Moskowitz (PM) [15] ve JONSWAP [16] modelleri bu yönteme ait çokça tercih edilen model çeşitleridir [17]. PM dalga spektral analiz yöntemine ait matematiksel eşitlikler aşağıda verilmektedir.

$$S(f)_{PM} = \alpha \frac{g^2}{f^5 (2\pi)^4} \exp\left[-1.25 \left(\frac{f_m}{f} \right)^4 \right] \qquad (6)$$

$$f_m = 0.1396 \frac{g}{V_r} \qquad (7)$$

Yukarıda verilen eşitlikte, sabit sayı α=0.0081, yer çekimi ivmesi g=9.81 m/s^2, f dalganın frekansı, f_m enerji yoğunluğunun maksimum frekansı ve V_r deniz seviyesinin 19.5 metre üstünde ölçülen rüzgâr hızı (genel olarak 10-21 m/s) olarak sembolize edilmektedir.

Bu modelden üretilen bazı tipik dalga spektrumları Şekil 4'te verilmektedir. Dalga enerjisinin, dalga periyodu (T) ile yaklaşık olarak eksponansiyel biçimde arttığı gözlenmektedir. Ayrıca rüzgâr hızındaki artışın hem dalga yüksekliği hem de periyodunu artırdığı da net bir şekilde grafikten görülmektedir.



Şekil 4. Farklı rüzgâr hızlarında Pierson-Moskowitz dalga spektrumu yanıtları

Deneysel yöntemler açık denizler ve durgun rüzgârlar için iyi bir başarım sağlasa da geçici rüzgâr durumları ve kısıtlamaları için yetersiz kalmaktadır. Ayrıca, bu yaklaşımlar sadece belirgin dalga yüksekliği ve ortalama dalga periyodu için veriler sağlamaktadır [18].

3.2. Sayısal Model Tabanlı Dalga Enerji Spektrumları

Günümüzde tercih edilen diğer bir dalga kestirim yöntemi sayısal modellerdir. Sayısal modeller (Mike21 [19], Wavewatch [20], SWAN [21] vb.), deneysel parametrik modellerden farklı olarak deniz durumu ile ilgili daha çok veri (dağılım-yön-güç bilgileri) sağlayabilmektedir.

3. nesil bir spektral dalga modeli olan SWAN (Simulating Waves Nearshore) dalga modelinin daha çok kıyı ve kıyılara yakın olan deniz alanları için başarımı yüksektir ve aşağıda verilen temel hareket-denge eşitliği ile ifade edilmektedir.

$$\frac{\partial}{\partial t} N + \frac{\partial}{\partial x} c_x N + \frac{\partial}{\partial y} c_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} c_\sigma N + \frac{\partial}{\partial \theta} c_\theta N = \frac{S}{\sigma} \qquad (8)$$

Yukarıda verilen eşitlik görüldüğü üzere 6 adet terimden oluşmaktadır. N(σ, θ; x, y, t) hareket yoğunluğu, sırası ile rölatif dalga frekansı (σ), dalga yönü (θ), yatay koordinat (x), dikey koordinat (y) ve zamanın (t) bir fonksiyonudur [22]. İlk terim, hareket yoğunluğunun zamana göre yerel değişim oranı, ikinci ve üçüncü terim cx ve cy hızları ile (x, y) uzayında yayılma hareketini, dördüncü terim, derinlik ve akıntılarda meydana gelen değişikliklerin neden olduğu rölatif frekanstaki kaymaları (c_σ yayılma hızı ile σ uzayında), son terim ise derinlik ve akım bazlı kırılmayı (c_θ yayılma hızı ile θ uzayında) temsil etmektedir [22]. Eşitliğin sağında yer alan S ifadesi ise dalganın ortaya çıkışı, kayboluşu ve doğrusal olmayan dalga-dalga etkileşimlerini ifade etmektedir [22].

Dalga enerji modellerinin sonuçlarından elde edilen sıfır-yukarı geçiş periyodu (T_e) ve belirgin dalga yüksekliği (H_s) verileri aşağıda verilen dalga gücü eşitliği formülünde kullanılmaktadır [23].

$$P(kW/m) = \frac{\rho g^2}{64\pi} H_s^2 T_e \quad (9)$$

Yukarıda verilen eşitlikte ρ, su yoğunluğunu (ρ(Karadeniz)) = 1015 kg/m^3 [24]) ve g, yer çekimi ivmesini ifade etmektedir. Bilinen değerlerin yerine koyulması ile elde edilen sadeleştirilmiş güç denklemi (10)'da verilmektedir.

$$P(kW/m) = 0.486 H_s^2 T_e \quad (10)$$

Araştırmacılar genellikle gözlemlenen dalga yüksekliğinin en yüksek üçte birinin ortalama dalga yüksekliğini, dalga boyu olarak karakterize ederler. Bu istatiksel ortalama, belirgin dalga yüksekliği olarak ifade edilir ve $H_{1/3}$ veya H_S sembolleri ile ifade edilir. Belirgin dalga yüksekliği aşağıda verilen formül ile hesaplanabilir.

$$H_{\frac{1}{3}} = \frac{3}{n} \sum_{k=1}^{n/3} H_k \quad (11)$$

Yukarıda verilen eşitlikte n, kaydedilmiş dalga yükseklik verilerinin sayısını ifade etmektedir.

4. Jeneratör Modeli

Bu başlık altında dalga enerji sistemlerinde sıkça kullanılan sabit mıknatıslı doğrusal generatörün (SMDG) ideal ve elektriksel modelleri sunulmaktadır.

4.1. SMDG'nin İdeal Modeli

Bu çalışma kapsamında SMDG'nin ideal modeli için [25]'te verilen matematiksel eşitlikler kullanılmıştır. [25]'te SMDG'nin matematiksel modeli çıkarılarak, farklı yük altında elde edilen sonuçlar deneysel olarak doğrulanmıştır. Matematiksel denklemler ile karakterize edilen 3-faz düzenli-düzensiz gerilim

benzetim çalışmalarında kullanılmak üzere Matlab/Simulink ortamında modellenmiştir. Tasarımda stator ile dikey hareket eden translator arasında kalan aktif bölge dikkate alınmamıştır.

Doğrusal bir jeneratörde, manyetik akı (Φ) translator üzerinde yer alan sabit mıknatıslar tarafından üretilmektedir. Sabit mıknatıslarda indüklenen bu akının sinüzoidal bir yapıya sahip olduğu düşünülebilir. Bu durumda manyetik akı eşitliği aşağıda verilen denklemle ifade edilebilir [25].

$$\Phi = \Phi_0 \sin(kx + \theta) \quad (12)$$

Yukarıda verilen eşitlikte sıra ile (Φ_0) manyetik akının genliği, (k) dalga numarası ($k = 2\pi/\lambda$), (x) translator mesafesi ve (θ) faz kayması olarak sembolize edilmiştir.

Manyetik akının zamana göre değişimi ($d\Phi/dt$), translator mesafesinin zamana göre yer değişimine (dx/dt) bağlıdır. Dolayısıyla akının değişimi (13)'te gösterildiği gibi yazılabilir [25].

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{2\pi}{\lambda} \Phi_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x + \theta\right) \frac{dx}{dt} \quad (13)$$

Faraday yasasına göre (N) sarımlı bir bobinde indüklenen gerilimin ifadesi, akının zamana göre değişiminin bir fonksiyonu olarak (14)'te verilen eşitlik kullanılarak ifade edilebilir.

$$V = -N \frac{d\Phi}{dt} \quad (14)$$

(13)'te verilen eşitlik, (14)'te yerine koyulursa, SMDG'de indüklenen gerilime ait matematiksel ifade aşağıda verilen eşitlik ile elde edilmektedir [25].

$$V = -\frac{2\pi}{\lambda} N\Phi_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x + \theta\right) \frac{dx}{dt} \quad (15)$$

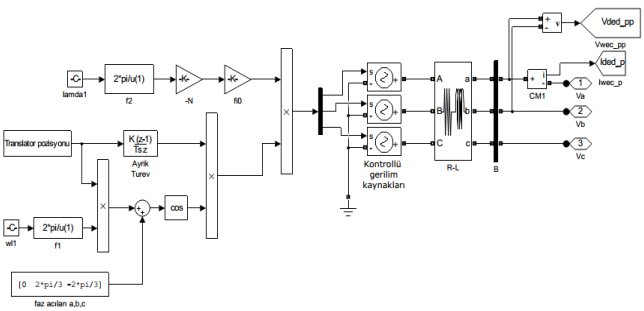
Sonuç olarak 3-faz bir generatör için faz kaymalarının da (θ = [0 2π/3 -2π/3]) dikkate alındığı 3-faz gerilim eşitliği aşağıda verilmektedir.

$$V_a = -\frac{2\pi}{\lambda} N\Phi_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right) \frac{dx}{dt} \quad (16)$$

$$V_b = -\frac{2\pi}{\lambda} N\Phi_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x + \frac{2\pi}{3}\right) \frac{dx}{dt} \quad (17)$$

$$V_c = -\frac{2\pi}{\lambda} N\Phi_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{2\pi}{3}\right) \frac{dx}{dt} \quad (18)$$

Dalga enerji dönüştürücüsünde indüklenen 3-faz düzenli ve düzensiz gerilim yukarıda verilen eşitlikler yardımıyla benzetim ortamında modellenmiştir. Modele ait Matlab/Simulink gösterimi Şekil 5'te verilmektedir. Gelecek başlıklarda benzetim ortamında elde edilen sonuçlar, deneysel düzenekten elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılarak tartışılmaktadır.



Şekil 5. DED benzetim modeli

4.2. SMDG'nin Dinamik Modeli

SMDG mekanik olarak doğrusal hareket yapsa da, elektriksel eşdeğer devresi sabit mıknatıslı senkron jeneratör (SMSG) ile hemen hemen aynıdır [26]. Aradaki en temel fark rotorun hareketidir. SMSG'de döner hareket yapan rotor varken, SMDG'de rotor yerine doğrusal hareket eden translator vardır. Döner bir makinada mekanik açı, açısal hıza bağlı iken, doğrusal jeneratörde mekanik açı, doğrusal hıza bağlıdır [27]. Ayrıca, tork ve kuvvet eşitliklerinde bazı farklılıklar vardır. Jeneratöre ait dinamik dq-eksen eşitlikleri aşağıda verilmektedir [28].

$$\frac{d\lambda_{sd}}{dt} = V_{sd} - R_s i_{sd} + \omega_m \lambda_{sq} \tag{19}$$

$$\frac{d\lambda_{sq}}{dt} = V_{sq} - R_s i_{sq} - \omega_m \lambda_{sd} \tag{20}$$

$$\lambda_{sq} = L_s i_{sq} \tag{21}$$

$$\lambda_{sd} = L_s i_{sd} + \lambda_{SM} \tag{22}$$

Yukarıda verilen eşitliklerde, V_{sd} ve i_{sd} d-eksen gerilimini ve akımını, V_{sq} ve i_{sq} q-eksen gerilimini ve akımını, R_S sargı direncini, λ_{SM} sabit mıknatıslar tarafından üretilen akıyı, w_m elektriksel açı frekansını sembolize etmektedir. (21) ve (22)'de verilen eşitlikler, (19) ve (20)'de yerlerine koyulursa, (dq)-eksen gerilimleri aşağıda verilen eşitlikler ile ifade edilebilir.

$$\frac{d(L_{sd} i_{sd} + \lambda_{SM})}{dt} = V_{sd} - R_s i_{sd} + \omega_m L_s i_{sq} \tag{23}$$

$$L_{sq} \frac{di_{sq}}{dt} = V_{sq} - R_s i_{sq} - \omega_m L_s i_{sd} \tag{24}$$

5. Değerlendirmeler ve Sonuçlar

Dalga enerjisi son yıllarda artan bir hızla dikkatleri üzerine çekmektedir. Hızla gelişen teknoloji, dalga enerjisinden elektrik üretimini gün geçtikçe kolaylaştırmakta, bu durum da maliyetlerin düşmesine yol açmaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde etkin bir şekilde kullanılması amacıyla yapılan çalışmalar genelde iki kategoride toplanmaktadır. Bunlar türbin-jeneratör tasarımı ve güç düzenleyicilerdir. Deniz dalgasındaki düzensizlik ve belirsizlikler nedeniyle üretilen güçte süreklilik sorunları meydana gelmektedir. Güç düzenleyiciler kullanılarak hem üretilen güç kullanılabilir biçime getirilmekte hem de süreklilik sorunlarına çözüm aranmaktadır. Yapılan çalışmalarda türbin modellerinin yanı sıra sağlıklı şebeke bağlantısı için güç elektroniği dönüştürücü modelleri de geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışma ile dalga enerjisi konusunda çalışacak araştırmacılara genel bilgiler sunulmuştur. Verilen başlık altında düzenli ve düzensiz dalga karakteristikleri ve bu karakteristiklere ait tanımlar, dalga enerji spektrum çeşitleri, laboratuvar ortamında incelenen jeneratörün elektriksel ve ideal modelleri tanıtılmıştır.

Kaynaklar

[1]. Y.M.C. Delaure, A. Lewis, "3D hydrodynamic modelling of fixed oscillating water column wave power plant by a boundary element methods", Ocean Engineering, 30 (2003) 309-330.

[2]. S.G. Siegel, "Wave radiation of a cycloidal wave energy converter", Applied Ocean Research, 49 (2015) 9-19.

[3]. S. Zheng, Y. Zhang, "Theoretical modelling of a new hybrid wave energy converter in regular waves", Renewable Energy, 128 (2018) 125-141

[4]. M.J. Khan, G. Bhuyan, M.T. Iqbal and J.E. Quaicoe, "Hydrokinetic energy conversion systems and assessment of horizontal and vertical axis turbines for river and tidal applications: A technology status review", Applied Energy, 86 (2009) 1823-1835.

[5]. T. A. E. Ahmed, A. F. Zobaa, "Offshore power conditioning system connecting arrays of wave energy converters to the electric power grid", 8th International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management (APSCOM 2009), Hong Kong, China, 8-11 Nov. 2009.

[6]. F. Wu, vd. "Modeling, Control Strategy, and Power Conditioning for Direct-Drive Wave Energy Conversion to Operate With Power Grid", April 2013, Proceedings of the IEEE 101(4):925-941.

[7]. Z. Nie, P. Clifton, Y. Wu, R. A. McMahon, "Emulation and power conditioning of outputs from a Direct Drive Wave Energy Converter", 2008 IEEE International Conference on Sustainable Energy Technologies, pp. 1129-1133.

[8]. E. Ozkop, I. H. Altas and Adel M. Sharaf, "A Novel Switched Power Filter-Green Plug (SPF-GP) Scheme for Wave Energy Systems", Renewable Energy, Volume 44, August 2012, Pages 340-358.

[9]. E. Şahin, İ.H. Altaş, "FPA Tuned Fuzzy Logic Controlled Synchronous Buck Converter for a Wave/SC Energy System", Advances in Electrical And Computer Engineering, vol.17, pp.39-48, 2017.

[10]. E. Şahin, İ.H. Altaş, "Optimized fractional order control of a cascaded synchronous buck-boost converter for a wave-UC hybrid energy system", Electrical Engineering, vol.1, pp.1-13, 2017.

[11]. B. Godfrey, "Renewable energy; power for sustainable future", Oxford University Press 2nd edition, 2004.

[12]. R.M. Sorensen, "Basic coastal engineering", Springer Science & Business Media; 2005.

[13]. P.T. Jacobson, G. Hagerman ve G. Scott, "Mapping and assessment of the United States ocean wave energy resource", Electric Power Research Institute Report; 1 Aralık 2011.

[14]. M.H. Moeini ve A. Etemad-Shahidi, "Application of two numerical models for wave hindcasting in Lake Erie", Applied Ocean Research, 29, (2007) 137-145.

[15]. W.J. Pierson ve L. Moskowitz, "A proposed spectral form for fully developed seas based on the similarity theory of S.A. Kitaigorodskii", Journal of Geophysical Research, 69, (1964) 5181-5191.

[16]. K. Hasselmann, vd. "Measurements of wind wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP)", Ergnzungsheftzur Deutschen Hydrographischen Zeitschrift Reihe. Deutsches Hydrographisches Institute, Hamburg, Germany, 1973.

[17]. N. Yin Yeo ve P. Soo-Hong, "Analysis and Realization of Ocean Wave Surface by Utilizing Matlab", Journal of the Korea institute of electronic communication sciences, 5, 3 (2010) 281-287.

[18]. A. Akpınar, G.P. Van Vledder, M.İ. Kömürcü ve M. Özger, "Evaluation of the numerical wave model (SWAN) for wave simulation in the Black Sea", Continental Shelf Research, 50 (2012) 80-99.

[19]. I.R. Warren ve H. Bach, "MIKE 21: a modelling system for estuaries, coastal waters and seas", Environmental Software, 7, 4 (1992) 229-240.

[20]. H.L. Tolman, "A third-generation model for wind waves on slowly varying, unsteady and inhomogeneous depths and currents", Journal of Physical Oceanography, 21 (1991) 782-797.

[21]. N. Booij, L.H. Holthuijsen ve R.C. Ris, "A third-generation wave model for coastal regions: 1. Model description and validation", Journal of Geophysical Research, 104, C4 (1999) 7649-7666.

[22]. R.C. Ris, L.H. Holthuijsen ve N. Booij, "A third generation wave model for coastal regions: 2. Verification", Journal of Geophysical Research: Oceans,104, C4 (1999) 7667-7681.

[23]. S.H. Salter, "Wave power", Nature, 249, 5459 (1974) 720-724.

[24]. A. Akpınar, M.İ. Kömürcü, M. Özger ve M. Kankal, "Dalga Simülasyonu için Karadeniz'de Swan Uygulaması", 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Kasım 2011, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 269-279.

[25]. Y. Hong, vd. "Linear generator-based wave energy converter model with experimental verification and three loading strategies", IET Renewable Power Generation, 10, 3 (2016.) 349-359.

[26]. R. Krishna vd. "Analysis of linear wave power generator model with real sea experimental results", IET Renewable Power Generation, 7, 5 (2013) 574-581.

[27]. A.H. Vander Meulen, "Novel control of a permanent magnet linear generator for ocean wave energy applications", Yüksek Lisans Tezi, Oregon State Üniversitesi, 2007.

[28]. N. Mohan, "Advanced electric drives: analysis, control, and modeling using MATLAB/Simulink", John wiley & sons Ltd. publication, 2014.

