



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



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

SES, IŞIK ve GÖRÜNTÜDE PROFESYONEL ÇÖZÜMLER

MİMARİDE AKUSTİK TASARIM ve UYGULAMALAR



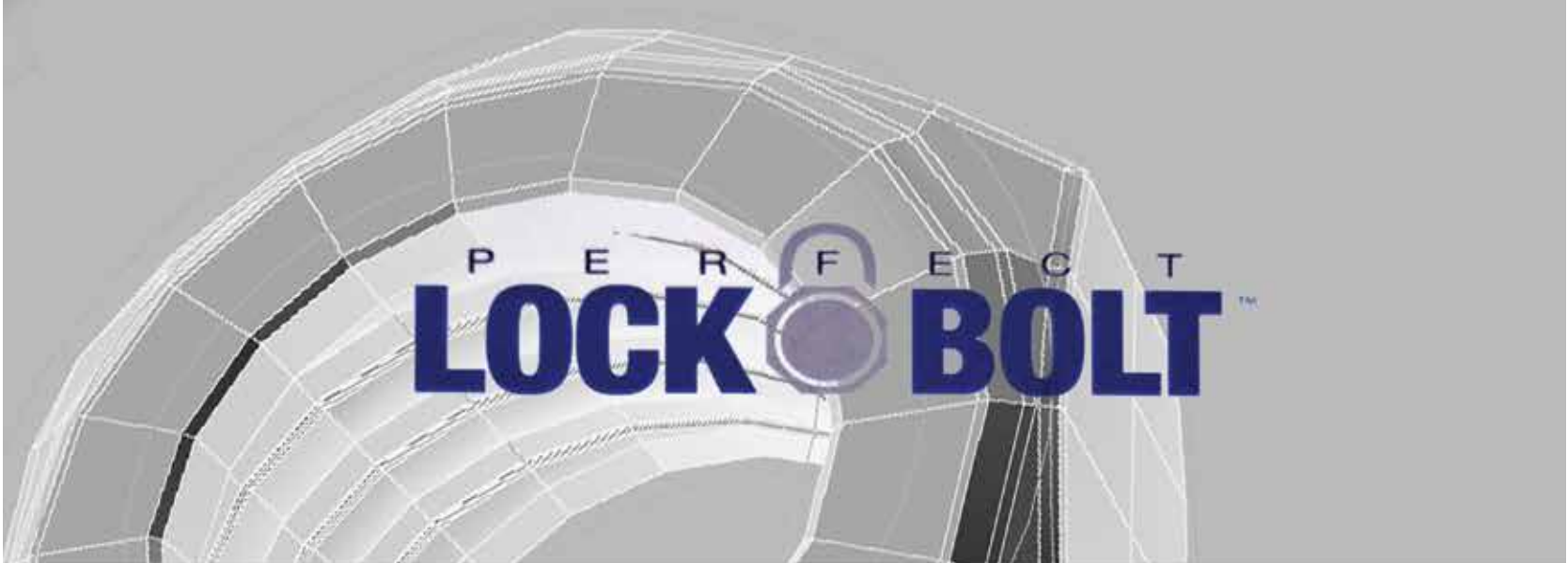
Profesyonel Seslendirme
Sahne Işık Sistemleri
Projeksiyon Görüntü Sistemleri
Simultane Sistemleri
Başkan Delege Sistemleri
Kamera Kayıt Sistemleri
Genel Seslendirme Sistemleri

Konferans Salonları
Kültür Merkezleri
Tiyatro Salonları
Sinema Salonları
Amfi Tiyatrolar
Oteller
Fuar Alanları

Eğitim Salonları
Spor Salonları
Eğlence Merkezleri
Alışveriş Merkezleri
Üniversiteler
Okullar
Hastaneler
Fabrikalar

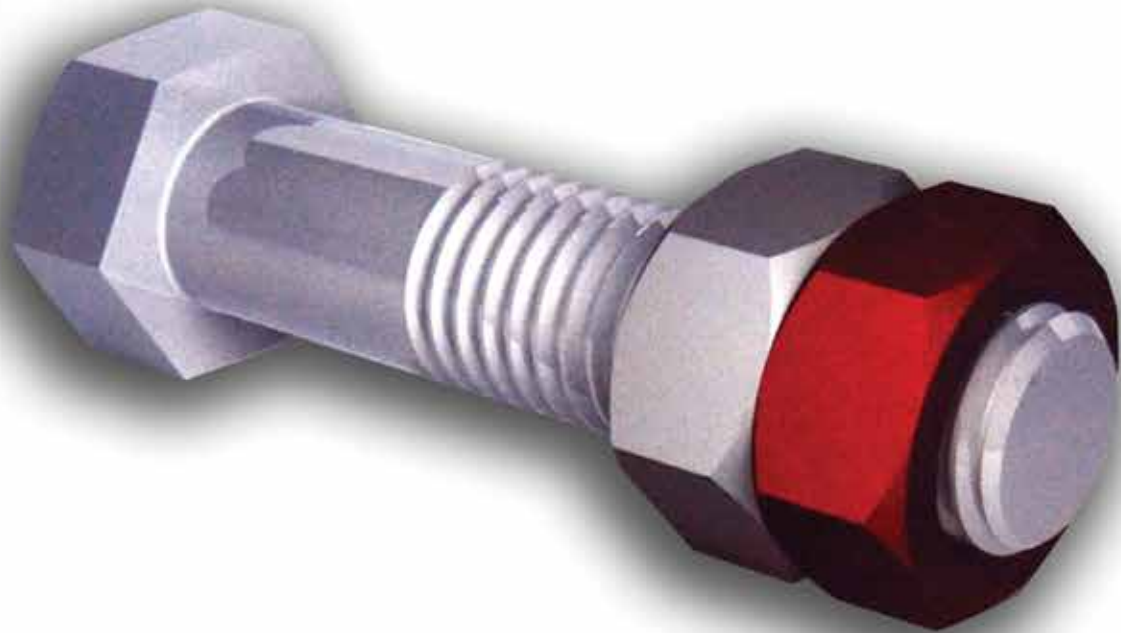
SESSAN

Piyale Paşa Mahallesi Baruthane Caddesi
Stad Sokak No: 27/3 Okmeydanı 80380 - İstanbul / Türkiye
T: +90 (212) 253 66 95 - 235 74 56 - 253 39 81 - 256 35 33 - 253 79 88
F: +90 (212) 256 55 98
www.sessan.com.tr



PERFECT **LOCK BOLT™**

vibration resistant
dual threaded | mechanical lock | rolled threads
designed for repeated use | exceeds industry standards
built to specification



Made in Japan

Perfect Lock Bolt™

Simply the best vibration-resistant
bolt on the market!