FOSİL YAKITLARDAN YENİLENEBİLİR ENERJİYE

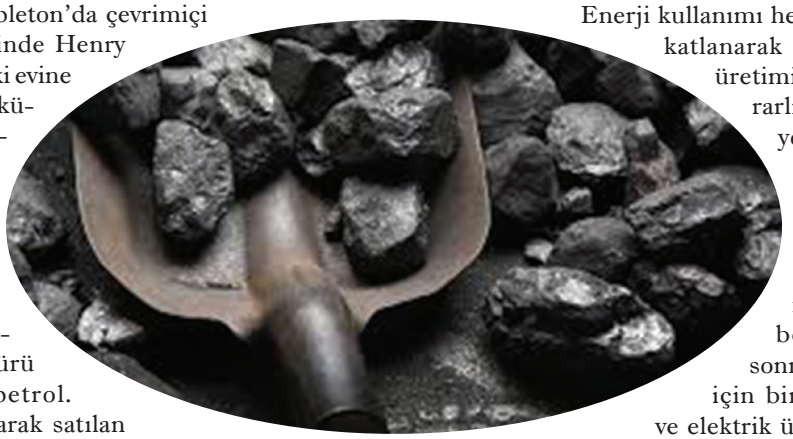
Prof. Dr. Tanay Sıdkı Uyar
EUROSOLAR Türkiye Yenilenebilir Enerji Birliği Başkanı
Marmara Üniversitesi Enerji Ana Bilim Dalı Başkanı
EMO Enerji Komisyonu üyesi
tanaysidkiuyar@outlook.com

Sanayi devriminden önce, insanların enerji ihtiyaçları sınırlıydı. Isı için güneşe bağımlıydılar ve güneşin yetersiz kaldığı durumlarda odunu, samanı ve kurumuş atıkları yaktılar. Taşıma için, atların kasları ve yelkenlerdeki rüzgârın gücü insanları dünyanın her köşesine götürdü. Hayvanları kendilerinin yapamayacağı işleri yapmak için kullandılar. Su ve rüzgâr gücünden yararlandılar.

Buharın gücünü kullanma yeteneğine dayanan basit makineler, bazı kaynaklara göre eski İskenderiye de tasarımlanmıştı. Thomas Newcomen ve James Watt'ın 1700'lerin ortalarında önemli uyarlamaları modern buhar makinesini doğurdu ve pek çok imkân yarattı. Buhar motoru 18. yüzyılda önemli ölçüde gelişti. İngiltere ve Appalachia madenlerinden elde edilen kömürle çalışan tek bir buhar motoru, düzinelerce atın işini yapabildi.

Rüzgardan ve sudan daha elverişli ve atlarla dolu ahırdan daha az pahalı olan buhar motorları kısa sürede lokomotiflere, fabrikalara ve çiftlik aletlerine güç vermeye başladı. Kömür ayrıca binaları ısıtmak ve demiri çeliği eritmek için kullanıldı. 1880'de, kömür dünyanın ilk elektrik jeneratörüne bağlı bir buhar motorunu çalıştırdı. Thomas Edison'un New York City'deki fabrikası, Wall Street finansörlerine ve New York Times'a ilk elektrik ışığını sağladı.

Sadece bir yıl sonra, dünyanın ilk hidroelektrik santrali Wisconsin, Appleton'da çevrimiçi oldu. Birkaç yıl içinde Henry Ford, Michigan'daki evine enerji vermek için küçük bir hidroelektrik santrali inşa etmesine yardım etmesi için arkadaşı Edison'u işe aldı.



1800'lerin sonunda yeni bir yakıt türü ortaya çıkmıştı: petrol. Başlangıçta ilaç olarak satılan petrol, balina yağı endüstrisi azaldıkça aydınlatma için değerli bir ürün haline geldi. Yüzyılın başlarında, benzine işlenen petrol içten yanmalı motorları ateşlemeye başladı.

Arabalar Henry Ford Model T'si için seri üretim yöntemini mükemmel hale getirene kadar zengin bir adamın oyuncağıydı. İlginçtir ki, elektrikli arabalar aynı zamanda zengin kadınların bir oyuncağıydı. Benzinli otomobiller elektrikli yol vericileri benimsediğinde, üstün menzili hızla elektriği piyasaya çıkardı.

Çağın bir başka önemli buluşu, sürücüyü yere, önceki bisikletlerden daha aşağıya indiren, aynı boyutta iki tekerleği olan güvenlik bisikletiydi. John Dunlop tarafından icat edilen pnömatik lastik, parke taşı ve toprak yollarda daha rahat bir sürüş yaptı ve bisiklet kullanımı 1890'larda bir saplantı haline geldi.

Enerji Kullanımının Artışı

Düşük maliyetli otomobil ve elektriğin yayılmasıyla birlikte toplumların enerji kullanımı değişti. Santraller büyük kömür santralleri ve hidroelektrik barajlarına kadar büyüdü. Elektrik hatları şehirler arasında yüzlerce kilometre uzadı ve Büyük Buhran sırasında kırsal alanlara elektrik getirdi. Ucuz araba banliyöleri mümkün kıldı, bu da ucuz arabaları gerekli kılarak banliyölerin genişlemesine neden oldu.

Enerji kullanımı her 10 yılda bir ikiye katlanarak hızla arttı. Enerji üretiminin maliyeti istikrarlı bir şekilde düşüyordu ve enerjinin verimli kullanımı önemli değildi.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra nükleer güç serbest bırakıldıktan sonra, "barışçıl atom" için bir ev sahibi arandı ve elektrik üretimine başlandı.

ABD'de 200'ün üzerinde nükleer enerji santrali planlandı ve bu elektrik enerjisinden yararlanmak için elektrikli ısıtma sistemleri inşa edildi.

Benzin kullanımı da denetlenmedi. Otomobiller 1950'lerde ve 1960'larda çoğaldı ve ağırlaştı. 1970 yılına gelindiğinde, bir Amerikan otomobili 1 litre benzin ile 5 km yol alabiliyordu.

Büyük Enerji Kazası

1973'te, Arap-İsrail Savaşı'nda ABD'nin İsrail'e verdiği destek, petrol üreten ülkelerin ABD'ye ve diğer batı ülkelerine petrol tedarik etmeyi durdurmasına yol açtı. Bir gecede, petrol fiyatları üçe katlandı. 1979 yılında, İran Şahı Ayetullah Humeyni tarafından zorlandığında, petrol fiyatları birkaç hafta içinde yüzde 150 artarak tekrar yükseldi. Sürücüler benzin almak için benzin istasyonlarında kuyruklar oluşturdu ve Başkan Carter, enerjinin korunmasının "savaşın ahlaki eşdeğeri" olduğunu ilan etmek için televizyona çıktı. 1980 yılında, bir petrol varilinin ortalama fiyatı neredeyse 45 dolardı.

Şah'ın düşmesinden sadece üç ay sonra, Three Mile Island nükleer enerji santrali bir dizi mekanik arıza ve operatör hatalarından sonra kısmi bir erime yaşadı. Yıllarca nükleer bir kazanın gerçekleşemeyeceğini duyduktan sonra Amerikan halkı şok oldu. Kaza travması, kriz duygusuna eklendi.

Ancak Three Mile Adası'ndaki kaza, nükleer endüstrinin canını sıkan uzun bir problem sırasındaki en son olaydı. Yeni tesis siparişleri, milyarlarca dolarlık maliyet aşımları, yüksek enflasyon ve enerji tasarrufunun erken etkileri nedeniyle elektrik talebindeki yavaşlama nedeniyle çoktan durmuştu. 1978'den sonra yeni bir santral sipariş edilmedi ve 1973'ten beri sipariş edilenler iptal edildi.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Alternatif Enerji

Yenilenebilir Enerjinin iklim değişikliği ile mücadelede çözümün parçası olmasının temel nedeni, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel ısınmaya katkıda bulunan karbondioksit ve diğer sera gazları yaymamasıdır.

Temiz enerji yeşil olmasının ötesinde yerli istihdam yaratıyor, elektrik şebekelerini daha esnek hale getiriyor, gelişmekte olan ülkelerde enerjiye erişimi genişletiyor ve enerji faturalarının düşürülmesine yardımcı oluyordu. Bu faktörlerin tümü son yıllarda yenilenebilir bir enerji rönesansına katkıda bulunmuş, rüzgâr ve güneş enerjisi elektrik üretiminde yeni rekorlar kırmıştır.

Düşük maliyetli otomobillerin ve elektriğin yayılmasıyla birlikte toplumların enerji kullanım biçimleri de değişti. Büyük kömür santralleri ve hidroelektrik barajları kuruldu. Elektrik hatları, şehirler arasında yüzlerce kilometre boyunca uzandı.

Son 150 yıldır insanlar, ampullerden arabalara ve fabrikalara kadar her şey için büyük ölçüde kömür, petrol ve diğer fosil yakıtlara güveniyorlardı. Böylece fosil yakıtların her yerde kullanılıp yakılmasından salınan sera gazları tarihsel olarak yüksek seviyelere ulaştı.

Sera gazları, atmosferde güneşten gelen ısıyı hapsederken, yüzeydeki ortalama sıcaklıklar artmaktadır. Küresel ısınma, iklim değişikliğinin bir belirtisidir; bilim insanları artık gezegenimizin hava ve iklim sistemlerini etkileyen karmaşık değişimleri tanımlamayı tercih ediyorlar. İklim değişikliği, sadece ortalama sıcaklıkları değil, aynı zamanda aşırı hava olaylarını, vahşi yaşam popülasyonlarını ve habitatlarını, yükselen denizleri ve bir dizi diğer etkiyi de değiştirerek yaşanmaktadır.

Tabii ki, herhangi bir enerji kaynağı gibi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kendi kazanımları ve buna bağlı tartışmaları vardır. Yenilenebilir enerji sürekli olarak mevcuttur ve "neredeyse tükenmez"dir.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çeşitleri

Hidroelektrik: Yüzyıllar boyunca insanlar su akımını kontrol etmek için barajlar kullanarak nehir akıntılarının enerjisini kullanıyorlar. Su gücü, dünyanın önde gelen hidroelektrik üreticileri olan Çin, Brezilya, Kanada, ABD ve Rusya'da dünyanın en büyük yenilenebilir enerji kaynağıdır. Hidroelektrik, teorik olarak yağmur ve karla doldurulan temiz bir enerji kaynağı olsa da bazı dezavantajları da vardır.

Büyük barajlar nehir ekosistemlerini ve çevresindeki toplulukları tahrip ederek vahşi hayata zarar verebilir ve sakinleri yerlerinden edebilir.

Barajlar, suyu güç olarak kullanmanın tek yolu değil: Dünyanın dört bir yanındaki gelgit ve dalga enerjisi projeleri, okyanusun doğal ritimlerini yakalamayı amaçlıyor. Deniz enerjisi projeleri şu anda tahmini 500 megawatt güç üretiyor- tüm yenilenebilir enerjilerin yüzde birinden daha az- ancak potansiyel çok daha büyük. İskoçya'nın Saltire Ödülü gibi programlar bu alanda yeniliği teşvik etti.

Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretimi

İnsanlar binlerce yıldır rüzgâr enerjisi kullanıyor. Geleneksel Hollanda yeldeğirmenleri önemli bir örnektir. İnsanlar Nil Nehri boyunca tekneleri ilerletmek için M.Ö. 5000 kadar erken bir zamanda rüzgâr enerjisi kullandılar. M.Ö. 200'de Çin'de basit rüzgarla çalışan su pompaları, İran ve Orta Doğu'da da sazlık bıçaklı yel değirmenleri tahıl öğütüyordu.

Rüzgâr enerjisini kullanmanın yeni yolları sonunda dünyaya yayıldı. 11. yüzyılda Orta Doğu'daki insanlar, gıda üretimi için yoğun olarak rüzgâr pompaları ve yel değirmenleri kullanıyorlardı. Tüccarlar ve Haçlılar, rüzgâr teknolojisini Avrupa'ya getirdi. Hollandalılar Ren Nehri Deltası'ndaki gölleri ve bataklıkları boşaltmak için büyük rüzgâr pompaları geliştirdi. Avrupa'dan gelen göçmenler sonunda rüzgâr enerjisi teknolojisini Batı Yarımküre'ye götürdü.

1970'lerin petrol kıtlığı, ABD'de ve diğer ülkelerdeki enerji ortamını değiştirdi. Petrol kıtlığı, elektrik üretmek için rüzgâr enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarını kullanma yollarının geliştirilmesine ilgi yarattı. 1980'lerin başında sadece Kaliforniya'da binlerce rüzgâr türbini kuruldu.

Amerikalı kolonistler, tahıl değirmenlerini öğütmek, su pompalamak ve bıçkı fabrikalarında odun kesmek için yel değirmenlerini kullandılar. Ev sahipleri ve çiftlik sahipleri, batı Amerika Birleşik Devletleri'ne yerleştikçe binlerce rüzgâr pompası kurdular. 1800'lerin sonlarında ve 1900'lerin başlarında, küçük rüzgâr enerjisi jeneratörleri (türbinler) de yaygın olarak kullanılmıştır.

Elektrik, 1930'larda kırsal alanlara iletildiğinde rüzgâr pompası ve küçük türbin kullanımı düşmeye başladı. Bununla birlikte, bazı çiftlikler hala hayvancılık için su sağlamak amacıyla rüzgâr pompalarını kullanmaktadır. Küçük rüzgâr türbinleri, özellikle uzak ve kırsal alanlarda elektrik sağlamak için tekrar yaygınlaşıyor. Petrol kıtlığı ve çevresel kaygılar nedeniyle rüzgâr enerjisi kullanımı arttı. 1970'lerin petrol kıtlığı ABD ve dünya için enerji ortamını değiştirdi. Petrol kıtlığı, elektrik üretmek için rüzgâr enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarını kullanma yollarının geliştirilmesine ilgi yarattı. ABD federal hükümeti, büyük rüzgâr türbinlerinin araştırılmasını ve geliştirilmesini destekledi. 1980'lerin başında, çoğunlukla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik eden federal ve eyalet politikaları nedeniyle Kaliforniya'da binlerce rüzgâr türbini kuruldu.

1990'larda ve 2000'lerde, ABD'de federal hükümet çevre sorunlarının çözümü için yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanma konusunda teşvikler oluşturdu. Rüzgâr türbinlerinin maliyetini azaltmaya yardımcı olmak için araştırma ve geliştirme fonları sağladı ve rüzgâr enerjisi projeleri için vergi ve yatırım teşvikleri sundu. Bu politika ve programlar, rüzgâr türbinlerinin sayısında ve rüzgâr enerjisinden üretilen elektrik miktarında bir artışa neden oldu.

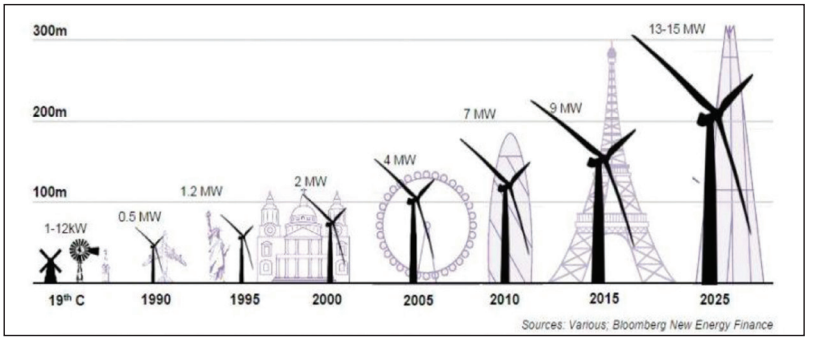
2017 yılında, ABD elektrik üretiminin rüzgardan aldığı pay %6 civarına ulaştı. Avrupa'daki teşvikler, orada da büyük miktarda rüzgâr enerjisi kullanımına neden oldu. Çin Halk Cumhuriyeti rüzgâr enerjisine büyük yatırım yapıyor ve şimdi dünyanın en büyük rüzgâr enerjisi üretim kapasitesine sahip.

Güneş: Ev çatılarından, faydalı ölçekli çiftliklerdeki kullanımına kadar güneş enerjisi dünyadaki enerji piyasalarını yeniden şekillendiriyor. 2007 ve 2017 yılları arasındaki on yılda, fotovoltaik panellerle ilişkili dünyanın toplam kurulu enerji kapasitesi yüzde 4.300 arttı.

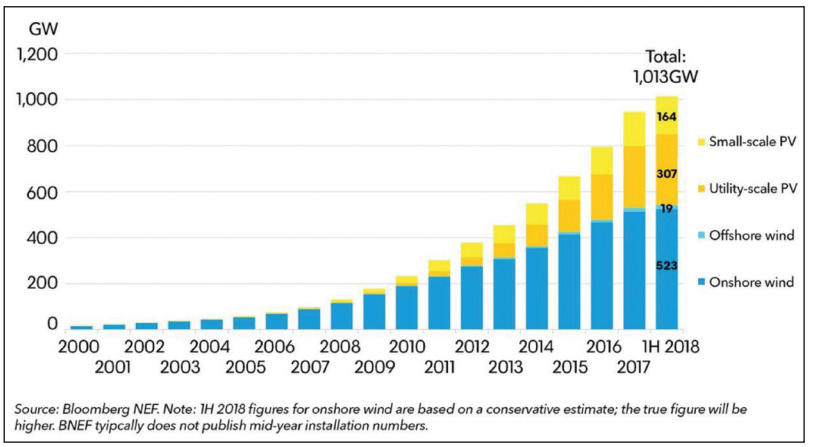
Güneş Enerjisi Termik Santralleri

Güneş termal enerji sistemleri, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi kullanır. Güneş termal enerji (elektrik) üretim sistemleri, elektrik üretmek için gereken yüksek ısıyı üretmek üzere güneş ışığını toplar ve yoğunlaştırır. Tüm güneş enerjisi sistemlerinde, iki ana bileşene sahip güneş enerjisi kolektörleri bulunur. Çoğu sistem tipinde, bir ısı transfer sıvısı alıcıda ısıtılır ve dolaştırılır ve buhar üretmek için kullanılır. Buhar enerjisi, elektrik üretmek için bir jeneratöre güç veren bir türbinde mekanik enerjiye dönüştürülür. Güneş termal enerji sistemleri, güneş gökyüzünde pozisyon değiştirdikçe gün boyunca güneş ışığını alıcıya odaklanmış tutan izleme sistemlerine sahiptir.

Güneş enerjisi sistemleri aynı zamanda, güneş kolektör sisteminin gün boyunca bir enerji depolama sistemini ısıtmasını sağlayan bir termal enerji depolama sistemi bileşenine sahip olabilir ve depolama sisteminden gelen ısı, akşamları veya bulutlu havalarda elektrik üretmek için kullanılır.