**AĞARTAN
ENERJİ**



GÜÇ MÜHENDİSLİK
SAN.TİC.LTD.ŞTİ.

TÜRKAK'TAN AKREDİTE MUAYENE PROJE DANIŞMANLIK HİZMETLERİ

İzmit Sanayi Sitesi 13.Blok No:17
İzmit / KOCAELİ
Tel: 0262 335 53 78 Fax : 0262 335 53 79
E-mail: info@gucmuhendislik.com
www.gucmuhendislik.com

- TOPRAKLAMA ÖLÇÜMLERİ (AKREDİTE)
- YILDIRIMDAN KORUNMA SİSTEMLERİ MUAYENELERİ (AKREDİTE)
- TERMOGRAFIK MUAYENELER (AKREDİTE)
- HİDROLİK PLATFORMLU ARAÇLARDA SEPET VE BOM İZOLASYONU TESTLERİ (AKREDİTE)

- KABLO TESTLERİ (AC/DC HIPOT - İZOLASYON)
- ELEKTRİK MOTORU TESTLERİ
- SEBEKE ANALİZLERİ / HARMONİK ANALİZLERİ
- KATOTİK KORUMA SİSTEMLERİ ÖLÇÜMLERİ
- TESİSAT UYGUNLUK ANALİZLERİ
- EX-PROOF TESİSAT KONTROLLERİ

Akredite
Muayene
Kurumu



TEST BAKIM ONARIM KURULUM HİZMETLERİ

● TRANSFORMATÖR SAHA TESTLERİ

(İZOLASYON TESTİ - ÇEVİRME ORANI
SARGI DİRENCİ - POWER FACTOR TESTİ)

● TRANSFORMATÖR YAĞ TESTLERİ

(İDEALİNE GERİLİMİ - İÇ YÜZEY GERİLİMİ - GÜÇ FAKTÖRÜ
RENK TAYİNİ - VİZKOZİTE - SU MİKTARI- TOPLAM ASİTİ)

- TRAFO YAĞ TRETMANI
- TRAFO - HÜCRE BAKIMLARI
- KESİCİ TEST VE BAKIMLARI
- TRAFO ONARIMI VE BOBİNAJİ
- TAAHHÜT VE MONTAJ
- AC/DC MOTOR BOBİNAJİ

Sepetlipınar Mah. Arpacık Cad.
No:118 26. Blok No:15 Başiskele /KOCAELİ
Tel: 0 262 502 00 72
e-mail: info@gucgrup.com
www.gucgrup.com



GÜÇ
TRANSFORMATÖR
SAN.TİC.A.Ş.



ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

TMMOB
Elektrik Mühendisleri Odası adına
SAHİBİ
Yönetim Kurulu Başkanı
Hüseyin Yeşil

SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
Hüseyin Önder

YAYIN KURULU
Hüseyin Yeşil
Hüseyin Önder
Kübülay Özbek
Bahadır Acar
İbrahim Aksöz
Yusuf Gündoğan
Kadir Özkan
İrfan Şenlik
Musa Çeçen
Cem Kükey
Belgin Türkay
Hacer Şekerci
Tayfun Akgül
E. Orhan Örcü
Kemal Bekir Ulusaler
Necati İpek
Tarık Öden
Olgun Sakarya
Onur Koçak
Emre Metin
Mustafa Serdar Çınarlı
Nedim Bülent Damar

YAYIN YÖNETMENİ
Banu SALMAN

YAYINA HAZIRLAYANLAR
Bahar TANRISEVER
Kahraman YAPICI
Necia DULKADİROĞLU

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
İhlamur 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
2 Eylül 2016-12:00
SAYI: 458

BASIM ADEDİ
10000

DİZGİ ve TASARIM
PLR

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

BASKI YERİ
GOLDEN Medya Matbaacılık Hizmetleri
100 Yıl Mas-Sit 1.Cad. No: 88 Bağcılar-İstanbul
Tel: (0212) 629 00 24 Pbx Faks: (0212) 629 20 13
e-posta: golden@goldenmedya.com.tr

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

Kapak fotoğrafı <https://www.bluewin.ch/de/leben/nachhaltigkeitsblog/2013/elektroautos-aufderueberholspur.html> sitesinden alınmıştır.

EMO üyelerine parasız dağıtılır.

İÇİNDEKİLER

EMO'dan.....	7
Hüseyin Yeşil	
EDİTÖRDEN	
ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN GELECEĞİ	9
İrfan Şenlik	
ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİSİ ve PİL YÖNETİM SİSTEMİ-İNCELEME	
Yusuf Muratoğlu, Alkan Alkaya	
YERLİ ÜRETİM YOK, SATIŞ AZ	15
Banu Salman	
"GERİ DÖNÜLEMEZ NOKTADAYIZ"	18
Bahar Tanrısever	
MEVZUATTA ELEKTRİKLİ ARAÇLAR.....	23
ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN YÖNETMELİK ÇALIŞMASI.....	24
ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN BATARYA DOLUM SİSTEMLERİNDE KULLANILAN	
TEMASSIZ GÜÇ AKTARIM SİSTEMLERİ	27
M. Timur Aydemir	
LİTYUM-İYON BATARYALAR KULLANIM DIŞI.....	34
Winfried W. Wilcke, Ho-Cheol Kim	
KENT İÇİ RAYLI ULAŞIM SİSTEMLERİ	37
İrfan Şenlik	
ELEKTRİKLİ OTOBÜSLER TOPLU TAŞIMA MALİYETLERİNİ DÜŞÜRECEK	40
Kahraman Yapıcı	
FARKLI ELEKTRİK MOTORLARINDA TEK BİR SÜRÜCÜ İLE GENELLEŞTİRİLMİŞ	
ALGILAYICISIZ HIZ DENETİMİ ve UYGULAMASI.....	42
Derya Ahmet Kocabaş	
TEK ŞARJLA 417 KM'LİK MENZİL	46
Bahar Tanrısever	
"FÜTÜRİSTİK YAYINLARI TAKİP EDİN"	49
Banu Salman	
YÜK BESLEME MALİYET ANALİZİ AÇISINDAN, Li-FePO ₄ TABANLI	
ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMİ İLE DİZEL ELEKTRİK JENERATÖRÜNÜN	
KARŞILAŞTIRILMASI.....	52
Taner Çarkıt	
TERMAL VIDEO GÖRÜNTÜLEME.....	56
Bayram Demirci, Ceren Korkmak	
ELEKTRİK İSTATİSTİKLERİ.....	58
KİTAP TANITIMI	59
Hazırlayan: Necia Dulkadiroğlu	
FENNİKARİKATÜRLER.....	64
Tayfun Akgül	



B	D	LPG	E
BENZİN	DİZEL	LPG	ELEKTRİK
4,32 TL	3,66 TL	2,38TL	0,33 TL

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

www.misem.org.tr

MiSEM www.misem.org.tr
MESLEK İÇİ SÜREKLİ EĞİTİM MERKEZİ

2016

12 YILDA
TOPLAM

2613 EĞİTİM
45621 KATILIMCI

3

166
EĞİTİM
2782
KATILIMCI

2

282
EĞİTİM
4441
KATILIMCI

1

306
EĞİTİM
5027
KATILIMCI

4

163
EĞİTİM
3813
KATILIMCI

5

43
EĞİTİM
749
KATILIMCI

2015

2013

2010

2007

2004

EMO'dan...

Hüseyin Yeşil

EMO 45. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı

Değerli meslektaşlarım,

Son üç ayda yaşadıklarımızı değerlendirmek, bir derginin başyazısına sığamayacak kadar geniş kapsamlı, çetrefilli ve baş döndürücü bir uğraş...

Öncelikle belirtmeliyim ki Elektrik Mühendisleri Odası olarak 15 Temmuz Darbesi'ne bütün gücümüzle karşıyız. Darbeye karşı olduğumuz kadar otoriterleşmeye ve darbe bahane edilerek "cadı avına" çıkılmasına da karşıyız. Çünkü darbenin getireceği düzen demokratik hakların yok edilmesi, otoriterleşme ve bir grubun çıkarlarının kamunun çıkarlarından üstün tutulması demektir. Bunlara yol açacak her türlü antidemokratik adıma karşıyız.

Ne yazık ki ülkemizin yaşadığı sorun, ilkesel bir sorundur. Darbenin kaynağı da budur. "Bugün benim çıkarlarıma yarıyor" diye geçit verilen her türlü uygulama ve imtiyaz toplumuzda büyük hasara yol açmaktadır. İster ikna mekanizmasıyla ister zor kullanılarak yapılsın dinsel her türlü baskı ortamının ortadan kaldırılması gerekmektedir. Eğitim başta olmak üzere yargı ve kamu kurumlarının dinsel örgütlenmelerden arındırılması şarttır. Demokratik bir düzen oluşturulması için laiklik esastır. Bu temelin üzerine kamunun çıkarlarını koruyacak siyasal ve ekonomik bir sistem kurulması gerekmektedir. Burada öncelikli nokta hukuk sisteminin ve basın bağımsızlığıdır.

Ne yazık ki içinde bulunduğumuz dönemde gazeteler kapatılmakta, gazeteciler gözaltına alınmakta hatta tutuklanmaktadır. Üstelik zaten sorunlu olan hatta bağımsız olmayan yargı sistemimiz ile bu uygulamalar yapılmaktadır.

Yıllarca birlikte TMMOB Yönetim Kurulu Üyesi olarak görev aldığımız Harita Mühendisleri Odası Üyesi Nail Güler bu fırsattan faydalanılarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ndeki görevinden açığa alınmıştır.

Nail Güler'e FETÖ Üyesi demek akıllara ziyan bir durumdur. Daha ne kadar devrimci demokrat çalışanın bu uygulamalarla karşı karşıya geldiğini bilmiyoruz... Yıllarca FETÖ örgütlenmesine her yerde karşı çıkan arkadaşlarımız FETÖ torbasına konularak gözaltına alınmakta, işlerinden edilmektedirler. Kısaca "cadı avı" olarak adlandırılan bu tür uygulamalar; FETÖ ile mücadeleyi bizzat engelleyen, korku imparatorluğu kurulmuş olan ülkemizde toplumsal güveni derinden sarsan, tam da darbecilerin işine yarayan politiklardır.

Uzun yıllar önce başlayan cemaat örgütlenmesi özellikle 12 Eylül 1980 Darbesi ile ivme kazanmıştır. Darbe sonrasında işbaşına gelen iktidarların tamamı da cemaate desteğini esirgememiş hatta bu konuda yarışmışlardır. Devlet kurumlarındaki cemaat örgütlenmesinin asıl tepe yaptığı dönem ise 14 yıllık AKP iktidarı olmuştur. Hükümet ve AKP yetkilileri de "Bu hatanın işlenmesindeki en büyük pay, yani yüzde 90 pay bize aittir" diyorlar; halktan özür diliyorlar. Olup bitenler bu şekilde geçiştirilemez. İsveç'te bir bakan alkollü araba kullandığı tespit edildiği için hemen istifa etti. Onun için biz de diyoruz ki bu örgütlenmenin bu kadar büyümesine öyle ya da böyle yardımcı olan bütün siyasiler istifa etmelidirler. Demokratik bir yönetimde ve Cumhuriyet'in eşitlik anlayışı çerçevesinde; birinin özüne inanıp kabul etmek, diğerini hapse atmak; hele de hukuken suç teşkil ettiği düşünülen eylemlerin özürle ortadan kalkacağını düşünmek abesle iştir.

Geldiğimiz noktada darbe bahane edilerek TBMM devre dışı bırakılmış ve OHAL ilan edilmiştir. Zaten kullanmakta büyük sorunlar yaşadığımız demokratik haklarımızı da kullanamaz hale geldik. OHAL sürecinde neoliberal politikalarla uyumlu pek çok ekonomik karar da hızla yürürlüğe sokulmakta, "darbe girişimi olmuş olması" nedeniyle bu ekonomik kararların sorgulanması dahi yapılamamaktadır. Darbelerin tarihine bakılırsa hemen arkasından geniş halk kitlelerini ekonomik olarak darboğaza sokan, sermaye kesimine kaynak aktarımı yapan düzenlemeler yapıldığı görülecektir. Şimdi darbe gerçekleşmemiştir; ama bu düzenlemeler bir bir yapılmaktadır. Çalışanların geçmişten iyi bildikleri zorunlu tasarruf,

konut edindirme yardımı gibi kesintiler, bu kez bireysel emeklilik şirketlerine kaynak yaratmak üzere zorunlu sigorta uygulaması olarak devreye sokulmuştur. Özel bütçeli tüm kamu kurum ve kuruluşlarını özelleştirme kapsamına alarak bu kurumların varlıklarını haraç-mezat satmayı planlayan Hükümet, gelen tepkiler üzerine geri adım atmıştır. Aralarında EPİAŞ, EÜAŞ, TEDAŞ, TEİAŞ, TETAŞ ve TEMSAN'ın da bulunduğu birçok kuruluşun özelleştirilmesine ilişkin madde TBMM Genel Kurulu'ndaki görüşmeler sırasında Torba Yasa'dan çıkarılmıştır. Kamunun kaynaklarının iktidar yandaşı şirketlere aktarılmasına olanak sağlayacağı gerekçesiyle eleştirilen Varlık Fonu düzenlemesi ise TBMM'de kabul edilerek yasalaşmıştır.