Şekil 1. Yükseklikler ve çıktılarına göre rüzgâr türbin teknolojilerindeki gelişme



Şekil 2. 30 Haziran 2018 itibarıyla Küresel rüzgâr ve güneş tesisleri toplam kapasitesi

Biyokütle: Biyokütle enerjisi, etanol ve biyodizel, odun ve odun atıkları, çöp alanlarındaki biyogaz ve belediye katı atıkları gibi biyoyakıtları içerir. Güneş enerjisi gibi, biyokütle de araçlara yakıt, binaları ısıtmak ve elektrik üretmek için kullanılabilecek esnek bir enerji kaynağıdır. Bilim insanları ve şirketleri, atık su çamurunu ve diğer biyokütle kaynaklarını enerjiye daha verimli bir şekilde dönüştürerek, aksi halde israf edilecek malzemeden değer elde etmeyi hedefleyen çalışmalar yürütüyorlar.

Jeotermal: Bazı ülkelerde yemek pişirmek ve ısıtmak için binlerce yıldır kullanılan jeotermal enerji, Dünya'nın iç ısısından kaynaklanmaktadır. Büyük çapta, yeraltı buhar ve sıcak su rezervleri, elektrik üretmek için 1 km derinliğinde veya daha derindeki kuyulardan çıkarılabilir. Daha küçük bir ölçekte, bazı binalarda ısıtma ve soğutma için sıcaklık farkları kullanan jeotermal ısı pompaları bulunur.

Yenilenebilir Enerjiyi Arttırmanın Yolları

Dünyanın dört bir yanındaki şehirler, eyaletler ve federal hükümetler, yenilenebilir enerjiyi arttırmaya yönelik politikalar oluşturuyor. ABD'de en az 29 eyalet yenilenebilir portföy standartları belirledi (yenilenebilir kaynaklardan belirli bir enerji yüzdesini elde etmeyi zorunlu kılan politikalar). Dünya çapında 100'den fazla şehir şimdi en az yüzde 70 yenilenebilir enerjiye sahip ve diğerleri de yüzde 100'e ulaşma taahhüdünde bulunuyor. Yenilenebilir enerji büyümesini teşvik edebilecek diğer politikalar arasında, karbon fiyatlandırması, yakıt ekonomisi standartları ve bina verimliliği standartları yer almaktadır. Şirketler de bir fark yaratıyor, 2018'de rekor miktarda yenilenebilir enerji satın alıyorlar.

Kaynaklar

https://www.nationalgeographic.com/environment/energy/reference/renewable-energy/

https://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/a-short-history-of-energy.html#.XGkrg-gzbIU

https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=solar_photovoltaics

https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=solar_thermal_power_plants

https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=wind_history

SAYISAL KARASAL TELEVİZYON

Özgür Coşar
Elektrik-Elektronik Mühendisi

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak, her sektörde, büyüklü küçüklü dönüşümler meydana geliyor. Televizyon yayınlarının dağıtımı da teknolojik gelişmelerden nasibini aldı. Ülkemizde televizyon yayınlarına ulaşım için kullanılan ortam büyük ölçüde uydudur. RTÜK'ün 2018 yılında yaptığı araştırmadaki verilere göre hanelerin %79'unda uydu, %13'ünde kablo, %9'unda dijital platform bağlantısı bulunmaktadır[1].

Avrupa Birliği üyesi ülkelerde televizyon yayınlarına erişimin nasıl olduğu ise, ülkeden ülkeye çok değişiklik göstermektedir[2]. Kimi ülkelerde uydu ve kablo, kimi ülkelerde kablo ve sayısal karasal, kimilerinde ise uydu ve sayısal karasal iki yöntem olarak ağırlık kazanmaktadır. Burada dikkat çekilmesi gereken, hiçbir ülkede tek yöntemin ağırlıklı olarak var olduğu bir modelin tercih edilmediğidir.

Sadece uydu şebekesine, bu kadar bağımlı olmanın doğurabileceği sakıncaların başında elbette yayın güvenliği gelmektedir. Yayınların verici istasyonlarına fiber kablolar kullanılarak iletildiği bir sayısal karasal televizyon yayını şebekesi, uydu bağımlılığı sorununu ve yayın güvenliği sorununu çözecektir.

Sayısal karasal televizyon yayınının uzun ve sancılı bir geçmişi var ülkemizde. DVB-T formatı ve MPEG 2 sıkıştırması kullanılarak yapılan ilk planlama, yıllar içerisinde DVB-T2 format ve MPEG 4 sıkıştırmasına, son olarak da DVB-T2 HEVC haline geldi. Bu kısaltmalar ne anlama geliyor, bunlardan bize ne diyebilirsiniz. Sizi/bizi ilgilendiren, bugün için, dünyadaki en gelişmiş sayısal karasal televizyon yayını şebekesi kurulabilir ülkemizde.

Analog karasal yayın, yani ülkemizde hâlen sürdürülmekte olan ve "kılçık anten" olarak adlandırılan çatı antenleri ile izlediğimiz, yayınların sayısallaştırılması olarak özetleyebileceğimiz bu dönüşüm, hem hanelere, yayınlara erişim için alternatif sundu hem de frekans bandının çok daha verimli kullanılmasına yol açtı. Karasal televizyon yayınları Ultra High Frequency (UHF)'nin 470-960 MHz bandını kullanıyor. Bu bant, mobil iletişim için de uygun olduğu için, analog yayınların sayısallaştırılarak, bandın üst bölümünden itibaren boşaltılması ve mobil iletişimcilere tahsisi, 2010'lu senelerin çok konuşulan konularından birisiydi. UHF bandının, öncelikle 800 MHz üzeri bandı, ardından da 700-800 MHz arası bandı mobil iletişim sektörüne bırakıldı. Avrupa'da sayısallaşma ile sağlanan UHF bandındaki kapasite, ülkemizde analog yayınların kapanması ile sağlandı.

Frekans bandının nasıl kullanılacağına karar verilen Dünya Radyoiletişim Konferansı'nın (World Radiocommunication Conference: WRC) 2015 yılında toplantısında alınan karara göre WRC 2023'te 470-960 MHz bandının tümünün kaderi yeniden belirlenecek[3]. Avrupa ülkeleri açısından, 2015 senesinde kurulumu tamamlanmış olan sayısal karasal şebekenin ekonomik kullanımı gerçekleşmiş olacak[4].

2018 yılının son günlerinde Radyo Televizyon Üst Kurulu tarafından yayınlanan yönetmelik ile DVB-T2, sayısal radyo ve FM frekansları için ihale düzenleneceği açıklandı. Yayınlanan yönetmeliğin tam adı: Karasal Yayın Lisansı ve Sıralama İhalesi Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik. Yönetmelik metnine RTÜK web sayfasındaki bağlantıdan erişebilirsiniz. Yönetmeliğe göre lisanslar 10 yıl süreliğine verilecek. İhale ilanı tarihi ile ihale tarihi arasında en az 70 gün olması, gene yönetmeliğin koşulları arasında yer alıyor. Bu yazının hazırlandığı Şubat 2019 sonu itibariyle henüz ihale ilanı yapılmadığı düşünüldüğünde, kulelerin inşa edilmesi ve şebekenin oluşturulması gibi işlerin tamamlanmasının, en iyimser tahmin ile 2020 ortalarını bulacağını varsayabiliriz. Bu durumda, 2023 yılında düzenlenecek WRC'de, frekans spektrumunun ne şekilde değerlendirileceğini bekleyip ona göre hareket etmek daha doğru olabilir.

Peki, bu durumda ne yapmalı?

Öncelikle konuyu, sektörün tüm temsilcileri, yani tüketici birlikleri, yayın kuruluşları, düzenleyici ve denetleyici kuruluşlar, cihaz üreticileri, üniversiteler ve meslek odalarının temsilcilerinin katılacağı bir forum/panelde değerlendirmek gerekiyor. Sayısal karasal televizyon yayıncılığı için DVB-T2 dışındaki seçenekler geliştirilebilir gibi görünüyor. Bugün için yayınlanmış standartlar arasında yer almasa bile 5G, sayısal karasal televizyon yayıncılığı için uygun bir alternatif sunabilir. ■

[1] RTÜK Televizyon İzleme Eğilimleri Araştırması-2018
[2] https://tinyurl.com/emodtt1
[3] https://tinyurl.com/emodtt
[4] https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/147487

KADIN KOMİSYONU ÇALIŞMALARI

Elektrik Mühendisleri Odası Kadın Komisyonu "Çalışma İlkeleri"ni 44. Dönem EMO Denizli Şube'de 12.12.2015 tarihinde gerçekleştirdiği toplantıda oluşturmuştur. Kadınların hayatın her alanında karşılaştıkları ayrımcılığa, eşitsizliğe ve baskıya karşı mücadelelerinde yol gösterici olacak, aralarındaki dayanışmayı artıracak, kendilerini güçlü hissettirecek bu ilkeler günün ihtiyacına göre kadınların kolektif aklıyla/kararıyla genişlemeye/değişmeye devam edecektir.

EMO KADIN KOMİSYONU ÇALIŞMA İLKELERİ

1- Kadın beyanı esastır.

2- Kadın mücadelesi özgün ve özerktir.

3- Kadın Komisyonu çalışmaları tüm kadın üyelerin katılımı ve katkısına açık olarak yürütülür.

4- Kadın çalışmalarında hiyerarşi yoktur, her kadın eşit söz hakkına sahiptir.

5- Eril sistemin dayattığı başkanlık algısı reddedilir. Uygulamada başkanlık yerine "dönem sözcülüğü" benimsenir.

6- "Dönem Sözcüsü" Kadın Komisyonu tarafından seçilir ve 6 ayda bir değişir.

7- Kararlar oy birliği ile alınır. Oy birliği sağlanamazsa ikna süreci işletir. Bunda başarılı olunamazsa, ikna edilemeyen üyelerin yol vermesi ile karar uygulanır.

8- Kadın temsiliyeti olmayan hiçbir organ, taban insiyatifini tam olarak yansıtamamaktadır. Her organda "eşit temsiliyet" savunulur.

9- Kadınlara yönelik "eşitleyici önlem" ilkesinin hayata geçirilmesine çalışılır.

10- Cinsiyetçilikle mücadele edilir. Bu alandaki şikayet ve dava konusu olaylar takip edilir.

11- Cinsiyet ayrımcılığına yönelik şikayetlerde "zaman aşımı" uygulaması reddedilir.

12- Örgüt organlarında yer alan kadınlarla iletişim ve dayanışma içerisinde olunur.

13- Kadın Komisyonu toplantıları yerellere yayılarak kadın üyeler arasındaki iletişim ve etkileşimin artırılması sağlanır.

14- TMMOB ilkelerine sahip çıkılır, zedelendiği her durumda meşru mücadele hakkı kullanılır.

İlkelerimizin hayata geçirilmesinin takipçisi olacağız.

EMO Kadın Komisyonu

HUKUK KÖŞESİ

Yargıdan Mesleki Denetime Onay

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) tarafından mesleki denetim kapsamında uygulanan disiplin cezalarına karşı açılan davalar, idare mahkemeleri tarafından hukuka aykırılık bulunmadığı gerekçesiyle reddediliyor. Mahkeme kararlarında, İmar Kanunu'ndaki "planların hazırlanması aşamasında oda onayının aranamayacağına" ilişkin düzenlemenin, iddia edilenin aksine "meslek odalarının üyelerinin faaliyetlerini denetleme yükümlülüğünü ortadan kaldırmadığı" vurgusu yapılıyor.

Elektrik Mühendisleri Odası'nın (EMO) mesleki denetim uygulamaları nedeniyle EMO ve TMMOB'a karşı açılan bazı davalar ve alınan kararlar şöyle:

• Ankara 9. İdare Mahkemesi, bir EMO üyesinin doğalgaz topraklama ölçümünü belirlenen asgari ücretin altında yaptığı gerekçesiyle hakkında uygulanan para cezasının iptali için açtığı davayı 2017/1529 esas ve 2018/2379 nolu karar ile 29 Kasım 2018 tarihinde reddetti. Mahkeme kararında, TMMOB Kanunu ve Disiplin Yönetmeliği ile EMO Serbest Müşavir Mühendislik Hizmetleri Yönetmeliği'nin mesleki denetim ile ilgili hükümleri anımsatıldı. Kararda, "davacı hakkında yapılan soruşturma sonucunda, davacının belirlenen en az ücretin altında ücret almak suretiyle haksız rekabete neden olacak davranışta bulunduğu hususu sabit olduğundan, mevzuat hükmüne uygun olarak tesis edilen dava konusu disiplin cezasında hukuka aykırılık bulunmadığı" belirtildi.

Davacının Anayasa ve yasalarda meslek birlikleri ve bağlı odalara mesleki denetim konusunda verilmiş hiçbir yetki bulunmadığı ve yönetmelikle böyle bir yetki düzenlenemeyeceği iddiası ile açmış olduğu davada mahkeme kararında;

"Anayasanın, 'Yönetmelikler' başlıklı 124. Maddesinde; başbakanlık, bakanlıklar ve kamu tüzel kişiliklerinin, kendi görev alanlarını ilgilendiren kanunların ve tüzüklerin uygulanmasını sağlamak üzere ve bunlara aykırı olmamak şartıyla yönetmelikler çıkarabileceği, 'Kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşları' başlıklı 135. Maddesinde de; kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşları ve üst kuruluşlarının, belli bir mesleğe mensup olanların müşterek ihtiyaçlarını karşılamak, mesleki faaliyetlerini kolaylaştırmak, mesleğin genel menfaatlere uygun olarak gelişmesini sağlamak, meslek mensuplarının birbirleri ve halk ile olan ilişkilerinde dürüstlüğü ve güveni hakim kılmak üzere meslek disiplini ve ahlakını korumak maksadı ile kanunla kurulan ve organları kendi üyeleri tarafından kanunda gösterilen usullere göre yargı gözetimi altında, gizli oyla seçilen kamu tüzelkişilikleri olduğu, hükmüne yer verilmiştir." denildi.

TMMOB ve EMO'nun mevzuatı uyarınca kuruluş amaçlarının sıralandığı kararda, "Kamu kurumu niteliğindeki meslek odalarının; gerek üyelerinin gerekse de soyut olarak mesleğin onurunu ve mesleki disiplini korumak, mesleğin gelişimini sağlamak, mesleğin icrasında uyulacak ilke ve kuralları saptamak hususlarında görev ve yetki sahibi olduğu tartışmasızdır" görüşü dile getirildi.

TMMOB Yasası'nın 2. Maddesi b fıkrası uyarınca meslek odalarının, meslek mensuplarının müşterek ihtiyaçlarını karşılamak, mesleki faaliyetlerini kolaylaştırmak, mesleğin yerel menfaatlere uygun olarak gelişmesini sağlamak üzere meslek disiplinini ve ahlakını korumak için gerekli gördüğü

birtakım kuralları koyabileceği kaydedilen karara göre;

"Elektrik mühendisi unvan ve yetkisi ile mesleki faaliyette bulunulurken, mesleki davranış ilkelerine ve meslek etiğine uygun sürecin işletilmesi, kurumsal işleyişin ve bütünselliğin sağlanması gerekliliği nedeniyle Elektrik Mühendisleri Odasının, kamu kurumu niteliğinde meslek kuruluşu olmasından kaynaklanan mesleki faaliyetlerinden dolayı, üyeleri üzerinde mesleki denetim görev ve yetkisinin bulunduğu kuşkusuzdur. Dolayısıyla meslek odaları yukarıda yer alan yasal düzenleme uyarınca, mühendislik ve mimarlık mesleği mensuplarının, müşterek ihtiyaçlarını karşılamak, mesleki faaliyetlerini kolaylaştırmak, mesleğin genel menfaatlere uygun olarak gelişmesini sağlamak üzere meslek disiplinini ve ahlakını korumak için gerekli bir kısım ilkeler belirleyeceği açık olmakla, TMMOB ve bağlı odaların mesleki denetim yapmasında mevzuata ve hukuka aykırılık bulunmamaktadır. Bu nedenle davacının anılan iddiası yerinde görülmemiştir."

• Ürettiği mühendislik hizmetlerini, istendiği halde EMO denetimine sunmayan bir SMM üyeye uygulanan para cezasının iptali için açılan davaya bakan Ankara 2. İdare Mahkemesi de kararında aynı şekilde TMMOB ve EMO mevzuatına dikkat çekerek, elektrik mühendislerinin tüm hizmetlerini odanın mesleki denetiminden geçirmelerinin zorunlu olduğunu vurgulamıştır. Bu yükümlülüğün yerine getirilmemesi halinde uygulanacak yaptırımların da TMMOB Yasası ile kurala bağlandığı belirtilen kararda, şöyle denildi:

• "Ayrıca, İmar Kanunu'nun 8. Maddesindeki planların hazırlanması aşamasında oda onayının aranamayacağına ilişkin düzenlemenin meslek odalarının üyelerinin faaliyetlerini denetleme yükümlülüğünü ortadan kaldırmadığı açıktır. Nitekim, Danıştay İdari Dava Daireleri Kurulu'nun 04.11.2015 günlü ve E: 2015/1101 ve 30.12.2014 günlü ve E: 2014/869 sayılı kararlarıyla TMMOB'a bağlı oda üyeleri olan serbest meslek sahibi davacıların gerek mesleki denetim ücreti alınmasına ve yönetmelik hükümlerine gerekse projelerinin mesleki denetime sunulmaması nedeniyle haklarında düzenlenen disiplin cezalarına ilişkin açtıkları davalarda, Danıştay 8. Dairesinin yürütmenin durdurulması kararlarını kaldırarak mesleki denetimin disiplini sağlamaya yönelik bir denetim niteliğinde olduğu ve hukuka aykırı olmadığı belirtilerek davaların reddi yolunda kararlar vermiştir."

• Söz konusu gerekçelerle uygulanan disiplin cezasının hukuka aykırı olmadığı sonucuna varan Ankara 2. İdare Mahkemesi, 2017/2622 esas ve 2018/2042 karar no ile 26 Ekim 2018 tarihinde davanın reddedilmesine karar verdi.

• Yaptığı projeyi Oda onayından geçirmeyen bir üyeye uygulanan para cezasının iptali için açılan davaya bakan Ankara 13. İdare Mahkemesi de, 2017/3339 esas ve 2018/1925 nolu kararı ile aynı gerekçelerle 24 Ekim 2018 tarihinde başvuruyu reddetti.