EMO olarak; bütün bu gerçekleri bilerek, bugüne kadar olduğu gibi kamunun çıkarlarının yanında demokratik bir toplum talebimize sahip çıkarak yolumuza eskiden olduğu gibi devam edeceğiz. Bu mücadele; mesleki birlikteliğimizi ve örgütlü yapımızı sağlam tutmayı gerektirmektedir. Bu çerçevede planladığımız mesleki etkinliklerimizi inadına daha da başarılı kılmak için bütün gücümüzle çalışacağız. Koordinasyon kurullarımızı zamanında yapacağız. Danışma Kurulumuzu da Ocak 2017'de gerçekleştireceğiz. Ayrıca örgütsel bütünlüğümüzü güçlendirmek üzere aldığımız; EMO Yönetim Kurulu toplantılarını şube yönetim kurulları ile birlikte yapma kararımız gereğince bugüne dek Antalya, İzmir ve İstanbul şubelerimizde toplantılar gerçekleştirdik. Diğer şubelerimizle de bu ortak toplantıları yapacağız. Kısaca üyelerimizle daha da sık birlikte olmak için bütün olanakları kullanacağız.

Odamızın mesleki alanlarındaki yetkilerini kullanmak üzere EMO Genel Kurulu'nda alınan kararlar doğrultusunda çalışmalarımızı sürdürüyoruz. Asansör periyodik kontrollerine ilişkin mühendislerin akredite olan Personel Belgelendirme Kuruluşlarınca belgelendirilmesine yönelik zorunluluk kapsamında yaptığımız girişimler sonucunda Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın 15 Ağustos 2016 tarihli yazısıyla EMO ve MMO; asansör muayene elemanlarının eğitimi ve belgelendirilmesi faaliyetleri konusunda yetkilendirilmiştir.

Yine Genel Kurulumuzda alınan karar gereğince Personel Belgelendirme Kuruluşu akreditasyonu ile ilgili çalışmalarımız devam ediyor. Ekim ayı içerisinde TÜRKAK başvurusunu yapmayı planlıyoruz.

Mesleki alanlarımızda yaşanan sorunlardan bir tanesi de, Türkiye'de üretilen ürün, hizmet ve sistemlerin denetimiyle ilgili yeterli norm bulunmaması nedeniyle yaşanan dışa bağımlılıktır. Bu alanda yaşanan sıkıntılar ve gereksinimi göz önüne alarak; Ana Yönetmeliğimizin "Odanın Amaçları" başlıklı 7. Maddesi'ndeki, "Meslekle ilgili standartları, normları, yönetmelik ve teknik şartnameleri, sözleşme tiplerini ve benzeri tüm bilimsel evrakı incelemek, bunların değiştirilmesi, geliştirilmesi ve yenilerinin oluşturulması yolunda çalışmalar yapmak" hükmü uyarınca harekete geçtik. EMO Yönetim Kurulu olarak; yeni bir yapılanmaya gitme kararı aldık. Yönetim Kurulumuzun 12 Ağustos 2016 tarihli toplantısında; mühendislik hizmetleri ile sistemlerin niteliği ve uygulamalara ilişkin normları hazırlamak ve yayımlamak amacıyla Elektrik Mühendisleri Odası Norm Geliştirme Merkezi kurulmasına yönelik hazırlık çalışmaları yapılması kararlaştırıldı.

Dergimizin bu sayısında da mesleki alanımızın geleceğini ilgilendiren bir konuyu ele aldık. Elektrikli Araçlar, Pil Teknolojileri ve Güç Elektroniği ana başlığı altında gelinecek noktayı anlatmaya ve konunun ilgili taraflarının görüşlerine yer vermeye çalıştık. Elektrikli araçlar, Türkiye için gelişen bir alan olup mühendis meslektaşlarımıza yeni bir iş alanı sağlamaktadır. Meslek alanlarımızın tümünde olduğu gibi bu alanda da mühendisin yetki ve sorumluluklarının tanımlanması önemli bir ihtiyaç olarak görünmektedir. EMO ve MMO'nun yetki kapsamına giren bu alana yönelik olarak geçen dönem "Elektrikli Kara Araçları ve Bu Araçların Şarjlarına Dair Elektrik Mühendisliği Hizmetleri Yönetmeliği" hazırladık ve Resmi Gazete'de yayımlanmak üzere TMMOB'ye gönderdik. Henüz TMMOB'de değerlendirme aşamasında tutulan bu yönetmeliğin bir an önce değerlendirilip yayımlanması da hem mesleki alanımız hem de elektrikli araçlar konusunda ülkemizin gelişim sağlaması için önemli bir kazanım olacaktır.

Bu sayımızın hazırlanmasında emeği geçen Dosyamızın Editörü İrfan Şenlik arkadaşımıza, makaleleri ile dergimizi zengin kılan yazarlara ve derginin mutfağında çalışan Basın Birliğimizdeki Banu Salman ve Bahar Tanrısever'e çok teşekkür ederiz.

Yaşasın EMO ve TMMOB örgütlülüğü,
Yaşasın eşit, özgür ve demokratik Türkiye mücadelemiz!
Saygılarımla...

EDİTÖRDEN

İrfan Şenlik
Elektrik Mühendisliği Dergisi Yayın Kurulu Üyesi
irfan.senlik@emo.org.tr

ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN GELECEĞİ

Enerjinin çevreye olabildiğince az zarar verecek biçimde yüksek verimle üretimi ve tüketimi, üzerinde çalışılan en önemli konulardan biri olmuştur. Günümüzde belirtileri iyiden iyiye hissedilmeye başlanan küresel iklim değişikliğinin etkileri kabul edilen bir gerçektir. Araçlarda kullanılan fosil yakıtların ve buna bağlı karbon emisyon değerlerinin küresel ısınmadaki rolünü fark eden üreticiler, etkin önlemler almaya başladılar. Otomotiv endüstrisinin geleceği artık küresel iklim değişikliği ve enerji sorunlarının etkisinde belirlenmektedir.

Yüksek başarımlı ve aşırı konfora dayanan otomobil kavramının değişmesi, insanları enerji verimi yüksek, çevreye zarar vermeyen, sessiz, kullanıcı gereksinimlerine göre tasarlanmış taşıtlara yönlendirmektedir. Sınırlı kaynakların verimli tüketimini dikkate alan ve çevre uyumlu ürünlerden biri de elektrikli araçlardır. Elektrikli araçlar, devletler tarafından belirlenen politika ve kanunlar, çokuluslu şirketlerin üretim tarzı ve ürün seçimleri, toplumun bu politikalara ve seçimlere tepkileri gibi birtakım etkilere bağlı olarak her ülkenin kendine özgü koşullarında yerini almaktadır.

Dünyada elektrikli araçların yaygınlaşması konusunda devletler değişik yöntemler kullanmaktadır. Bunlar arasında geleneksel fosil yakıt kullanan araçlarda vergilerin artırılması veya çevre dostu araçlar üzerindeki vergilerin azaltılması ve teşviklerin verilmesi ön sırada yer almaktadır. Ülkemizde de elektrik motorlu araçlara uygulanan vergi indirimi bu araçların fiyatını erişilebilir düzeye çekmişse de kullanımının yaygınlaşması ve altyapı sorunlarının giderilmesi için desteklerin devamı gerekmektedir.

Otomotiv üreticilerinin çevresel sorunlar için bulduğu en ciddi çözüm, hibrit ve elektrikli motor teknolojileridir. Günümüzde yüzde 3'ün altında bir pazar payına sahip hibrit araçların 2020 yılı itibarı ile pazarı ele geçireceği düşünülmektedir. Yaklaşan enerji krizi, üreticilerin yakıt tasarrufunu araçlarında öncelik olarak görmeye başlaması da diğer bir neden olarak gösterilmektedir. Hibrit motorlar gibi yakıt tasarrufuna doğrudan etki yapan teknolojilerin dışında, yeni nesil araçlarda kullanılan elektronik yol sistemleri ve sürücüyü bilgilendirmeye yönelik yeni teknolojilerin önemi de artmaktadır. Elektrikli araç teknolojisinin ilk yapım maliyetinin yüksek olması, menzil ve altyapı engeli nedeniyle elektrik motorlu araçların öncelikli olarak küçük, hafif, şehir içi türlerinde öne çıkması, büyük araçlarda ise daha çok hibrit araçların öncelikli olacağı düşünülmektedir.

Elektrikli araçların ilk maliyetlerinin yüksek olmasının en büyük nedeni batarya maliyetleridir. Son yıllarda yaşanan önemli maliyet düşüşüne rağmen, hala yüksek olan lityum-iyon batarya maliyetinin birkaç yıl içinde 500\$/kW altına düşmesi beklenmektedir. Elektrik motorları için kullanılan nadir toprak metallerin genellikle Çin'de bulunması ve lityum kaynaklarının Şili, Bolivya ve Afganistan gibi ülkelerde yoğunlukta bulunması geleceğin jeopolitik ve sosyo ekonomik dengelerini etkileyecektir.

Elektrikli araç ve hibrit elektrikli araç kullanıcıları için evlerinde, işyerlerinde ya da park yerlerinde güvenilir şarj noktası bulunması elektrikli araçların yaygınlaşması için önemli bir etkidir. Günümüzde elektrikli araçların yaygınlaşmamasının en önemli nedenlerinden biri aracın elektrik menzildir.

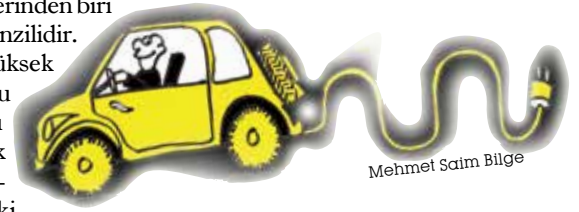
Bu sorun daha yüksek enerji yoğunluklu batarya kullanımı ile aşılabılır ancak oluşan maliyet artışı kritik bir etki

olarak ortaya çıkmaktadır. Araç üzerine yerleştirilecek bir jeneratör seti çözüm olmakla birlikte bu yaklaşım ek maliyet, ağırlık ve sistem karmaşası yaratmaktadır. Menzil sorununun önüne geçmenin bir diğer yolu batarya değiştirme istasyonlarının oluşturulmasıdır. Bunun yanında hızlı şarj düşünülen bir yöntem olmakla birlikte lityum-iyon bataryaların ömürlerini azaltması çözümlenmesi gereken ayrı bir sorundur.

Batarya teknolojisinde yapılan araştırmalar, geleneksel lityum-iyon bataryalara göre enerji yoğunluğunu üç katına çıkaracak potansiyeli bulunan yeni nesil lityum-hava bataryalara yönelmiştir. Lityum-hava bataryaları, ilkesel olarak lityum-iyon bataryalara benzemekle birlikte, negatif bir elektrot olarak organik elektrolit kullanırlar. Bu elektrolit de tahmin edildiği üzere havadır. Bu teknoloji sınırsız bir katot ayırıcı olarak oksijen ile kuramsal olarak çok umut verici olsa da, bataryanın kapasitesi lityum anot ile sınırlıdır. Lityum-hava bataryaları geliştirilme aşamasında olup, lityum-iyon bataryalara göre çok yüksek bir enerji depolama kapasitesine sahiptirler. Bu durumun lityum-hava bataryaları ile çalışan araçların şarja gerek duymadan çok fazla yol gitmesine olanak sağlayacaktır.

Önümüzdeki süreçte hibrit ve tümü elektrikli otomobillerin gelecekteki yeri ile ilgili birçok tahminler ve değerlendirmeler yapılmaktadır. Yapılan öngörülerde, 2020 yılında dünyadaki binek araç satışlarının 70.9 milyon adete ulaşacağı ve bunun 3.88 milyonunun (%5.5) hibrit araç olacağı düşünülmektedir. Bu araçların ABD (%53), Japonya (%20), Avrupa (%16) ve diğer ülkeler şeklinde dağılacağı ve 5 üretici grubun hibrit araç üretiminde ön planda olacağı beklenmektedir. Benzer olarak tümü elektrikli araç satışlarının ise dünyada 2020'de 1.31 milyona ulaşacağı (%1.8) tahmin edilmektedir. Bu araçların Avrupa (%62), Çin'in (%21), ABD (%7.5) ve Japonya (%4.5) şeklinde dağılacağı beklenmektedir.