• Yapı projelerinin mesleki denetime sunulmaması nedeniyle EMO tarafından uygulanan 3 ay meslekten men cezasının iptali için açılan davanın Ankara 8. İdare Mahkemesi'nce reddedilmesi üzerine yapılan istinaf başvurusunu görüşen Ankara Bölge İdare Mahkemesi 12. İdari Dava Dairesi, 2018/1113 esas ve 2018/1268 karar no ile istinaf başvurusunun esastan reddine karar vermiş olmakla, Ankara 8. İdare Mahkemesi kararı kesinleşmiş oldu.

• Ankara Bölge İdare Mahkemesi 12. İdari Dava Dairesi, yine EMO'nun uyguladığı başka bir para cezasının iptali istemini reddeden Ankara 9. İdare Mahkemesi'nin kararına karşı yapılan istinaf başvurusunu da 2018/1824 esas ve 2018/1829 nolu kararı ile 11 Aralık 2018 tarihinde esastan reddetti.

EMO'nun, kamu kurumu niteliğinde meslek kuruluşu olmasından kaynaklanan mesleki faaliyetlerinden dolayı, üyelerin üzerinde mesleki denetim görev ve yetkisinin bulunduğu kuşkusuzdur. Dolayısıyla meslek odalarının yasal düzenleme uyarınca, mühendislik ve mimarlık mesleği mensuplarının ortak ihtiyaçlarını karşılamak, mesleki faaliyetlerini kolaylaştırmak, mesleğin genel menfaatlere uygun olarak gelişmesini sağlamak üzere meslek disiplinini ve ahlakını korumak için gerekli bir kısım ilkeler belirleyeceği açıktır.

ODAMIZIN TARİHİNDEN

Ne Söylemiştik?

Hazırlayan: Nurcan Bircan Yayla

"Uzmanlık alanında ülke çıkarlarına uygun politikalar üreterek bunları savunmak, kamuoyu oluşturmak, ilgilileri uyarmak", Ana Yönetmeliğimizde belirtilen temel görevlerimizden biri. TMMOB, bağlı diğer odalar ve EMO, tren kazaları, demiryollarının özelleştirilmesinin yanlışlığı, uygulama hataları, eksiklikler vb. hakkında defalarca yazmış, çizmiş, basın açıklamaları yapmış, raporlar, kitaplar, dergiler, bültenler ve düzenlediği etkinliklerle ilgilileri uyarmış, çözüm önerilerini belirtmiştir.

Bunlardan sadece biri olan ve 22 Temmuz 2004'teki büyük Pamukova tren faciası sonrası EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni'nde yayınlanan yazıyı aşağıda paylaşıyoruz.

30 Ocak 2008 tarihinde yaptığımız basın açıklamasında söylediğimizi tekrarlıyoruz:

"Bilim ve teknik ile mühendisliğe karşı inat etmenin getirdiği yer, ölümlü kazalardır."

Hızlandırılmış Kara Tren...

Kahraman Yapıcı
Kahraman.yapici@emo.org.tr

Hızlı trenler bir ülkede 300 kilometrelere varan hızlarıyla güven içinde kullanılıyor. En fazla bu hızın yarısı kadar bir hızla gidebilen "bizim" hızlandırılmış trenimiz ise Sakarya'da 130 kilometre hızla yol alırken, raydan çıktı. Başbakan Tayyip Erdoğan'ın da katıldığı 4 Haziran'da büyük bir şovla ve "Kara Tren" türküsü eşliğinde sefere başlattığı hızlı tren gerçekten de "kara tren" oldu. "... Kara tren gecikir belki hiç gelmez. Gam dolar yüreğim hasretim dinmez..." 5 saatte değil, keşke gecikseydi de...

Kazanın hemen ardından Anadolu Ajansı, yetkililere dayanarak ölü sayısını 139 olarak açıkladı. Sağlık Bakanlığı Müsteşarı Necdet Ünüvar kazada 139 yolcunun öldüğünü bildirdi. Dünyanın bütün ajansları haberi böyle ve "acil" koduyla geçtiler.

Sabaha doğru Sağlık Bakanlığı ölü sayısını, 39'a düşürdü. Gerekçeleri ise basitti: "tek tek ceset torbalarında bulunan vücut parçalarını da birer kişi olarak saymışız". Sevinsek mi, üzülsek mi bilemedik. Sağlık Bakanlığı neden önce 139 yolcuyu öldürüp sonra 100'ünü diriltti? Bu nasıl bir skandaldır?

Makinistler Görevi İstemedi

Hızlandırılmış trenden önce makinistler limitleri geçerse ceza kesiliyordu. Ancak hızlandırılmış trende limitleri yüzde 10 aşma hakkı tanındı. Yani makinist 80 km hızlı girmesi gereken viraja 88 km hızla girme hakkına sahipti. Hızlandırılmış tren için başlangıçta Ankara ve İstanbul'dan 10'ar makinist görevlendirildi. Ancak hepsi de son derece deneyimli olan bu makinistler riskli olduğu için hızlı treni istemedi. Dolayısıyla kaza günü ilk kez uygulanan bir yöntemle "turnike" sistemine geçildi. 65 makinistin nöbetleşe hızlandırılmış treni kullanması istendi. O gün hızlı treni kullanan makinist ilk kez bu sefere çıkıyordu.

Uyardık, Dinlemediler!

Birleşik Taşımacılık Çalışanları Sendikası, Elektrik Mühendisleri Odası, Makina Mühendisleri Odası, İnşaat Mühendisleri Odası kazadan sonraki ilk gün ortak bir basın toplantısı düzenleyerek "defalarca uyardık, dikkate almadılar" diye feryat ettiler. "Beni demiryolu ile anacaklar" diyen Başbakanı, "Yapılan uyarıları dikkate aldık ve gerekenleri yaptık" diyen Ulaştırma Bakanı ve bilimden uzak uygulamaları ısrarla uygulayan ve oluşan kazaları "kadere ve kazaya karşı gelinmez" sözleriyle değerlendiren TCDD

Genel Müdürü ve diğer yetkilileri, sorumluluk alıp, istifa etmeye çağırdılar.

Ne Yazık ki "İnekler" Haklı Çıktı

Haydarpaşa ve Ankara Garı'nda hızlandırılmış tren projesini eleştirenlerin "ineğe" benzetildiği dev karikatür kazanın ardından da bir süre daha asılı kaldı. Afişte projeyi eleştirenler (inekler) mahkeme kürsüsünün önünde duruyordu ve savcı, "Bu sanıklar rahat seyredemeyeceğiz diye hızlandırılmış tren projesini engellemeye çalışıyorlar sayın hâkim" diyordu. Bilim insanlarının ineğe benzetildiği afiş, TCDD'nin kimlere emanet edildiği konusunda soru işaretleri yarattı.

Başbakan Azarlıyor!

Kazanın ayrıntıları ve uzmanların konuya ilişkin görüşlerinin ortaya çıkmasının ardından, gazeteciler Başbakan Tayip Erdoğan'a "Tren kazasından dolayı Ulaştırma Bakanı ve sorumlular hakkında tasarrufunuz olacak mı?" diye sordular. Başbakanın yanıtı oldukça sert ve azarlayıcıydı: "Haddinizi bilerek soru sorun. Bugüne kadar Türkiye'de bu tür kazalarda hep hükümetler mi istifa etmiş, hep bakanlar mı görevden alınmış."

Kazanın ardından tren şefi ile birlikte gözaltına alınan iki makinist kaza sırasında talimatlara uygun hızda seyrettiklerini açıkladılar. Mahkemeye çıkartılan makinistler tutuklanarak, cezaevine gönderildi.

Seferler Durduruldu

Kaza öncesi hızlandırılmış tren projesine ilişkin teknik destek almayan TCDD yönetimi kaza sonrasında Almanya, Hollanda, Güney Kore ve İspanya'dan inceleme yapmak üzere uzmanlar davet etti. Kazayı araştırmak üzere bilim adamlarından oluşan bir başka heyet oluşturuldu. Kurulda YTÜ öğretim üyesi Prof. Dr. Aydın Erel, İTÜ Ulaştırma Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. İnal Seçkin, Süleyman Demirel Üniversitesi Ulaştırma Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Mustafa Karaşahin ve Işık Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Metin Başaran görev alıyor. "Bilim Kurulu"na başkanlık eden Prof. Dr. Sıddık Yarman, 3 ay sürecek inceleme sonunda kazanın nedenlerinin ortaya çıkacağını belirterek, bu süre içinde hızlandırılmış tren seferlerine ara verildiğini açıkladı. TCDD Müdür Vekili Erol İnal ise hızlandırılmış tren projesinin durdurulmayacağını, ancak incelemeler bitinceye kadar seferlere ara verildiğini kaydetti.

Tek Kişi İstifa Etti

Kazanın hemen ardından yetkililerin istifa etmesine yönelik yoğun baskı, sadece kazada hayatını kaybedenlerin sayısını önce 139 olarak açıklayan Sakarya İl Sağlık Müdürü Aziz Ögütlü üzerinde işe yaradı. Öğütlü, rakam hatası dolayısıyla vicdanını rahatlatmak için bakanlığa istifa dilekçesi verdiğini açıkladı.

Suçlu Bulundu: "Kem Gözlerin Nazarı"

Öte yandan kaza dolayısıyla CHP'nin Ulaştırma Bakanı Binali Yıldırım hakkında verdiği gensoru önergesinin gündeme alınması AKP grubu tarafından engellendi. Görüşmeler sırasında bir konuşma yapan Bakan Yıldırım, kazanın nedenlerine ilişkin incelemenin sürdüğünü belirterek, "İstifa etsinler diyorlar. Gerçekler ortaya çıksın. Sonuca razıyım" diye konuştu. AKP Grubu adına konuşan İstanbul Milletvekili Nusret Bayraktar ise, muhalefeti tren kazası sonrası "darağacı" kurmakla suçlarken, kazayı "kem gözlerin nazarı" olarak değerlendirdi.

"Suçlu" Yine Makinistler

22 Temmuz günü yaşanan hızlandırılmış tren kazasından sonra bir süre yolcu taşımacılığı yapılmayan Ankara-İstanbul demiryolu hattı, 7 Ağustos Cumartesi günü yeniden açıldı. TCDD, İstanbul-Ankara hattını ancak 5 gün kazasız işletebildi. 11 Temmuz günü bu kez Başkent Ekspresi ile İstanbul'dan Adapazarı'na giden Adapazarı Ekspresi, Kocaeli'nin Gebze İlçesi'ne bağlı Tavşancıl Beldesi'nde çarpıştı. Bu kez 9 vatandaşımız hayatını kaybederken, 74'ü yaralandı. Uzmanlar: "ATS (Otomatik Tren Durdurma) sisteminin kazayı engelleyebileceğini belirterek, 21 bin dolar değerindeki cihazın lokomotiflerde bulunmadığını açıkladılar. TCDD yönetimi ise Başkent Ekspresi'nin makinistinin kırmızıda geçtiğini iddia ederek, suçu bir kez daha makinistlere attı.

Rakamlarla İhmal

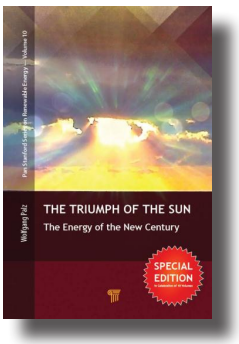
Raylı taşımacılıkta en çok kullanılan hat olan İstanbul-Ankara hattı, tam 100 yıllık. İlk defa II. Abdülhamid döneminde, 1892'de işletmeye açılan hatta, son yıllarda sık sık kazalar oluyor. Kazaların bir kısmı yük trenlerinde gerçekleştiği için kamuoyunun pek de dikkatini çekmedi. Yıllardır demiryollarının ihmal edilmesi nedeniyle bu hatta 2003 yılında tam 46 raydan çıkma vakası yaşandı. Demiryolu ağının tamamında ise yine 2003'de 226 raydan çıkma vakası gerçekleşti.

TCDD'nin istatistik yıllığına göre, raylardan yüzde 23.68'i 30 yaş ve üzerinde. Yüzde 29'u 10 yaşından küçük, yüzde 33.10'u 11-20, yüzde 14.22'si 21-30 yaş arasında. Yani rayların yüzde 71'i 11 yaşından büyük.

Demiryollarının yüzde 64.6'sı düz, yüzde 35.4'ü ise virajlı. 2003'te 55 km, 2002'de 38 km, 2001'de 152 km, 2000'de 263 km, 1999'da 250 km yol yapıldı. ■

KİTAP TANITIMI
Elektrik Mühendisleri Odası yayını olan kitaplara elektronik ortamda; http://kitap.emo.org.tr adresinden ya da EMO Yayın Birimi'nden ulaşabilirsiniz.

GÜNEŞİN ZAFERİ
Yeni Yüzyılın Enerjisi



Palz, Wolfgang (2018)
The Triumph of the Sun: The Energy of the New Century
ISBN-13: 978-9814800068
ISBN-10: 9814800066

2000'de yeni yüzyıla girerken, dünyamız, küresel bir kirlilik ve bunun sonucunda da perişanlık yaratan ve kontrolden çıkan bir iklimi ve nükleer savaş tehdidini beraberinde getiren yanlış gelişmelere sırtını döndü. Bu olumsuz gelişmelerin hepsi, sürdürülebilir olmayan fosil ve nükleer enerji kullanımından kaynaklanıyordu.

Bunu herkes fark etmemiş olabilir ama 21. yüzyılla beraber tekrar doğayla, Güneş'le uyumlu bir hayata doğru ilerleyen rotada kararlılıkla ilerlemeye başladık. Bu kitap, ekolojik hayaller ve daha iyi bir dünyayla ilgili rüyalar hakkında değildir. Basitçe, somut verilerle neler olduğuna dair bir rapordur.

Güneş ve onun faydalarına uyumlu bir yolda ilerlendiğinde sadece iklim değil herkes kazançlı duruma gelecektir. İnovasyon ve seri üretim sayesinde, Güneş'ten elde edilen güç artık konvansiyonel dünyayı kendi silahıyla vuruyor: sosyo-ekonomi. Yenidünyamızda, güneş enerjisi konvansiyonel enerjilerden daha ucuz hale geldi. Herkes için milyonlarca istihdamın yaratıldığı, sürdürülebilir bir gelişen ekonomiye sahibiz.

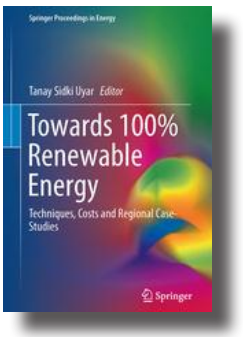
Kitap, temel bilgilerle başlıyor ve Güneş'in doğada ve yaşamlarımızda oynadığı önemli rolü ele alıyor. Yeni yüzyılın başında temiz bir dünyanın temelinin nasıl atıldığından bahsederek, bu değişimi gerçekleştiren kişilerin çalışmaları hakkında bilgi veriyor.

Kitap, daha iyi bir dünya için, bir güneş dünyası için bu değişime öncülük etmiş olan Hermann Scheer'e adanmıştır.

Yazar, Wolfgang Palz, enerji ve ekonomi alanında bağımsız bir uzmandır. Kendisinin de katkıda bulunduğu güneş devrimi üzerine küresel görüşlerinin bir özetini sunan bu kitap ayrıca, öncülerin tutku ve çabalarının en sonunda başarıya ulaşmasından duyduğu mutluluğun da bir ifadesidir.

Yazar Hakkında: Dr. Wolfgang Palz
Alman bir fizikçidir. 50 yılı aşkın bir süredir güneş enerjisinin ve tüm yenilenebilir enerjilerin küresel liderlerinden biri olmuştur. Almanya, Karlsruhe Üniversitesinde doktorasını yaptıktan sonra, Fransız Ulusal Uzay Araştırmaları Merkezinde (CNES) güneş PV'nin gelişiminden sorumlu olduğu görevine başladı. 1977'de AB Komisyonunun, Avrupa ve dünyada güneş enerjisinin ve yenilenebilir enerjilerin gelişiminden sorumlu departmanının başına geçti. AB Komisyonu Yardım Direktörlüğüne geçene dek 20 yıl bu görevde kaldı. 2000 ile 2002 arasında, Alman Parlamentosu'nun, Horizon 2050 için Alman enerji perspektifi üzerine kurulan "Enquête Commission"undaki üyelerden biriydi. Daha sonra AB Komisyonu'na Latin Amerika'daki PV programları için danışmanlık hizmeti verdi. Ayrıca, gelecek için yatırımlar üzerine yürütülen ve kısa bir süre önce tamamlanan program da dahil olmak üzere çeşitli Fransız ulusal programlarında yer aldı. Dr. Palz, Uluslararası Güneş Enerjisi Birliği'inin (ISES) Güneş Enerjisi Politikasının İlerletilmesinde Küresel Liderlik Ödülü dahil olmak üzere çok sayıda ödül aldı. Almanya Cumhuriyeti liyakat nişanına sahiptir.

%100 YENİLENEBİLİR ENERJİYE DOĞRU



Tanay Sidki Uyar (Editör)
Towards 100% Renewable Energy: Techniques, Costs and Regional Case-Studies
Springer Proceedings in Energy
Editör: Tanay Sıdkı Uyar
Baskı: resimli
Yayıncı: Springer, 2017
ISBN: 3319456598, 9783319456591
Uzunluk: 453 sayfa

Bu kitap, 2011'den 2015'e kadar Uluslararası %100 Yenilenebilir Enerji Konferanslarında (IRENEC) sunulan tebliğleri toplar. Zaman aralığı göz önüne alındığında, bölümlerin güncel ve uygun olmasını sağlamak için güncellendi. Bu katkılar araştırma, geliştirme ve uygulamalarında enerji çözümlerine katkıda bulunan uluslararası bir araştırma bilim adamları ve uzmanlar grubunun sonucudur.

Bu kitap, enerji verimliliğindeki sorunlar ve konular üzerinde çalışan araştırmacılara ve karar vericilere yöneliktir. Tablolar, grafikler ve şemalar, enerji kullanımında verimlilik ve yenilenebilir enerji depolaması ile dayanışmada %100 yenilenebilir enerjiyi teşvik eden metne eşlik eder. Bu şekilde, %100 Yenilenebilir Enerjiye Doğru, fosil sorunlarından alternatif çözümlere geçişi düşünen liderlere düşünce için yeni gıdalar ve eylem için teşvikler sunuyor.