Son yıllarda üreticiler, elektrikli araçların menzil, batarya ve altyapı sorunlarını gidermek için yoğun bir çalışmanın içine girmişlerdir. Çevreye saygılı bu yeni ulaşım türünün başarılı olması, gerekli altyapı çalışmalarının tamamlanması, yasaların uygun hale getirilmesi ve toplum tarafından kabullenilmesi gibi bir takım etkenlere bağlıdır. Bu durum otomobilin teknolojik dönüşümünün yanında politik, ekonomik, sosyal ve kültürel değişimi de beraberinde getirecektir. ■



Mehmet Saim Bilge

ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİSİ ve PİL YÖNETİM SİSTEMİ-İNCELEME*

Yusuf Muratoğlu, Alkan Alkaya
Mersin Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
muratogluyusuf@gmail.com, alkanalkaya@mersin.edu.tr

Elektrikli araçlar günümüzde içten yanmalı motorlu araçların sebep olduğu sera gazlarının etkilerine bir çözüm haline gelmiştir. Yakıt olarak kullanılan elektrik enerjisiyle daha sessiz, daha çevreci ve daha ekonomik bir ulaşım sağlamaktadır [1].

Elektrikli araçlar üzerine yapılan araştırma ve geliştirmeler her ne kadar petrol rezervlerinin tükenmek üzere olması ve sera gazlarının etkileri üzerine 20.yy'da kendini gösterse de aslında başlangıcı 18.yy'a dayanmaktadır [2,3]. İlk elektrikli araç prototipi (1832-1839) yılları arasında binek araç olarak Robert Anderson tarafından geliştirilmiştir. İlk elektrikli aracın üretimi ise Profesör Stratingh ve asistanı Christopher Becker tarafından 1835 yılında gerçekleştirilmiştir. 18.yy'ın sonlarına doğru geliştirilen elektrikli araçlar ilk ticari uygulama olarak New York şehir taksilerinde kullanılmıştır [2,3]. Ancak 19.yy'da yolların fiziki durumunun düzelmesiyle daha uzun menzilli araçlara ihtiyaç duyulmuştur. Bunun üzerine üretim maliyeti ve menzil problemi yüzünden elektrikli araçların geliştirilmesi durmuş, daha az maliyetli ve daha uzun menzilli olan içten yanmalı motorlu araçlar tercih edilmiştir. Ancak 1970'te yaşanan petrol krizi ile birçok ülke resmi kaynaklardan destek sağlayarak elektrikli araçların geliştirilmesine tekrar başlamıştır [2,3].

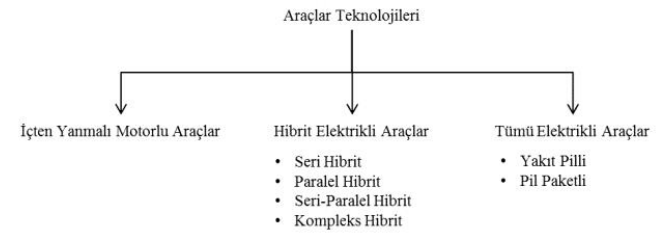
Günümüzde üç çeşit araç teknolojisi bulunmaktadır. Bunlar içten yanmalı motorlu araçlar, hibrit elektrikli araçlar ve tümü elektrikli araçlardır [4]. İçten yanmalı motorlu araçlarda araç tahriki sadece içten yanmalı motor tarafından gerçekleştirilir. Enerji kaynağı olarak yakıt deposundaki benzin, dizel, LPG ve doğalgaz gibi yakıt çeşitleri kullanılmaktadır [4]. Hibrit elektrikli araçlar içten yanmalı motor ve elektrikli motor tahriklidir. Enerji kaynağı olarak pil, süper kapasitör ve içten yanmalı üretim birimi kullanılmaktadır. Düşük emisyonlu olmasına rağmen ortalama bir menzile sahip olduğundan sınırlı bir pazara sahiptir [4]. Tümü elektrikli araçlar elektrikli motor tahriklidir. Enerji kaynağı olarak pil grupları, süper kapasitör veya yakıt pilleri kullanılmaktadır. Yakıt pilli elektrikli araçlar çok düşük emisyonlu olmasına rağmen yakıt pili ve hidrojen teknolojisi gibi sorunlara sahiptir [4].

Elektrikli araçlarda yaygın kullanılan başlıca pil teknolojileri; Pb-asit (Kurşun-Asit), NiCd (Nikel Kadmiyum), NiMH (Nikel Metal Hidrat) ve Li-ion (Lityum İyon) pillerdir [5]. Diğer pil teknolojilerine kıyasla lityum iyon piller yüksek anma voltajı, yüksek enerji yoğunluğu, uzun ömrü ve hafıza etkisinin bulunmaması gibi önemli avantajlara sahip olmasından dolayı daha çok tercih edilmektedir [5]. Ancak lityum iyon piller performans açısından henüz istenilen düzeye

ulaşmamıştır. Lityum iyon pillerin güvenliği ve performansı doğrudan pil yönetim sistemine bağlıdır. Pil yönetim sistemi kısaca veri toplama, veri yorumlama ve dengeleme işleminin yapıldığı ünitelerdir. Pil yönetim sisteminin en önemli görevi pil şarj durumunu izleyerek pilin şarj/deşarj işleminin dengeli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktır. Böylece pil yönetim sistemi pilin aşırı şarj/deşarj durumunun önüne geçerek pil performansını arttırmaktadır [6].