Editör Hakkında: Tanay Sıdkı Uyar
Çankırı/TÜRKİYE, 19 Ağustos 1953,
Robert Academi, İstanbul Türkiye 1967-1971
Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, İstanbul Türkiye 1971-1976
Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Nükleer Mühendisliği Bölümü, İstanbul Türkiye 1976-1980
Doktora: Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul Türkiye 1990
Uzman Araştırmacı, TÜBİTAK Marmara Enerji Sistemleri Araştırma Enstitüsü Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Gebze Kocaeli Türkiye, Aralık 1981-Mayıs 1992, Eylül 1993-Şubat 1994
Kocaeli Üniversitesi, Teknik Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, İzmit Kocaeli Türkiye

Doçent Dr., Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 2000-
Prof., Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul Türkiye, Enerji Bölümü Başkanı, 2009-
Makina Mühendisliği Bölümü Misafir Öğretim Üyesi, CERL, UOIT, Oshawa, ON, Kanada, 2015-2016

KÖYLERİMİZİN ELEKTRİKLENDİRİLMESİ (1970-1990)

Türkiye Elektrik Kurumu (TEK)'nun hem en aktif döneminde hem de en uzun süre genel müdürlüğünü yapmış olan elektrik yüksek mühendisi F. Behçet Yücel'in 2016 Mayıs'ında Köylerimizin Elektriklendirilmesi (1970-1990) başlığıyla yayınlanmış olan bu eserinin (205 sayfa) iki alt başlığı daha var: Cumhuriyet Tarihimizin Övünülecek Bir Projesi ve Türkiye'nin Tüm Köylerinin Elektriklendirilmesini Kapsayan -Yirmi Yıla Sığmış – Büyük Bir Projenin Özgün Hikayesi.

Yazar kitabının önsözünde şu genel değerlendirmeyi yapıyor:

"TEK yasasının kuruma verdiği ana hedefler nelerdi? Kısaca ifade edersek:

• Ulusal Elektrik Sistemi'nin (Enterkonekte sistem) kurulması ve kısa sürede ülkemizin her köşesine uzatılması.

• Elektrik enerjisi talebinin yurt sathında her noktada güvenli, kaliteli ve yeterli miktarda karşılanabilmesi,

• Yaşamın ortaya koyduğu esaslar dahilinde köylerin elektriklendirilmesi faaliyetlerinin yürütülmesi.

İlk hedef, ulusal elektrik sistemiyle ilgiliydi. Sistemin yurdun her köşesine iletilmesi işlemi hızla sürdürülmüştür.

Bir taraftan bölge şebekeleri sisteme katılmış, diğer yandan yüksek gerilimli hatlar, şehirleri, sanayi bölgelerini, santralları, ulusal şebekeye bağlamıştır. TEK'in kuruluşundan 20 yıl geçtikten sonra, ulusal elektrik sistemi yurdun her yanına ulaşmış bulunuyordu.

1970'li yıllar ve 1980'li yılların ilk yarısı, birçok olumsuzluğun üst üste geldiği, elektrik arzının yetersiz kaldığı dönemdir. 1985'ten sonraki yıllar ise devam eden ve yeni üretim yatırımlarının ele alınıp tamamlandığı, dolayısıyla ihtiyacın bir hayli üstünde kapasiteye sahip olunan yıllardır. Bu rahatlık, 1990'lı yılların ilk yarısında da sürmüştür. Ancak bu dönemde elektrik yatırımlarının, özellikle üretim yatırımlarının ihmal edilmesi sonucu elektrik enerjisi arzında yetersizlikler meydana gelmiştir. Kısaca, TEK Yasası'nın ortaya koyduğu, elektrik talebinin güvenli (yani kesintisiz, kısıntısız), kaliteli (yani standart gerilim ve frekansta) ve yeterli (yani istenilen noktada, istenilen zamanda ve istenilen miktarda) karşılanması hedefinde süreklilik sağlanamamıştır.

Köylerin elektriklendirilmesi projesi, Türk köylüsünün yaşantısını ve hayat görüşünü değiştirerek, ekonomik gelişmesine önemli boyutta katkıda bulunmuştur. Gaz lambasından elektrikli aydınlatmaya geçiş, köy yaşamının ilk uygarlık basamağını oluşturmuştur. Köy konutlarına radyodan sonra, televizyon, buzdolabı, çamaşır makinesi gibi ev gereçleri girmiştir. Ayrıca köylerde elektrikli süt sağma, mandıra cihazları gibi elektrik makineleri, su pompaları, öğütme, ayırma, kurutma, soğutma tesisleri yaygınlaşmıştır.

Köylerin elektriklendirilmesi, devletle halkın el ele vererek yaptığı çalışmanın en güzel örneğidir. Ülkemizde büyük bir tevazu içinde sessizce gerçekleşen bu büyük olayda yöneticiler, mühendisler, işçiler ve en az onlar kadar valiler, kaymakamlar, köy muhtarları ve köylüler rol almıştır.

Köylerimizin elektriklendirilmesi, çok doğal bir faaliyet olarak başlamış, büyümüş, bitirilmiş, ancak kimseden alkış almamış, tüm büyüklüğüne ve önemine karşılık bir süre sonra unutulup gitmiştir.

Köylerin elektriklendirilmesi, cumhuriyet tarihimizde övünülerek anılacak önemli bir olaydır. Ayrıca Türk halkının, çağdaş bir toplum olma yolunda ne kadar istekli olduğunun kanıtıdır.

TEK Yasası'nın kuruma verdiği üçüncü hedefin (köylerin elektriklendirilmesi) gerçekleştirilmesi, yani 36 bin köyün elektriklendirilmesi 20 yıla sığdırılmıştır (1970-1990).

Bu kitap, bu faaliyetin ayrıntılı bir şekilde öyküsünü vermek amacıyla kaleme alınmıştır."

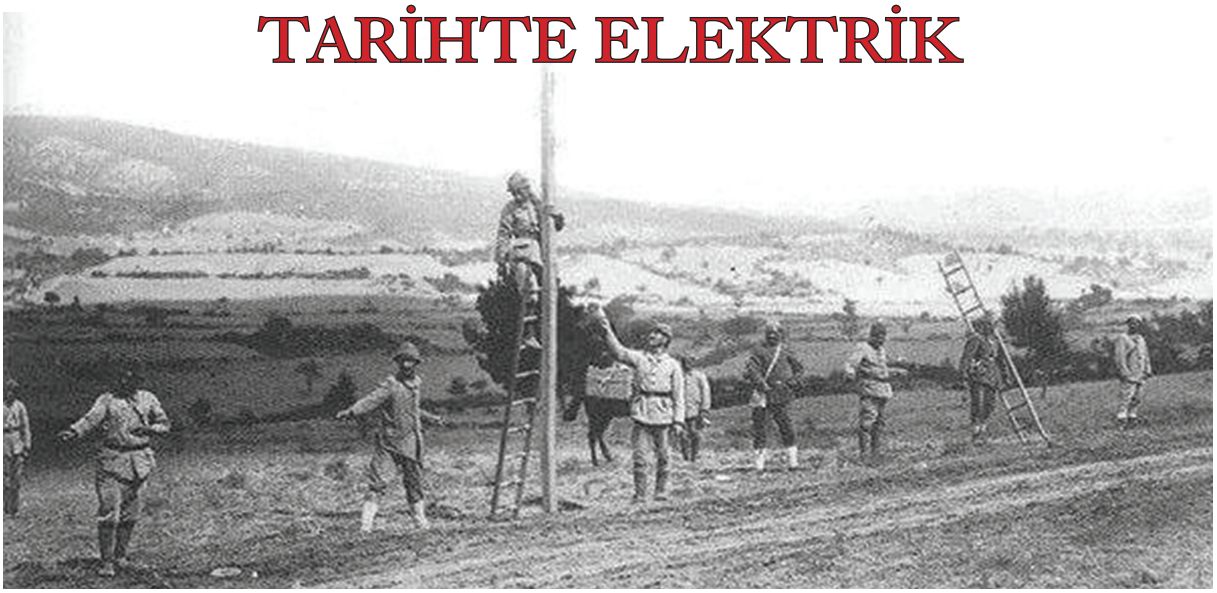
F. Behçet Yücel, eserinde köylerimizin elektriklendirilmesiyle ilgili tüm sorunlara ve uygulamalara, sahanın içindeki bir yönetici olarak tüm yönleriyle açıklık kazandırmaktadır.

Bu yönleriyle Köylerimizin Elektriklendirilmesi (1970-1990), ülkemizin ve özel olarak da köylerimizin elektrifikasyonuyla ilgili en bilgilendirici kaynaklardan biridir.

Yazar Hakkında: F. Behçet Yücel

1954 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Elektrik Fakültesi'nden elektrik yüksek mühendisi olarak mezun oldu. Soma Termik Santralı'nın kuruluşunda bulundu. Fransa'da elektrik sistemleri işletmesi ve planlaması konularında çalışmalar yaptı. Balıkesir-Denizli Batı Şebeke İşletmesi'nde mesul mühendis olarak görev yaptı. 1961'de Ankara'da Yük Tevzi Dairesi başmühendisliğine atandı. 1965'te köylerin elektriklendirilmesi faaliyetlerinin yurt düzeyindeki organizasyonunda daire başkanı olarak çalıştı. Türkiye Elektrik Kurumu (TEK)'nun kuruluşundan sonra ilk iki yıl genel müdür yardımcısı oldu, Kasım 1972'de ise TEK Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü oldu ve bu görevini 1978'e kadar sürdürdü. 1995-2005 yılları arasında Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi'nin Yüksek Danışma Kurulu başkanlığını yaptı. Enerji Terminolojisi (1991), Enerji Ekonomisi (1994), Yüksek Gerilim'li Yıllar (1997) başlıklı kitapları yayımlandı. Çeşitli gazete ve dergilerde 250 kadar yazısı yayımlandı.

TARİHTE ELEKTRİK



Osmanlılarda İlk Elektrik Uygulamaları

Osman Bahadır

Osmanlı ülkesinde elektriğe ilişkin bilgiler ilk kez 19. yüzyılın ilk yarısında yayınlanma imkânı bulmuştu. Başhoca İshak efendi 1834 yılında *Mecmua-i Ulum-i Riyaziye* (matematiksel bilimler) adlı eserinde elektrik hakkında bilgiler vermişti. Elektriğin ülkemizdeki ilk teknolojik uygulamaları ise telgrafın gelişi ile oldu. Böylece Osmanlılarda elektrik çağı, telgraf teknolojisinin girmesiyle başlamış oldu. İlk telgraf 1854 yılında çekildi. İlk telgraf hattı İstanbul ile Edirne arasında çekilmişti. 19. yüzyılın ikinci yarısında, özellikle de bu yüzyılın son çeyreğinde elektrikle ilgili birçok gelişme yaşandı.

Osmanlılarda 19. yüzyılın son çeyreğinde elektrikle ilgili bilgilerin gerek eğitim konusu olmasında gerekse elektriğin pratikteki kullanımının yaygınlaşmasında Fransız elektrik mühendisi Emile Lacoine (1835-1899)'ın çok büyük bir rolü oldu. Lacoine, Osmanlı ülkesinde hem elektrikle ilgili uygulamaları hazırladı ve yönetti hem de bu uygulamalarda görev alacak Osmanlı mühendislerinin yetişmesini sağladı. Bu amaçla Darüşşafaka Lisesi'nde elektrik dersleri verdi ve bu lisenin en seçkin öğrencilerinin mezun olduktan sonra Fransa'da elektrik eğitimi görmelerini sağladı. Ayrıca telgrafçılık derslerini içeren kitaplar hazırladı.

Telgraf, Osmanlı İmparatorluğu'na hem erken girmiş hem de kısa bir sürede yaygınlaşma olanağı bulmuştur. Bunun temel nedeni, Osmanlı Devleti gibi merkezi bir devlette, telgrafın merkezi işleyişi kolaylaştırması ve böylece devletin bu yapısını daha da güçlendirmesidir. Üstelik telgraf haberleşmesinin şifrelenebilmesi ve devletin denetimi altında yürütülmesi nedeniyle herhangi bir güvenlik riski de bulunmuyordu. Telgraf teknolojisinin girişi, Osmanlı ülkesinde elektriğin diğer uygulamalarının da gelişmesinde ivme kazandırıcı bir rol oynamıştır.

Emile Henri Lacoine (1835-1899), Süveyş Kanalı'nda bir görev alarak Mısır'a gitmek için geldiği İstanbul'da aldığı bir teklif nedeniyle bu şehirde kalmış ve uzun süre Telgraf Fen İşleri'ni idare etmiştir. Bu çalışmaları sırasında hükümete elektrik konusunda danışmanlık yapmış ve ayrıca kendisinin önerisi ve Nazır İzzet efendinin de desteğiyle Darüşşafaka Lisesi'nin eğitim programına 1880 yılında telgrafçılık dersini koydurtmuştur. Böylece bu gelişmeden hem Darüşşafaka mezunlarının hem de Telgraf Nezareti'nin ve hükümetin yararlanmasını sağlamıştır. Kendisi de Darüşşafaka Cemiyeti üyelerinden olan Telgraf ve Posta Nazırı İzzet efendi, Darüşşafaka mezunlarını telgrafhaneye girmeye teşvik etmiş ve telgraf işlerine gereken fen memurluğu için bu mezunlardan bir kontenjan ayırtmıştır.

Emile Lacoine, telgrafçılık bilgisiyle alet ve teçhizatının tariflerini içeren Fransızca olarak kaleme aldığı bir kitap yazmış ve satışından elde edilen geliri okula bağışladığı bu kitabı derslerinde temel almıştı (Lacoine'ın bu kitabını, Mehmed Raif efendi, *Mebahis-i Telgraf* (telgraf konuları) adıyla Türkçeye tercüme etti. Bu tercümeden dolayı da hükümet tarafından nişanla taltif edildi. Mehmed Raif efendinin tercüme

etmiş olduğu eser, bir giriş bölümü ile başlamakta ve telgrafın kısa bir tarihi, elektrik akımının meydana gelişi, volta pilinde hasıl olan kimyevi tesirler, çeşitli piller, pillerin tanzim şekillerine dair kaideler, basit cisimler, pillerin kullanımları, mıknatıs, mıknatıs elektriği, kablolar, telgraf direkleri, direklerin seçimi, hatların muhafazası konularını vb. işlemektedir. 1883'te basılan bu çeviri eser 482 sayfadır).

Lacoine, 1895 yılında da Osmanlı Devleti'ndeki elektrik uygulamalarının durumuyla ilgili olarak "Elektriğin Memleketimizdeki Tatbikatı" başlıklı bir makale yayınladı. Bu makale, *Tercüman-ı Hakikat ve Musavver Servet-i Fünun* gazetelerinin özel sayısı olarak yayınlanan dergide (s. 38-40) yer aldı. A. Haydar'ın Fransızcadan Osmanlıcaya çevirdiği bu önemli yazı, Osmanlı ülkesindeki erken dönem elektrik uygulamaları hakkında bilgi veren ender kaynaklardan biridir. Emile Lacoine, bu makalesinde başlıca olarak şunları söylüyordu:

"Elektriğin en hayret verici ve takdir edilen uygulamasının şüphesiz elektrikli telgraf olması nedeniyle, başlığımız hakkındaki değerlendirmelere bu noktadan başlayacağız.

Kuruluşu ve uygulaması memleketimizde 1854 senesine rastlayan elektrikli telgraf, özel kişilere ihale edildikten bir süre sonra Saltanat-ı Seniyye'nin (yüce hükümetin) idaresine alınmış ve genel müdürlüğüne de Mehmed bey tayin edilmişti. İlk telgraf hattı, İstanbul'dan Edirne'ye ve sonra da Edirne'den Şumnu ile Rusçuk'a kadar uzatılmış ve Romanya hattı vasıtasıyla Devlet-i Aliyye'yi o sırada çok ilgilendiren meşhur Kırım Savaşı'nda geçen olaylardan haberdar etmişti. İlk kurulan ve açılan telgrafhane, İstanbul'da Galata Han'da bulunan telgrafhanedir.

1855 yılı 10 Eylül'ünde gelen ilk telgrafname ile müttefik devletler ordusunun Sivastopol'a muzaffer olarak girişleri bildirilmiş ve böyle sevinç getiren bir haber, Fuat Paşa merhumun tabiriyle saadet vesilesi olmuştur. Bu sıralarda denizaltı kablosu adı verilen bir kablo da İstanbul'u Varna'ya bağlamış ve birleştirmişti.

İşte bu tarihten itibaren Telgraf Nezareti gittikçe ilerlemiş ve bugün Devlet-i Aliyye, 33.100 kilometrelik telgraf hattı ile 52.900 kilometre tele, 4.590 kilometrelik denizaltı kablosuna ve 606 telgraf şube ve merkezine sahiptir. 4.590 kilometreye varan denizaltı kablosunun 637 kilometresi Saltanat-ı Seniyye'nin, geriye kalanı ise yabancı kumpanyanındır.

Sadece demiryolu değil, belli başlı yolları bile bulunmayan yerlere telgraf hattı kurmak veya inşa etmekte birincilik cesareti ve şerefi, Devlet-i Aliyye'ye aittir. İstanbul-Bağdat büyük hattı bu bakış açısından dikkat çekici ve Avrupa telgrafçılık alemi bakımından da hayret vericidir.

İlk telgraf hatları ağaç direklerden, ince demir tellerden ve eksik izolatörlü olarak inşa edilmiş iken, yavaş yavaş yapılan yeni hatlarda kullanılan kalın teller haberleşmeye kolaylık getirmiş, demir direklerin ve iki fincanlı izolatörlerin kullanılmaya başlanmasıyla teller nemden korunduklarından daha önceki tahribat da bir ölçüde engellenmiştir.

Bugün her tarafta kullanılmakta olan gayet seri makineler pirinç teller sayesinde yayıldığı halde, Devlet-i Aliyye bu telleri ilk defa olmak üzere daha 1883 tarihinde kullanmaktaydı.

Uluslararası Elektrik Fuarlarındaki Başarı

Saltanat-ı Seniyye, Avlonya (Arnavutluk) gibi en büyük doğru hatta sahip olduğundan, devletlerarası telgraf konferanslarında en önemli telgraf idareleri sırasına geçmiştir.

Telgraf Nezareti ve özellikle de Fen Kalemi müdüriyeti birçok icat yarattığı gibi, Fen Kalemi müdürü Emile Lacoine efendi, resimlerin telgraf aracılığıyla nakledilmesi meselesiyle ilk uğraşanlardan biridir. Fen Kalemi müdürü tarafından icat olunan birçok yeni alet, 1883 senesinde Viyana'da toplanan Umumi Sergi'de teşhir olunmuş ve bu yenilikleri sağlayan telgraf idaresi ile fabrikası bu yüzden iftihar verici bir diploma elde etmiştir.

Müdür Emile Lacoine, elektriğe mahsus gazetelerde birçok makale yayımlamıştır. Bu makaleler büyük bir ilgi toplamıştır.

Dersaadet (İstanbul) Telgraf Nezareti, başlıca adaları ve büyük limanları denizaltı kablolarıyla merkeze bağlamıştır. Hükümet-i Seniyye, 1871'den beri denizaltı kablolarıyla İstanbul'u, Odesa'ya, Selanik'e, Sakız'a, Girit'e, Rodos'a, Midilli'ye, Sisam'a, Kıbrıs'a, Antakya'ya, Cidde'ye vb. bağlamıştır.

Kontrolü kolaylaştırmak ve istasyonları birbirine bağlamak amacıyla 1876 senesinde başlıca telgraf hattı Şark Demiryolları hattı boyuna nakledilmiş ve aynı yıl içinde bütün haberleşme (Payitahtınki de dahil olmak üzere) merkezi idareye bağlanmıştır.

1872 senesinde Fen Kalemi müdürü tarafından yapılan teklif üzerine Nazar Azet efendi, mors makinesinin Türkçe harflerini ıslah ederek yüzde 20 oranında bir iletim hızı artışı sağlamış ve haberleşmeyi sadeleştirerek memurların hem Türkçe hem de Fransızca haberleşmelerini mümkün kılmıştır.

İlk Telgraf Makinesinin Üretimi ve Darüşşafaka'da Elektrik Dersi

1878 senesine kadar Merkez Fabrikası yalnızca makinelerin tamiri ile uğraşıyordu. Bu tarihten itibaren bu fabrika doğrudan doğruya makine üretmek derecesine getirilmiştir.

Azet efendinin gayreti ve fen müşaviri muavini Raif efendinin yönetiminde olarak bu fabrikada telgraf makineleri, asma saatler ve çeşitli elektrik makineleri üretilmiştir.

1880 senesinde Darüşşafaka programına bir elektrik dersi eklenmiş ve muallimliğine de Fen Kalemi müdürü Emile Lacoine efendi getirilmişti. Aynı yılda denizaltı kablolarının korunması ve diğer genel elektrik işleri konusunda Paris'te toplanan devletlerarası kongreye de Saltanat-ı Seniyye tarafından Emile Lacoine delege olarak tayin edilmişti,

Şurasını da unutmayalım ki, idare nokta-i nazarından telgraf işlerinin ıslahı maksadıyla her beş senede bir devletlerarası telgraf konferansları yapılmaktadır. İşte bu konferanslarda, Saltanat-ı Seniyye tarafından delegeler tayin edilmişler ve devleti başarıyla temsil etmişlerdir.

Viyana Umumi sergisinde teşhir edilen Dersaadet elektrik ürünleri, yukarıda belirttiğimiz gibi büyük bir takdir toplamıştır. Saltanat-ı Seniyye delegeleri Emile ve Raif efendiler olup, Emile efendi Fen Komisyonu ikinci başkanlığına ve daha sonra Beşinci Şube başkanlığına seçilerek Avusturya Hükümeti tarafından François-Joseph Nişanı'nın ikinci derecesine layık görüldüğü gibi, Raif efendi de aynı nişanın üçüncü derecesiyle onurlandırılmıştır.

Aynı yıl Emile efendinin Beyoğlu Telgrafhanesi memurlarına vermekte olduğu dersin kitabı, Raif efendi tarafından Türkçeye tercüme olunmuştur. Bu kitap telgraf hakkında Türk lisanında yazılan ilk ciddi eser olmuştur. Bu tarihten itibaren umumi müfettiş Mehmed Ali efendi ile Şevki ve Fuad efendiler tarafından telgrafçılık hakkında diğer eserler yayımlanmıştır ve telgraf mühendisi Hamdi efendi tarafından da yakında diğer bir eser yayımlanacaktır. Yine aynı yılda, Telgraf Nezareti, tahsil görmeleri için Darüşşafaka'nın en yetenekli öğrencilerinden dört efendiyi Paris'e göndermiş ve bu öğrenciler imtihanlarda en dolgun numaraları almışlardır. Bu tarihten itibaren Nezaret, Darüşşafaka'da öğrenim gören ve bilhassa elektrik ilmini edinenlerden birkaç efendiyi Paris'e göndermekte olup, bunlar iki sene tahsil ettikten sonra telgraf mühendisliği diplomasını alıp dönüyorlar.

Telgraf Nezareti'nde tahsillerini Paris'te tamamlamış halen dört mühendis mevcuttur ki, bunlar gayet mühim memuriyetlerde istihdam olunmaktadırlar.

Salih Zeki bey, Telgraf Fen Kalemi azası iken daha sonra Rasathane-i Amire müdürlüğüne tayin olunmuştur. Fahri bey, halen Telgraf Nezareti azası olup Saltanat-ı Seniyye tarafından Şikago Fuarı'nda delege olmuştur. Şevki efendi halihazırda Postane müdürüdür. Fuad efendi merkezi idarede mühendis olup Peşte Telgraf konferansı'na delege tayin edilmiştir. Mehmed efendi, meclis azası olup umumi müfettişlik hizmetinde bulunuyor. Diğer mühendisler Fen Kalemi'nde veya Postane'de oldukça önemli hizmetlerde bulunuyorlar.

Elektrikle Çalışan Sandal Üretildi

1886 senesinde Emile ve Raif efendilerin yönetimi altında ve fabrika amelesinin çalışmasıyla Saray için bir elektrikli sandal yapıldı. Aynı ameleler Raif efendinin yönetiminde Saray'ın birçok salonunu elektrikle aydınlattılar ve bir de parlak ışıklı çeşme yaptılar.

Daha sonra Fen İdaresi, elektrikle çalışan bir küçük tramvayın fabrikanın yardımıyla inşası konusunu Saray'da görüştü ve yine fabrika aynı tarihte birçok elektrikli saatler imal etti.

Pillerin kullanılma biçimlerine ve hatların inşasına dair Fen Kalemi tarafından birçok talimat kaleme alınmıştır. 1886'da toplanan elektrik konferansında Emile ve Raif efendiler delege tayin edilmişler ve Emile efendi kongreye denizaltı kabloları hakkında yeni bir eser sunmuştur.

Keşiflerin ve icatların pek yeni olması nedeniyle elektrikli telgraftan sonra, elektriğin diğer uygulamaları memleketimizde hemen pek az gibidir. Bununla birlikte Saray'ın yanı sıra, Düyun-u Umumiye, Bank-i Osmani ve Credit Lyone gibi bazı kurumlarda elektrikle aydınlatma görülmekle birlikte, bu uygulamanın yayılmamış olmasının başlıca sebebi büyük masrafları gerektiriyor olmasıdır. Bu noksanların tamamlanmasıyla uygulamanın da yayılması beklenmektedir.

Elektrikli sandalların diğer vapurlara göre mükemmel olmaları şüpheden uzak olmakla birlikte, bunların vapurların yerini alarak Boğaziçi'nde seyrüsefer etmeleri, oralarda yapılacak iki üç elektrik fabrikasının varlığına bağlıdır.

Elektriğin Diğer Uygulamaları

Padişah hazretlerinden Bulgaristan Prensi Ferdinand hazretlerine ihsan edilen elektrikli sandal, Raif efendinin yönetiminde Tersane-i Amire Elektrik Fabrikası müdürü Binbaşı Ramiz efendi tarafından inşa edilmişti.

Zırhlı gemilerin gerek iç aydınlatmalarında gerekse projektörlerinin aydınlatmasında da Tersane-i Amire Elektrik Fabrikası'ndan yararlanılmıştır.

Dinamo makinesiyle çalışan gemi projektörleri, Ramiz efendi tarafından Tersane-i Amire Elektrik Fabrikası'nda imal edilmiştir. Bahriye Nazırı Hüseyin Paşa hazretlerinin, elektriğin fabrikalar tarafından üretilmesi ve dağıtılması yolundaki vezire yakışacak gayretleri takdire şayandır. Hüseyin Paşa hazretleri, elektrik tahsil etmeleri için Avrupa'ya çeşitli defalar subay göndermişlerdir.

Padişah gemilerinde ve harp gemilerinde, telefonlar, işaret lambaları, torpiller ve torpidolarda ve başka birçok alanda elektrik uygulaması görülmektedir.

Telefona beldemiz ahalisince alışılmıştır.

Galvanizleme, nikel kaplama, gümüşle kaplama konularında şehrimiz sanatkârları ve sanayisi elektrikten pek ziyade istifade etmektedirler.

Tıpta çeşitli hastalıklarda ve özel olarak da tıbbın bazı alanlarında elektrikten hakkıyla yararlanılmaktadır. İnsanlık alemine ve bilime birçok faydası görülen röntgen ışını, şehrimizde Mekteb-i Sultani (Galatasaray) muallimlerinden mösyö İzvar tarafından cerrahi uygulamalarda kullanılmaktadır."

Lacoine, denizaltı kablolarının korunması ve diğer genel elektrik işleri konusunda 1880 yılında Paris'te toplanan uluslararası kongreye Osmanlı hükümeti tarafından delege olarak tayin edildi. Fen kalemi Müdürü iken icat ettiği birçok yeni alet, 1883 yılında Viyana'da toplanan Umumi Sergi'de teşhir olunmuş ve bu yenilikleri sağlayan telgraf idaresi ile fabrikası bu yüzden Lacoin'ın kendi yazısında da belirttiği gibi iftihar verici bir diploma elde etmiştir.

E. Lacoine 1877'de kendisinin yaptığı telefon makinesini, çektiği kısa hat üzerinde başarıyla kullanmıştı. Ancak daha sonra bu konuda destek görmemiş ve girişimi yarım kalmıştır.

Lacoine, daha sonra Osmanlı Telgraf Fabrikası'nın kurulmasına da katkıda bulunmuş olmakla birlikte burada geliştirdiği elektrikli cihazlar hiçbir zaman ilgililerin dikkatini çekmedi. Geliştirdiği elektrikli deniz fenerini de İstanbul Boğazı'na yerleştirmek istemiş, ancak "yeterli düzenleme yok" denilerek buna karşı çıkılmıştır.

1892 yılında Posta ve Telgraf Nezareti Fen Müşavirliği görevinde bulunan Lacoine, 1897 yılında da aynı görevini sürdürüyordu. Bahr-i Sefid (Çanakkale) Boğazı'nda kurulacak torpidoların mevkilerini aydınlatacak fenerlerin yerlerini tespit için bir heyetle birlikte (Mehmed Raif efendi de bu heyette yer alıyordu) Çanakkale'ye gönderilmişti.

Emile Lacoine, 1899 yılında geçirdiği apandisit ameliyatı sonrasındaki bir komplikasyon yüzünden vefat etti.

Emile Lacoine, sadece teknoloji yaratma ve yönetme etkinlikleriyle yetinmemiş, yetenekli öğrencilerin elektrik alanında eğitilmeleri konusuyla da yakından ilgilenmiştir. Darüşşafaka Lisesi'nin yetenekli öğrencileri mezun olduktan sonra Fransa'ya burslu olarak gönderiliyorlar ve bu öğrenciler Paris'te Ecole Superiore de Telegraphie'de iki yıl öğrenim gördükten sonra telgraf mühendisliği diplomasını almış olarak ülkelerine dönüyorlardı. Mehmet Emin (Kalmuk), 1883 Eylül'ü ile 1891 Eylül'ü arasındaki dönemde, Paris Telgraf Yüksek Okulu'nda 10 genç telgraf mühendisliği öğrenimi gördürüldüğünü söylemektedir. Lacoine'ın öğrencilerinden özellikle Salih Zeki (1864-1921) ve Mehmet Emin (Kalmuk) (1869- 1954) beylerin Osmanlı ve Cumhuriyet dönemindeki bilimsel ve teknolojik gelişmeler üzerindeki etkileri çok büyüktür.

Elektrik bilgisinin ve teknolojisinin Osmanlı ülkesine girişi ve uygulamalarının gelişmesi, Osmanlı ülkesinde genel olarak bilimsel eğitimin ve kültürün gelişmesini de beraberinde getirmiştir. Osmanlıların son ve cumhuriyetin ilk dönemlerinde yetişen elektrik mühendislerinin, modernleşmede, sosyal ve siyasi yaşamın gelişmesinde de öncü ve önemli etkileri olmuştur.

Osmanlılarda 19. yüzyılın son çeyreğindeki elektrik mühendisliği eğitimi ve elektrik teknolojisi tarihi, Emile Lacoine'ın parlak öncü çalışmalarından ayrı olarak düşünülemez. Onun bu alandaki kalıcı katkıları olmasaydı, Cumhuriyet'in ilk elektrifikasyon çalışmalarını yürüten mühendisler kadrosunun mevcut varlığı da düşünülemezdi.

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI 46. DÖNEM KURULLARI

EMO YÖNETİM KURULU		EMO ONUR KURULU	EMO DENETLEME KURULU	TMMOB YÖNETİM KURULU ÜYESİ
BAŞKAN	GAZİ İPEK	İSA GÜNGÖR	GİYASİ GÜNGÖR	UFUK ATAÇ
BAŞKAN YRD.	EVİNDAR AYDIN	ERCAN DURSUN	NACİ BASMACI	
YAZMAN	İBRAHİM SARAL	İHSAN YURT	AHMET TURAN AYDEMİR	
SAYMAN	MEHMET TURGUT	BAHRİ KAVİLCİOĞLU	SERDAR ÇİFTCAN	
ÜYE	KÜBÜLAY ÖZBEK	MURAT ÇELİK	MUSTAFA AKÇAKAYA	
ÜYE	NEVAL ŞİMŞEK		MEHMET VEYSİ ÇEVRİM	
ÜYE	ÖMÜRHAN AVNİ SOYSAL		BARIŞ ÇORUH	

ADANA		DİYARBAKIR		KOCAELİ	
BAŞKAN	MEHMET MAK	BAŞKAN	MEHMET ORAK	BAŞKAN	AHMET SÖZEN
BAŞKAN YARDIMCISI	DERYA OLPAK KADEŞ	BAŞKAN YARDIMCISI	HÜSNÜ GÜL TEKIN	BAŞKAN YARDIMCISI	EMRULLAH ÇEVİRME
YAZMAN	FİKRİYE YAMAN	YAZMAN	MEHMET CEYLAN	YAZMAN	ÇİĞDEM GÜNDOĞAN TÜRKER
SAYMAN	MUSTAFA ERGEN	SAYMAN	ALİCAN ÇETİNKAYA	SAYMAN	ABDULLAH AÇER
Yönetim Kurulu Üyesi	SELÇUK ÖZDOĞAN	Yönetim Kurulu Üyesi	CENGİZ ACAR	Yönetim Kurulu Üyesi	YASİN ARIKAN
Yönetim Kurulu Üyesi	ÖZLEM EKEMEN	Yönetim Kurulu Üyesi	İDRIS BENEK	Yönetim Kurulu Üyesi	ÖZKAN TORAMAN
Yönetim Kurulu Üyesi	EROL AYAS	Yönetim Kurulu Üyesi	SEMA BAYHAN	Yönetim Kurulu Üyesi	MEHMET KARA
ŞUBE DENETÇİSİ	ŞÜKRÜ SARIMSAKCI	ŞUBE DENETÇİSİ	MEHMET VEYSİ ÇEVRİM	ŞUBE DENETÇİSİ	KAMİL ERBAY
ŞUBE DENETÇİSİ	NİHAT HARMAN	ŞUBE DENETÇİSİ	YUSUF KEMAL IŞIK	ŞUBE DENETÇİSİ	KAZİM POLAT
ŞUBE DENETÇİSİ	MEVLÜT BULGUR	ŞUBE DENETÇİSİ	METİN AKTAŞ	ŞUBE DENETÇİSİ	AHMET BAŞARIR

ANKARA		ESKİŞEHİR		MERSİN	
BAŞKAN	ÖMÜRHAN AVNİ SOYSAL	BAŞKAN	ENDER KELLECİ	BAŞKAN	SEYFETTİN ATAR
BAŞKAN YARDIMCISI	TUFAN TEZİŞ	BAŞKAN YARDIMCISI	ÖMÜR YILDIZ	BAŞKAN YARDIMCISI	İSMAİL ALKAYA
YAZMAN	ECEVİT ABLAK	YAZMAN	ONUR OLUKLULU	YAZMAN	UMUT TEMİZKAN
SAYMAN	MUSTAFA MUMCU	SAYMAN	LEVENT ÇELİK	SAYMAN	ÖZGE ÇEKİRGE
Yönetim Kurulu Üyesi	ONUR KOÇAK	Yönetim Kurulu Üyesi	OĞUZ SOYLU	Yönetim Kurulu Üyesi	HASİP SELÇUK
Yönetim Kurulu Üyesi	İZEL ÇANTA	Yönetim Kurulu Üyesi	ADİL GÜZLE	Yönetim Kurulu Üyesi	CANER ÖZDEMİR
Yönetim Kurulu Üyesi	ALİ YILMAZ	Yönetim Kurulu Üyesi	CUMHUR BURAK ÇIRAKOĞLU	Yönetim Kurulu Üyesi	ALİ SERCAN ÇADIRCI
ŞUBE DENETÇİSİ	SEBATİ GÖKEN	ŞUBE DENETÇİSİ	İRFAN SATIR	ŞUBE DENETÇİSİ	AHMET GÜNÖZ
ŞUBE DENETÇİSİ	SADRETTİN EREN	ŞUBE DENETÇİSİ	MAHMUT UĞUR KOLCA	ŞUBE DENETÇİSİ	İBRAHİM MEMİLİ
ŞUBE DENETÇİSİ	MEHMET TEKİN	ŞUBE DENETÇİSİ	HASAN HÜSEYİN KÖSEOĞLU	ŞUBE DENETÇİSİ	CEYHUN KIRAN