1. Araç Teknolojileri

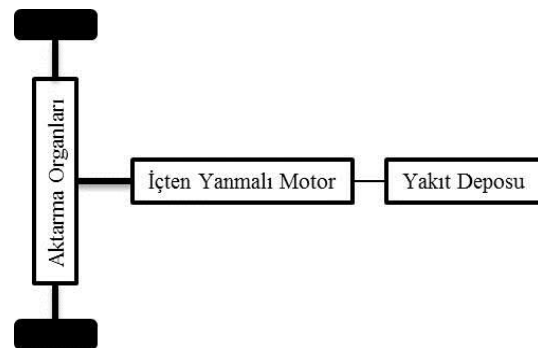
Araç çeşitleri araçlardaki enerji kaynağı ve motor tahrik yöntemine göre üç grup altında sınıflandırılmıştır. Bunlar içten yanmalı motorlu araçlar, hibrit elektrikli araçlar ve tümü elektrikli araçlardır [7]. Araç çeşitleri Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Araç Teknolojilerinin Sınıflandırılması

1.1. İçten Yanmalı Motorlu Araçlar

İçten yanmalı motorlu araçlarda motor tahriki sadece yakıt deposundan elde edilen yakıt enerjisiyle sağlanmaktadır. Bu araçlarda yakıt enerjisi olarak benzin, dizel ve henüz araştırma aşamasında olan hidrojen yakıtları kullanılmaktadır [7]. İçten yanmalı araç yapısı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2: İçten Yanmalı Motorlu Araç Yapısı

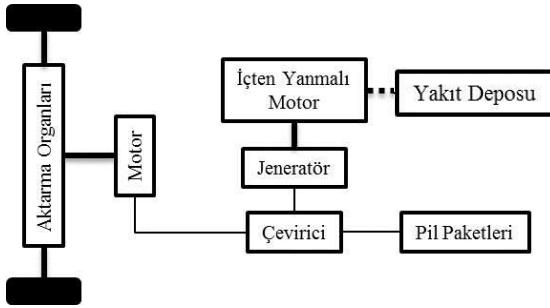
* Bu çalışma, 2015 yılında gerçekleştirilen VIII. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı'nda yayımlanmıştır.

1.2. Hibrit Elektrikli Araçlar

Hibrit elektrikli araçlar motor tahrikini hem içten yanmalı motor hem de elektrik motoru ile sağlamaktadır. Karakteristik olarak seri, paralel, seri-paralel ve kompleks olmak üzere dört çeşit hibrit elektrikli araç mevcuttur [8,9].

1.2.1. Seri Hibrit Elektrikli Araçlar

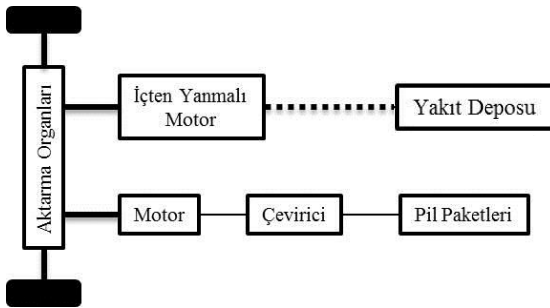
Seri hibrit elektrikli araçlarda içten yanmalı motordan alınan çıkış jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Üretilen elektrik enerjisi elektrik motorunu sürebilmekte ve pil paketlerini şarj edebilmektedir [8,9]. Seri hibrit elektrikli aracın yapısı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3: Seri Hibrit Elektrikli Araç Yapısı

1.2.2. Paralel Hibrit Elektrikli Araçlar

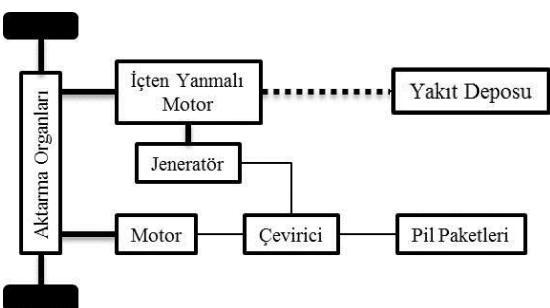
Paralel hibrit elektrikli araçlarda araç hareketi içten yanmalı motor ve elektrik motoru tarafından aktarma organları ile beraber sağlanmaktadır [8,9]. Paralel hibrit elektrikli aracın yapısı Şekil 4'te verilmiştir.



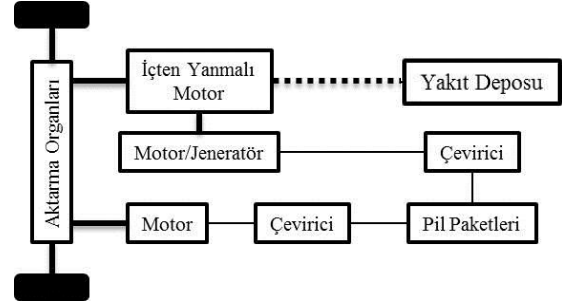
Şekil 4: Paralel Hibrit Elektrikli Araç Yapısı

1.2.3. Seri-Paralel ve Kompleks Hibrit Elektrikli Araçlar

Seri ve paralel hibrit elektrikli araçların yapılarına benzeyen seri-paralel ve kompleks hibrit elektrikli araçlar aracın güç performansını artırırken daha ekonomik yakıt tüketimini de sağlamaktadır [8,9]. Seri-paralel ve kompleks hibrit elektrikli araçların yapıları Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 5: Seri-Paralel Hibrit Elektrikli Araç Yapısı



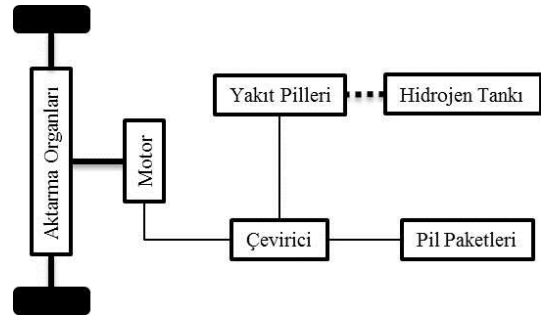
Şekil 6: Kompleks Hibrit Elektrikli Araç Yapısı

1.3. Tümü Elektrikli Araçlar

Tümü elektrikli araçlarda araç hareketi sadece pil paketlerinden sağlanan elektrik enerjisiyle elektrik motorundan sağlanmaktadır.