ANTALYA		GAZİANTEP		SAMSUN	
BAŞKAN	İLHAN METİN	BAŞKAN	İSLİM ARIKAN	BAŞKAN	MURAT KARDAŞ
BAŞKAN YARDIMCISI	ŞABAN TAT	BAŞKAN YARDIMCISI	MEMİK DEMİR	BAŞKAN YARDIMCISI	TAMER BİLAL
YAZMAN	ÇİĞDEM IŞIKYÜREK	YAZMAN	MELİKE KOÇAK	YAZMAN	İBRAHİM DENİZ SAYGILI
SAYMAN	MURAT SÖNMEZ	SAYMAN	DR. MEHMET MERKEPÇİ	SAYMAN	TARIK TARHAN
Yönetim Kurulu Üyesi	AHMET AYDIN	Yönetim Kurulu Üyesi	BÜNYAMİN SAĞLAM	Yönetim Kurulu Üyesi	ALİ EKBER ÖZDEMİR
Yönetim Kurulu Üyesi	DURALİ ÇAKIR	Yönetim Kurulu Üyesi	MEHMET ŞİRAZ	Yönetim Kurulu Üyesi	AHMET KURADA
Yönetim Kurulu Üyesi	MUSTAFA TOPCU	Yönetim Kurulu Üyesi	MESUT COŞKUN	Yönetim Kurulu Üyesi	İLKER CEYLAN
ŞUBE DENETÇİSİ	FERHAT ÇAĞLI	ŞUBE DENETÇİSİ	BÜLENT DAŞOLUK	ŞUBE DENETÇİSİ	ERCAN İŞCİ
ŞUBE DENETÇİSİ	MEHMET BAHADIR DEMİR	ŞUBE DENETÇİSİ	KEMAL TANKUT	ŞUBE DENETÇİSİ	ADEM YILMAZ
ŞUBE DENETÇİSİ	SUAT KAŞ	ŞUBE DENETÇİSİ	İPEK BOZGEYİK	ŞUBE DENETÇİSİ	CANSU COŞKUN

BURSA		İSTANBUL		TRABZON	
BAŞKAN	BURAK ÖZGEN	BAŞKAN	EROL CELEPSOY	BAŞKAN	İSMAİL HAKKI ALTAŞ
BAŞKAN YARDIMCISI	MEHMET CAN	BAŞKAN YARDIMCISI	HAKKI KAYA OCAKAÇAN	BAŞKAN YARDIMCISI	ADEM YARDIM
YAZMAN	HALİL İBRAHİM BAKAR	YAZMAN	FAİK KEMAL ÖZOĞUZ	YAZMAN	EMRE AKYÜZ
SAYMAN	ÖMER ÇETİN	SAYMAN	MUSTAFA AYDIN	SAYMAN	ÖZER ÖZTÜRK
Yönetim Kurulu Üyesi	MUTLU YILMAZ	Yönetim Kurulu Üyesi	MAZLUM KAPLAN	Yönetim Kurulu Üyesi	İSMAİL HAKKI ÇAVDAR
Yönetim Kurulu Üyesi	SEDAT GÖKMENOĞLU	Yönetim Kurulu Üyesi	BEYZA METİN	Yönetim Kurulu Üyesi	TUNCAY DEĞERMENCİ
Yönetim Kurulu Üyesi	ŞERİFE VATANSEVER	Yönetim Kurulu Üyesi	ERHAN KARAÇAY	Yönetim Kurulu Üyesi	MEHMET MAZLUM
ŞUBE DENETÇİSİ	TUNÇ ALADAĞLI	ŞUBE DENETÇİSİ	SEYİT GAZİ BAL	ŞUBE DENETÇİSİ	DOĞAN YILMAZ
ŞUBE DENETÇİSİ	AYTAÇ SEVİM	ŞUBE DENETÇİSİ	ŞAHİN YILMAZ	ŞUBE DENETÇİSİ	MUAMMET BAKİ
ŞUBE DENETÇİSİ	OZAN YEŞİLKAYA	ŞUBE DENETÇİSİ	MECDİ DEMİR GÜRSOYTRAK	ŞUBE DENETÇİSİ	AHMET MUTLUOĞLU

DENİZLİ		İZMİR	
BAŞKAN	BÜLENT PALA	BAŞKAN	ŞEBNEM SEÇKİN UĞURLU
BAŞKAN YARDIMCISI	MAHMUT KAYA	BAŞKAN YARDIMCISI	HÜSEYİN AVNİ GÜNDÜZ
YAZMAN	ARİF DÖNMEZ	YAZMAN	HACER ÖZTURA
SAYMAN	TURAY VOLKAN AYANOĞLU	SAYMAN	ZEKİYE FERYAL GEZER
Yönetim Kurulu Üyesi	ERDEM DURMAZ	Yönetim Kurulu Üyesi	GÜLEFER METE
Yönetim Kurulu Üyesi	HATİCE ERYİĞİT	Yönetim Kurulu Üyesi	MÜMTAZ AYÇA
Yönetim Kurulu Üyesi	MUHSİN TARIK MADRAN	Yönetim Kurulu Üyesi	EGEMEN AKKUŞ
ŞUBE DENETÇİSİ	ERIM ARICI	ŞUBE DENETÇİSİ	AHMET ÖZTÜRK
ŞUBE DENETÇİSİ	FATIH MARDİNOĞLU	ŞUBE DENETÇİSİ	MEHMET GÜZEL
ŞUBE DENETÇİSİ	NAZIM GÖKHAN DALDAŞ	ŞUBE DENETÇİSİ	MEHMET EMİN ÖZGER

1954

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI ŞUBELERİ

ADANA ŞUBE
ADRES: Güzelyalı Mah. 81098 Sokak No: 1
Çukurova-Adana
TELEFON: +90 322 4583838
FAKS: +90 322 4582450
GSM: +90 533 7228001
E-POSTA: adana@emo.org.tr

ANKARA ŞUBE
ADRES: Ihlamur Sokak No: 10/1 Kızılay
Çankaya- Ankara
TELEFON: +90 312 2314474
FAKS: +90 312 2321088
GSM: +90 530 7730937
GSM: +90 530 7730938
E-POSTA: ankara@emo.org.tr

ANTALYA ŞUBE
ADRES: Meltem Mah. 3. Cd. 3808 Sk. No: 20
Antalya
TELEFON: +90 242 2376045
FAKS: +90 242 2376047
GSM: +90 530 7730944
GSM: +90 530 7730943
E-POSTA: antalya@emo.org.tr

BURSA ŞUBE
ADRES: Bursa Akademik Odalar Birliği
Yerleşkesi (BAOB) Odunluk Mah. Akademi Cad.
No: 8 16040 Merkez-Bursa
TELEFON: +90 224 4511212
FAKS: +90 224 4519899
E-POSTA: bursa@emo.org.tr

DENİZLİ ŞUBE
ADRES: Atatürk Blv İn-Ba İş Mrk. K6 No: 32
Denizli
TELEFON: +90 258 2425555
FAKS: +90 258 2418832
E-POSTA: denizli@emo.org.tr

DİYARBAKIR ŞUBE
ADRES: Aliemiri 4. Sokak Müge 6 Apartmanı
Kat:1 No: 2 Yenişehir-Diyarbakır
TELEFON: +90 412 2284620
GSM: +90 530 7730942
E-POSTA: diyarbakir@emo.org.tr

ESKİŞEHİR ŞUBE
ADRES: İstiklal Mah. Şair Fuzuli Cad. Özkal İşm.
No:36 K:2 D:1 Odunpazarı-Eskişehir
TELEFON: +90 222 2319447
FAKS: +90 222 2319447
GSM: +90 530 7730947
GSM: +90 541 2319447
E-POSTA: eskisehir@emo.org.tr

GAZİANTEP ŞUBE
ADRES: Emek Mah. 19019 Sk. No: 34/B
Şehitkamil-Gaziantep
TELEFON: +90 342 3219080
FAKS: +90 342 3229977
GSM: +90 533 5713550
E-POSTA: gaziantep@emo.org.tr

İSTANBUL ŞUBE
ADRES: Ergenekon Mah. Cumhuriyet Cad.
Adlı Han 173/3 Harbiye 34367
Şişli-İstanbul
TELEFON: +90 212 2591150
FAKS: +90 212 2583655
GSM: +90 530 7730925
GSM: +90 530 7730926
E-POSTA: istanbul@emo.org.tr

İZMİR ŞUBE
ADRES: Kazım Dirik Mah. Üniversite Cad.,
374/1 Sk No:1, 35100 Bornova-İzmir
TELEFON: +90 232 4893435
FAKS: +90 232 4454949
GSM: +90 530 7730952
GSM: +90 530 7730953
E-POSTA: izmir@emo.org.tr

KOCAELİ ŞUBE
ADRES: Ömerağa Mah. Naci Girginsoy Sk.
No: 15/3-4 İzmit-Kocaeli
TELEFON: +90 262 3254122
FAKS: +90 262 3245456
GSM: +90 530 7730954
GSM: +90 530 7730955
E-POSTA: kocaeli@emo.org.tr

MERSİN ŞUBE
ADRES: Limonluk Mah. 2417 Sk. No: 5
Yenişehir-Mersin
TELEFON: +90 324 3276871
FAKS: +90 324 3276873
GSM: +90 530 7730956
E-POSTA: mersin@emo.org.tr

SAMSUN ŞUBE
ADRES: Bahçelievler Mah. Gazanhan Sokak
No: 6 Kat: 2-3 Samsun
TELEFON: +90 362 2311977
FAKS: +90 362 2315131
E-POSTA: samsun@emo.org.tr

TRABZON ŞUBE
ADRES: İskenderpaşa Mah.
Bayraktarlar İş Merkezi Kat:3 No: 64 Trabzon
TELEFON:+90 462 3221395
FAKS:+90 462 3265092
E-POSTA: trabzon@emo.org.tr

Temsilcilik Adı	Şubesi	Temsilci ve Yardımcıları	Temsilcilik Adresi	Temsilcilik Telefon	Temsilcilik Faks
Adıyaman Temsilciliği	Gaziantep	Mustafa Öztürk, Rıza Durmuş, Berçin Mirkan, Hasan Dede, İbrahim Halil Mutlu	Yavuz Sultan Selim Mah. Mehmet Akif Cad. No:7	416 2131603	416 2140975
Afyonkarahisar Temsilciliği	Ankara	Çetin İnce, Cihan Şahin, Merve Sevim Camgöz	Dumlupınar Mah. 2. Cad. No:23/3 Tokman Apt	272 2140555	272 2142730
Ağrı Temsilciliği	Diyarbakır	Mahmut Özhan, Çağlar Kılıç, Ferhat Özkan Çapar, Hamit Sönmez, Muhammed Onur Polat	Cumhuriyet Cad. Ağrı Ticaret Merkezi K:3 No:22		
Aksaray Temsilciliği	Ankara	Faruk Bozkurt, Ramazan Koçak, Volkan Yüksel, Yılmaz Öngün	3. Nolu Belediye İşhanı Sarraflar Cad. K:2	382 2127176	
Alanya Temsilciliği	Antalya	Umut Mirioğlu, Ali Aras	Kadıpaşa Mah. Sugözü. Cd. Yılmaz Apt. No:87/1	242 5119377	242 5119377
Alaşehir İlçe Temsilciliği	İzmir	Akif Çınar, Hüseyin Cahit Kılınç	Beşeylül Mah. Hanlar Cd. No:75	236 6537665	236 6537665
Aliağa İlçe Temsilciliği	İzmir	Murat Kuzumoğlu, Ferhat Lek	Kurtuluş Mah. Fevzipaşa Cd. No:108/A	232 6165856	232 6165857
Amasya Temsilciliği	Samsun	Metin Ahsen Durusoy	Ziyapa Cad: Özkök İşmerkezi No:17/8-4	358 2122067	
Anamur Temsilciliği	Mersin	Ufuk Katık, İbrahim Çağdaş Arıcı, Ahmet Onur Kırılmaz	Yeşilyurt Mahallesi Kıbrıs Caddesi Cumhuriyet Apt. No:58/C	324 8148088	324 8148088
Artvin Temsilciliği	Trabzon	Ahmet Faruk Açıkgöz, Fatih Yaşar	Orman Bölge Müdürlüğü Makine İkmal Şb Müdürlüğü Çarşı Mah İnönü Cad No:71 Merkez	466 2126661	466 2126619
Aydın İl Temsilciliği	İzmir	Haluk Demirci, Halil Yorgalı, Orhan Arslan, Salih Eğerci	Kurtuluş Mah. 32. Sok. No:35/A	256 2124762	
Ayvalık Temsilciliği	Bursa	Mesut Nail Akın, Erol Kınık	Sural Pasajı No:48	266 3124658	266 3121251
Bakırköy Temsilciliği	İstanbul	Rasim Doğan, Reşat Murat Görgü, Ziya Torun	Zeytinlik Mah. Cumuriyetçi Sok. N:10 K:4-5	212 5612101	212 5438434
Balıkesir Temsilciliği	Bursa	Mehmet Nazmi Kacar, Selçuk Savaş, Mehmet Faik Şenergin, Yahya Tosun, Özer Doğmuş	Yıldırım Mah. 26001 Sk. Şenergin Apt. No:3 Kat:1 Daire:2 Karesi/Balıkesir	266 2442297	266 2390450
Bandırma Temsilciliği	Bursa	Murat Yazıcı, Nergis Güney, Mutlu Onganar, Melike Dönmez, Tayfun Tutar	Paşakent Mahç Şehit Şener Köksal Cad. Pervin Sitesi No:6/A-31	266 7136251	266 7136251
Bartın Temsilciliği	Kocaeli	Mahmut Demirok, Necmettin Samancıoğlu, Mustafa Dinçer	Kırtepe Mah. Cumhuriyet Cad. Ağah Bey İş Merkezi 1.Kat No:12	378 2278075	378 2278095
Batman Temsilciliği	Diyarbakır	İbrahim Yıldız, Seyithan Kaya, Çidem Cansağ, Yahya Sincar, Fırat Tüzün	Meydan Mah. 2000 İş Merkezi K:4 No:410	488 2133230	
Bayburt Temsilciliği	Trabzon	Ozan Özkan, Fatih Korkusuz, İsmail Kelleci	Türk Telekom A.Ş. Bayburt İl Müdürlüğü	458 5553000	458 5551015
Bergama İlçe Temsilciliği	İzmir	Nadir Gergin, Ali Bayram	Yeni Belediye İşhanı Zemin Kat No:12	232 6320481	232 6332878
Beylikdüzü Temsilciliği	İstanbul	Yüksel Mengünoğul, Sıddıka Ödel, Cafer Ermiş, Zeki Akbıyık	Büyükşehir Mahallesi Belediye Caddesi No:22 Beylicium Avm Kat:4 No:108 B-C	212 8728682	
Biga Temsilciliği	Bursa	Serkan Yılmaz, Selin Nehir	Hamdibey Mh. İnönü Cd. No:60 Biga/Çanakkale	286 3165028	286 3167950
Bilecik Temsilciliği	Eskişehir	Suat Zafer Meriçelli	Gazipaşa Mahallesi Osmangazi 1 Sokak No: 3/1 K:1 D:3 Merkez / Bilecik	228 2127570	228 2127570
Bitlis Temsilciliği	Diyarbakır	Umut Selçin, Abdullah Aktaş, Mehmet Sakin Yılmaz	An Telaş 17. İletim Tesisi ve İşletme Grup Müd. Tatvan Bakım ve İşletme Fatih Mah. Yeni Sanayi Yanı		
Bodrum Temsilciliği	Denizli	İsmail Sever, Toğman Bülent Manzak, Özgür Yalçın, Hikmet Arslanparçası, Mehmet Ali Timurhan	Temel Yapı İş Mkz. Toplu Konut Alanı K:2 No:1	252 3171501	252 3171501
Bolu Temsilciliği	Kocaeli	İsmail Doğandor, Erman Esentepe, Murat Armutcu	Tabaklar Mah. Ferit Talay Cad. Turisa Apt.61/1	374 2123435	374 2123435
Burdur Temsilciliği	Antalya	Mehmet Çığrı, Meltem Güler	Burç Mh. 2. Tuna Sok. Sıla Apt. No:6/B	248 2331116	248 2331116
Çanakkale Temsilciliği	Bursa	Erkan Güçyetmez, Görkem Arslan, Yücel Yaşar, Ali Rıza Sağcan, Mehmet Köşkeroğlu	Barbaros Mahallesi Troya Caddesi Yaşam Evleri D Blok No:2	286 2123399	286 2183252
Çankırı Temsilciliği	Ankara	İsmail Ulutaş	Buğday Pazarı Mah. İş Kur İş Hanı No:7/69	376 2132405	376 2132405
Çerkezköy Temsilciliği	İstanbul	Ahmet Çuhadaroğlu, Erol Çetinkaya, Cemal Demir, Zafer Tokuç	Gazi Mustafa Kemal Paşa Mah. Öztrak Cad. Doğramacı Apt. No:4 Daire:2	282 7267017	282 7267017
Çorlu Temsilciliği	İstanbul	Muharrem Okur, Doğan Turgut, Seyit Ahmet Bak, İsmail Bul, Adnan Haluk Erkan	Eski Hükümet Cad. Kurtgöz İşhanı No:2/28	282 6531666	
Çorum Temsilciliği	Samsun	Aydın Taşkın	Gazi Cd. Mahmut Akaydın İş Merkezi No:17 K:7/23	364 2240406	364 2240406
Düzce Temsilciliği	Kocaeli	Erol Topuz, Ahmet Serdar Erdem, Abdurrahman Güneş, Tuhan Tamtabak, Ayşin Kuçlu	Kültür Mh. İstanbul Cd. Spor Sk. İbrahimoğlu İş Merkezi N.129 Kat.2	380 5247404	380 5247404
Edirne Temsilciliği	İstanbul	Tarık Etker, İsmail Arda, Özgür Mercanlı	Mithatpaşa Mh. İnönü Cad. Erdi Apt. K:1 No:1	284 2136915	284 2122680
Edremit Temsilciliği	Bursa	Veysel Çağlar, Işık Çoban	İnönü Cd. 1. Sk. No:9 Kat:1	266 3739589	266 3737806
Elazığ Temsilciliği	Diyarbakır	Serhat Bilgi Özer, Selahattin Yıldız, Selcen Aydoğmuş	İzzetpaşa Mh. Şehit Binbaşı Sabri Sk. No:1/2	424 2386557	424 2380272
Elbistan Temsilciliği	Gaziantep	Turgut Taşolar, Metin Çelik, Mevlüt Şakalar, Rasıh Uğurlu	Güneşli Mah. Mevlana Cad. Kale İş Merkezi No:1/11 K:2	344 4132244	
Erzincan Temsilciliği	Ankara	Ayhan Uytun, Recep Karakoç, Ümit Aykan	Ordu Cad. Selimoğlu İşhanı No: 222	446 2142212	446 2142212
Erzurum Temsilciliği	Ankara	Namiye Sınırkaya, Emre Doğan, Ömer Yaşa	Vani Efendi Cad. Fırat İşmerkezi No:4 Daire:1 Yakutiye/Erzurum	442 2384077	442 2384077
Fethiye Temsilciliği	Denizli	Veli Önver, Sermet Mustafa Ünel, Muzaffer Lük, Damla Olgun	Tuzla Mah. 557. Sokak Emelim Yapı Koop. No:9 D:3	252 6123040	252 6123040
Finike Temsilciliği	Antalya	Doğan Yıldırım, Ramazan Oktay	Cumhuriyet Cad. Sarıbey İşhanı K: 1/2	242 8555434	
Gebze Temsilciliği	Kocaeli	Veysel Suludere, Murat Korkmaz, Murat Çiftçi, Mehmet Cüneyt Tüfekçioğlu, Pınar Demir	Tmmob Binası Adliye Cad. No: 25 0262 6444825	262 6432805	262 6444826
Giresun Temsilciliği	Trabzon	Tacettin Özkılıç, Beytullah Özbayram	Anayurt Yapı Denetim Gazi Cad.Kapu Mah.No:81/2	454 2124032	454 2124032
Gölcük Temsilciliği	Kocaeli	Recep Vasfi Sıvış, Gürcan Deniz	Merkez Mh. 19 Mayıs Cd. N.2/D Gölcük	262 4123865	262 4133215
Gümüşhane Temsilciliği	Trabzon	Hakan Bilgiç	Karaer Mah. Atatürk Cad. No:60 K:2	456 2131678	456 2131678
Hakkari Temsilciliği	Diyarbakır	Adem Çatal, Özgen Canan, Hamdullah Temel, Evren Taş	Telekom İl Müdürlüğü Tekre Kavşağı	438 5551000	438 5551000
Hatay Temsilciliği	Adana	Cem Hüzmeli, Ayhan Teker, Volkan Ömer Göçeri, Adnan Orukoğlu, Hasan Horoz	Armutlu Mah. Ufuk Sokak No:28	326 2253300	326 2251300
Iğdır Temsilciliği	Trabzon	Muhammed Taner	Cumhuriyet Mah.Zübeyde Hanım Blv. 12 5	541 8257676	
Isparta Temsilciliği	Antalya	Güner Merdan, Yavuz Büyükbayram, Mehmet Çallıoğlu	Yayla Mah. 130. Cad. No :10 Gürcan Apt. Kat 1	246 2183352	246 2183352
İnegöl Temsilciliği	Bursa	Doğan Temizkan, Sinan Özen, Metin Balaban	Osmaniye Mh. Şebboy Cd. Orkide Sokak No: 3	224 7123659	224 7123651
İskenderun Temsilciliği	Adana	Ahmet Bülent Bozdoğan, Kenan Sapmaz, Cemil Reyhaniye, İlter Tellioğlu	Çay Mah. Tayfur Sökmen Bulvarı İskenderun Plaza No:19 K:1 D:41	326 6136382	
Kadıköy Temsilciliği	İstanbul	Recep Cem Erkanlı, Mahmut Serhat Demirhan, Saadet Nurullah Güleç, Nermin Verdi	Kozyatağı Mah. Çardak Sok. Şaşmaz Sitesi B1 Blok No:2 Daire 10	216 3899595	216 3896464
Kahramanmaraş Temsilciliği	Gaziantep	Bahattin Uylukçu, Bünyamin Sağlam, Mustafa Şekkeli, Kalender Korkmaz, Ahmet Serdar Yılmaz	İsmetpaşa Mah.Yeni Hükümet Cad. No:18 Fatih İşhanı K:3/11	344 2259609	344 2219955
Karabük Temsilciliği	Kocaeli	Mehmet Erol, Ahmet Bürümcek, Sadık Ketenci	Hürriyet Cd. Mako İşhanı Kat: 3/1	370 4131055	370 4247764
Karadeniz Ereğli Temsilciliği	Kocaeli	Mehmet Ali Karanfil, İbrahim Etem Özdemir, Hüseyin Nail Zobu	Müftü Mah. Yemeniciler Sok. No:22 Kat:3 No:15	372 3230838	372 3235600
Karaman Temsilciliği	Mersin	Bünyamin Selvi, Ümit Şimşek	Tahsin Ünal Mah. Faik Kayserilioğlu Cd. Çakırlar İşh. K: 3	338 2149494	338 2133000
Kars Temsilciliği	Trabzon	Nizamettin Kara, Demirel Öncül, Yusuf Turna, Göksel Ubiç	Aras Edaş Kars İl Müdürlüğü	474 2251119	474 2251102

Kartal Temsilciliği	İstanbul	Ali İyikan, Harun Baş, Kenan Atasoy, Tuncay Özkoç, Nizamettin Demirci	Üsküdar Cad. Uras İş Merkezi No:18/4	216 5175005	216 3877033
Kastamonu Temsilciliği	Ankara	Metin Uzunkara, Ertuğrul Durna, İsmail Hakkı Özcebeci	Topçuoğlu Mah. Belediye Cad. Ekmekçiler İş Merkezi K:1 No:16/5	366 2147030	366 2147630
Kayseri Temsilciliği	Ankara	Mehmet Erdoğan, Ahmet Kemaleddin Gülcüoğlu, Özden Koparan	Serçeönü Mah. Ahmet Paşa Cad. Mühendisler İşhanı K:7 No:702	352 2318181	352 2318294
Kemalpaşa İlçe Temsilciliği	İzmir	Mükremin Zülkadiroğlu, Levent Özcan	İzmir Kemalpaşa Organize Sanayi Bölgesi Gazi Bulvarı No:15 Kemalpaşa / İzmir		
Keşan Temsilciliği	İstanbul	Ömer Bağcıoğlu, Şahin Gökhan Kara, Mustafa Kemal Tezcan, Can Meriç	Yukarı Zaferiye Mahallesi Paşayiğit Cad No:32-A/103 Kat:4	284 7149832	284 7148595
Kırıkkale Temsilciliği	Ankara	Niyazi Çopur, Fahriye Günaydın, Onur Utku Sevinç	Yenidoğan Mah. Barboros Hayrettin Cad. Özak Pasajı No:8 K:3	318 2254046	318 2254046
Kırklareli Temsilciliği	İstanbul	Can Yazıcı, Nilgün Elçi	Karakaş Mah. Yeni Gürpınar Pasajı K:2 No:48	288 2142701	288 2122701
Kırşehir Temsilciliği	Ankara	Mustafa Akgül, Barış Ordu	Ahi Evran Mahallesi M.Ali Yapıcı Bulvarı Kırşehir Apt. Kat:5 N:23	386 2125858	386 2125858
Kilis Temsilciliği	Gaziantep	Mehmet Aşkın, Halil İbrahim Yeşildal, Mehmet Nur Cantaşdemir		505 2947891	
Konya Temsilciliği	Ankara	Sait Şahin, Hacı Mehmet Azizoğlu, Mehmet Karabacak, Hatice Dikici, Ethem Konar	Nişantaşı Mah. Nüve İş Mkz. B Blk. K:7 No:704	332 2338453	332 2388799
Konya-Akşehir Temsilciliği	Ankara	Cihan Demiral, Taner Somuncu, Mustafa Aykut Başoğlu	Cevdet Köksal Cad. No:7	332 8133159	332 8133637
Konya-Ereğli Temsilciliği	Ankara	Ali Turhan, İsmail Yalçın	Hacı Mütahir Mah. Çınar Sok. İlkay İşhanı Kat:3 No:13	332 7134454	332 7134454
Kuşadası İlçe Temsilciliği	İzmir	Ergun Sakarya, Burak Nalbantoğlu, İbrahim Kovancı	Cumhuriyet Mah. Minare Sokak No:22 Kat:1 D:2	533 6005543	
Kütahya Temsilciliği	Eskişehir	Yaşar Varmaz, Nurullah Bozdağ, Efe Ünlükaya	Ali Paşa Mahallesi Fatih Sultan Mehmet Bulvarı Beyaz Enerji İş Merkezi A Blok No:12.-14 K.:3 D.:24	274 2160042	274 2160042
Lüleburgaz Temsilciliği	İstanbul	Yaman Uçar, Mustafa Arı, Bülent Zafer Seber, Emrah Yiğit, Erhan Büyükyılmaz	Yeni Mah. Fatih Cad. No:35 K:2	288 4128043	288 4128043
M.Kemalpaşa Temsilciliği	Bursa	Kemal Şenışık, Necmi Kenar, Fikret İlter	Sabribey Mh. Demirciler Cd. No:2 Kat:2	224 6134679	
Malatya Temsilciliği	Diyarbakır	Mehmet Zeki Hedekoğlu, Murat Köseoğlu, Seçil Aksoy, Ahmet Haluk Yılman, Seçil Aksoy, Tuğba Atsız	Niyazi Mahallesi Mısri Cad. Topçuoğlu Apt. No:201/1 No:11	422 3259320	422 3259320
Manavgat Temsilciliği	Antalya	Abdullah Cengiz, Abdullah Aydın	Atatürk Caddesi Eryıldız İş Merkezi K:3 No:44	242 7430006	242 7430006
Manisa İl Temsilciliği	İzmir	Demirhan Gözaçan, Mehmet Zafer Önceyiz, Melih Cem Kara, Erdoğan Koldaş, Doruk Yavaş	1.Anafartalar Mh. 1701 Sk. No:9/A	236 2345809	236 2391860
Mardin Temsilciliği	Diyarbakır	Neslihan Çiçek, Serhat Ceylan, Murat Taş	13 Mart Mah. Vali Ozan Cad. Aksa İş Merkezi No:38 K:1 No:1	482 2124165	482 2132158
Marmaris Temsilciliği	Denizli	Fahri Erdinç Ünal, Ozan Eryavuz, Hayrettin Yalçın Yaylalı	Yunus Nadi Cad. No:86 Armutalan	252 4135999	252 4135999
Milas Temsilciliği	Denizli	Emrullah Tuna, Gürcan Özer, Gürcan Özer	Hacı İlyas Mahallesi Ulusal Egemenlik Caddesi Tuna İş Merkezi No:14/8	252 5130532	252 5130532
Muğla Temsilciliği	Denizli	Muhsin Tarık Madran, Behlül Koca, Emrah Azdemir, Emrah Demir, Mehmet Kürşad	Şeyh Mahallesi İsmet İnönü Caddesi Zihni Derin İşhanı No: 6/101	252 2148069	
Nazilli İlçe Temsilciliği	İzmir	Mustafa Gürhan Şenbak	Altıntaş Mahallesi 147. Sokç No:5/B	256 3154438	256 3154438
Nevşehir Temsilciliği	Ankara	Tamer Kaçak, Ali Babaoğlu, Özlem Bahadır, Yüksel Duruer	Yeni Kayseri Cd. Sahil İşhanı K:5 No:66	384 2127670	384 2136996
Niğde Temsilciliği	Mersin	Işık Öztürk, Lutfi Sevim, Sibel Songur, Cihan Ekebaş	Esenbey Mh. Giray Sk.Bahadır İş Merkezi K:1 No:6	388 2328553	
Ordu Temsilciliği	Samsun	Volkan Türkmen, Barış Türker, Mehmet Akçiçek	Bahçelievler Mah. Yunus Emre Cad. No:50/A	452 2338252	452 2338252
Ortaca Mesleki Denetim Bürosu	Denizli	Reşat Kundakçı	Yerbelen Mahallesi Muğla-Fethiye Karayolu Caddesi Tem Elektrik Blok No: 190 İç Kapı No: 3	252 2820520	252 2820520
Osmaniye Temsilciliği	Adana	Fatma Aki, Arda Candemi Hasan Döner	Raufbey Mh. Alparslan Türkeş Cd. Görücüler Sitesi Zemin Kat No:95	328 8137011	
Ödemiş İlçe Temsilciliği	İzmir	Mete Önbaşlı, Hüseyin Seçen, Erkan Acar	Akıncılar Mah. Kültür Cad. Yağcı İşhanı No:4/Z-13	232 5087878	232 5087878
Polatlı Temsilciliği	Ankara	Ahmet Konuk, Ümit Çeliker	Yeni Mahalle Eti Caddesi No:63/1	312 6238207	312 6238290
Rize Temsilciliği	Trabzon	Mehmet Aygün, Mehmet Aydın, Serkan Birben	Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş. Rize İl Müdürlüğü	464 2130596	464 2130607
Sakarya Temsilciliği	Kocaeli	Halil Atay, Bilgin Köroğlu, Zakir Onur Şenel, Turgay Demirgövde, Şamil Aykut	Karaağaç Cad. Özkaynak İşhanı No:60 K:2	264 2777530	264 2777531
Salihli İlçe Temsilciliği	İzmir	Azim Şahin, Teoman Abrak	Mithatpaşa Mah. 18. Sok. No:4 K:2	236 7139720	236 7139719
Silifke Temsilciliği	Mersin	Ekrem Onur Kozan, Yusuf Taşeli, Emin Ümit Gür, Doğan Sayar	Saray Mah. Sanatçılar 2 Sk. Mazhar Tol İş Hanı No:2/105	324 7148325	324 7148325
Sinop Temsilciliği	Samsun	Koray Keseroğlu, Saygın Doğan	Sakarya Cad. Batur Sok. No:36	368 2613033	
Sivas Temsilciliği	Ankara	Ahmet Şenyurt, Sevgi Yörük, Hüsnü Özdamar, İsmet Çağlayan	Sirer Cd. Çitil Apt. K:2 No:8	346 2230933	346 2237429
Soma İlçe Temsilciliği	İzmir	Taylan Onur Zeybekoğlu, Cem Tabak, Cumhur Çakır	E.L.İ. Ege Linyitleri Müessese Müdürlüğü	236 6132326	
Söke İlçe Temsilciliği	İzmir	Mustafa Usluyüz, Tamer Dirmilli	Kemalpaşa Mh. Ömer Koyuncu Cd. No:3/205	256 5120111	256 5182871
Şanlıurfa Temsilciliği	Diyarbakır	Necati Kırmızıtoprak, Hülya Tuğalan, Mehmet Emin Göllü, Ayşe Funda Yağmur	Bamyasuyu Mah. 147. Sok. Stad Apt. B Blok K:7 No:14	414 3164527	414 3164527
Şereflikoçhisar Temsilciliği	Ankara	Ahmet Tokgöz	Ekici Tekke Çeşme Cd. Nevzat Tekin İşh. No:5/4	312 6879736	312 6879736
Şırnak Temsilciliği	Diyarbakır	Goman Sarıyıldız, Ahmet Açar, Rıdvan Erkul	Şah Mahallesi Hökenek Caddesi Sarıyıldız Pasajı No:27	486 6169597	
Şişli Temsilciliği	İstanbul	Hüseyin Özcan, Ahmet Cem Yazıcı, Alparslan Karaaslan, Elif Ertikmen, Bilge Özkan, Egemen Kılıç	Perpa Ticaret Merkezi A Blok Kat: 14 - Okmeydanı	212 2205773	212 2207198
Tarsus Temsilciliği	Mersin	Nuri Bayülgen, Cumali Türkeri, Ömer Tunçsel Nernekli	Hilmi Seçkin Bulvarı Canataroğlu Apartmanı 2/3	324 6146400	
Tekirdağ Temsilciliği	İstanbul	Tamer Özdemir	Belediye İşmerkezi N:604	282 2625097	282 2625097
Tire İlçe Temsilciliği	İzmir	Nejat Bozkurt	Yeni Mah. Fevzipaşa Cad. No:9 K:2	232 5116247	
Tokat Temsilciliği	Ankara	Doğan Atay, Süleyman Engin, Tuncay Arslan, Mustafa Zahid, Serkan Bilgiç, Özcan Alabaş	Ali Paşa Mah. Mithatpaşa Cad. No:9 K:3	356 2120575	356 2120576
Torbalı İlçe Temsilciliği	İzmir	Hüsamettin Güner	Tepeköy Mh. İnönü Cd. No:58	232 8564490	232 8554867
Tunceli Temsilciliği	Diyarbakır	Yılmaz Gök, Ali Şevket Sönmez	Tunceli İl Özel İdaresi Müdürlüğü	428 2132120	
Turgutlu İlçe Temsilciliği	İzmir	Sadık Erdem İşlek, Erdem Akçağlar	Yılmazlar Mah. Avukatlar Sok. No:16/B Turgutlu / Manisa	532 060368	
Uşak Temsilciliği	Denizli	Birol Yıldırım, Bekir Kürşad Dülger, Seda Coşkun Yatkın, Devrim Helvacıoğlu, İrfan Yaşar Dukul	Köme Mh.Belediye İş Hanı K:3 No:161	276 2232005	276 2232005
Van Temsilciliği	Diyarbakır	Süleyman Balkan, Mehmet Nuri Yavuz, Murat Aydıncioğlu, Yalçin Tokgöz, Muhammed Sait Fırat Keskin	Hastane Cad. 1438 Çavuşbalı Sok. Nedimodabaşı Ticaret Merkezi B Blok K:5 No:63	432 2152725	432 2152725
Yalova Temsilciliği	Bursa	Engin Çetinbaş, Ercüment Ekrem Bozkurt, Feridun Toparlak, Rezan Dikici, Gökhan Kaya, Volkan Çelik, Metin Aydın	Süleyman Mah. Cengiz Koçal Cad. No: 9/6 Merkez/Yalova	226 8113701	226 8113701
Yozgat Temsilciliği	Ankara	Recep Avcu, İsa Köker	Aşağı Nohutlu Mah. Bahattin Çokdeğerli Cad. Zafer İş Merkezi No:11/3	354 2128687	354 2129355
Zonguldak Temsilciliği	Kocaeli	Bülent Özgümüş, Hakan Kaya, Nuri Özel	Tahirkaraoğuz Sokak Birlik İşhanı No:203	372 2524561	372 2524561

KARİKATÜRLER

Mehmet Saim Bilge

Kobi Takip
yazılım

MÜHENDİSLİK OFİSLERİ İÇİN

PROJE YÖNETİM ve TAKİP SİSTEMİ

GÜÇLÜ, GÜVENLİ ALT YAPISI - MOBİL, TABLET ve PC UYUMLULUĞU
HER YERDE ULAŞILABİLİR YAPISI - OTOMATİK YEDEKLEME SİSTEMİ

Çalışanlarınızın yaptıkları işlerin durumlarını raporlar.

Projelerinizi her adımda her an kontrol etmenizi sağlar

Müşterilerinize projeleri ile ilgili tüm süreci takip etmesini sağlar.

Çavuşoğlu Mahallesi Namık Kemal Caddesi 8/A Kartal-İSTANBUL
(0216) 517 74 84 info@kobitakip.com www.kobitakip.com

18 experience

POWER® ELEKTRONİK

Endüstriyel Güç Sistemleri
Industrial Power Solutions

Güç her zaman, her yerde

Power anytime, anywhere

1-25 mVA Kadar Ups ve
Redresör Çözümlerimiz

Armağan Evler Mah. Samanyolu Cad. İpekçi Sok. No:12 Power Plaza - Ümraniye / İstanbul - TÜRKİYE

0 216 481 66 99 (pbx) 0 312 473 27 70 info@powerelektronik.com.tr www.powerelektronik.com.tr