1.3.1. Yakıt Pili Elektrikli Araçlar

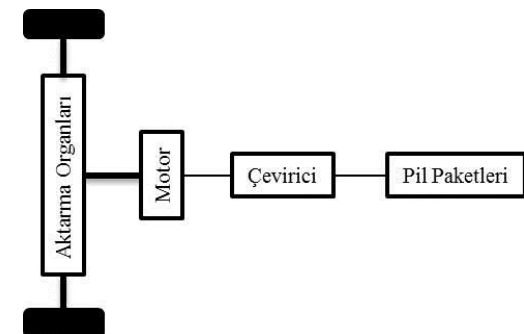
Yakıt pilleri motor tahriki için gerekli olan elektrik enerjisini elektroliz işlemi ile elde etmektedir. Gerçekleşen elektroliz işleminde yakıt pillerinin kimyasal enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür ve işlem sonucunda sadece su ve ısı açığa çıkmaktadır. Yakıt pili elektrikli araçların yapısı seri hibrit elektrikli araçlarınkine benzemektedir. Seri hibrit elektrikli araçlarında bulunan yakıt deposu yerine hidrojen tankı, içten yanmalı motor ve jeneratör yerine de yakıt pilleri bulunmaktadır. Yakıt pillerinden elde edilen elektrik enerjisi motoru çalıştırabilmekte ve pil paketlerini şarj edebilmektedir [10]. Yakıt pili elektrikli aracın yapısı Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7: Yakıt Pili Elektrikli Araç Yapısı

1.3.2. Pil Paketli Elektrikli Araçlar

Pil paketli elektrikli araçlarda, diğer araçlarda bulunan yakıt deposu, içten yanmalı motor ve jeneratör bulunmamaktadır. Elektrik motorunu sürmek için gerekli olan elektrik enerjisi sadece pil paketlerinden elde edilmektedir. Pil paketleri boşaldığında tekrar doldurulmaları gereklidir [10]. Pil paketli elektrikli aracın yapısı Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8: Pil Paketli Elektrikli Araç Yapısı

2. Elektrikli Araçlarda Pil Teknolojileri

Günümüzde farklı anma voltajı ve enerji yoğunluğuna sahip çeşitli pil teknolojileri bulunmakta ve geliştirilmektedir. Elektrikli araçlarda yaygın olarak kullanılan ve henüz araştırma aşamasında olan pil teknolojileri ve özellikleri Tablo 1’de verilmiştir [11].

Tablo 1: Elektrikli Araçlarda Kullanılan Pil Teknolojileri ve Özellikleri

Pil Çeşitleri	Nominal Voltaj (V)	Enerji Yoğunluğu (Wh/kg)	Çevrim Ömrü (#)	Hafıza Etkisi	Çalışma Sıcaklığı
Pb-acid	2	35	1000	Yok	-15, +50
NiCd	1.2	50-80	2000	Var	-20, +50
NiMH	1.2	70-95	<3000	Nadir	-20, +60
Zebra	2.6	90-120	>1200	Yok	+245, +350
Li-ion	3.6	118-250	2000	Yok	-20, +60
LiPo	3.7	130-225	>1200	Yok	-20, +60
LiFePO ₄	3.2	120	>2000	Yok	-45, +70
Zn-air	1.65	460	200	Yok	-10, +55
Li-S	2.5	350-650	300	Yok	-60, +60
Li-air	2.9	1300-2000	100	Yok	-10, +70

2.1. Kurşun-Asit (Pb-acid) Piller

Kurşun-asit piller birçok uygulamada kullanılmakta olan eski ve yaygın bir teknolojidir. Kurşun-asit pillerde negatif yüklü elektrotta kurşun, pozitif yüklü elektrotta kurşun dioksit (PbO₂) ve elektrolit olarak sülfürik asit (H₂SO₄) materyalleri kullanılmaktadır. Yüksek deşarj akımı, düşük özboşalım, hafıza etkisinin bulunmaması ve ucuz olması gibi önemli avantajlara sahiptir. Ancak düşük nominal voltaj ve enerji yoğunluğuna sahiptir. Ayrıca kullanılmadıkları zaman pil ömürleri düşmektedir [11].

2.2. Nikel Kadmiyum (NiCd) Piller

Nikel kadmiyum piller güvenli ve ucuz bir teknolojidir. Nikel kadmiyum pillerde negatif yüklü elektrotta kadmiyum/kadmiyum hidroksit (Cd/Cd(OH)₂), pozitif yüklü elektrotta nikel hidroksit/nikel oksihidroksit (Ni(OH)₂/NiOOH) ve elektrolit olarak potasyum hidroksit (KOH) materyalleri kullanılmaktadır. Yüksek deşarj akımı sağlayan bu piller kurşun-asit pillere göre daha yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. Ancak önemli dezavantajlara sahiptir. Bunlar zayıf şarj/deşarj verimi, yüksek özboşalım ve hafıza etkili olmasıdır [11].

2.3. Nikel Metal Hidrat (NiMH) Piller

Nikel metal hidrat pil teknolojisi nikel kadmiyum pillerin dezavantajlarına alternatif olarak geliştirilmiştir. Kadmiyum elektrotu yerine metal hidrat kullanılmıştır. Nominal voltaj değerleri eşit iken nikel metal hidrat piller daha yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. Ancak nikel metal hidrat piller nikel kadmiyum pillerine göre daha yüksek özboşalım oranına ve aşırı şarj durumunda daha düşük güvenilirliğe sahiptir [11].

2.4. Lityum İyon (Li-ion) Piller

Lityum iyon pillerde pozitif elektrot olarak diğer materyallere göre düşük toksit, yüksek kapasite ve ucuz olması avantajı ile lityum metal oksitler kullanılmaktadır. Yaygın kullanılan oksitler: Lityum kobalt oksit – LiCoO₂, Lityum nikel oksit – LiNiO₂, Lityum mangan oksit – LiMn₂O₂. Lityum iyon pil teknolojisi nikel tabanlı pil teknolojilerinden farklı özelliklere sahiptir. Nikel tabanlı pil gruplarına göre daha yüksek nominal voltaj ve daha yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir [11].

2.5. Lityum İyon Polimer (LiPo) Piller

Lityum iyon pillerle hemen hemen aynı özelliklere sahiptirler. Aralarındaki tek fark lityum iyon polimer pillerde elektrolit olarak polimer materyalinin kullanılmasıdır. Polimer elektrolit materyalin elektriksel iletkenliği diğer organik sıvı elektrolitlere göre daha yüksektir. Ayrıca bu materyalin kullanımı lityum polimer pillerinin daha kolay, daha hızlı ve farklı şekillerde üretilmelerine olanak sağlamaktadır [11].

2.6. Lityum Demir Fosfat (LiFePO₄) Piller

Pozitif elektrot malzemesi lityum demir fosfat olan lityum tabanlı pillerdir. Yüksek enerji yoğunluğu, yüksek çevrim oranı ve daha güvenilir kullanım gibi avantajlara sahiptir. Ancak lityum iyon pillerle karşılaştırıldığında daha performanslı daha düşüktür [11].

2.7. Lityum Sülfür (Li-S) Piller

Lityum tabanlı pil gruplarından katot malzemesi olarak sülfür kullanılan pillerdir. Yüksek enerji yoğunluğuna, yüksek şarj verimine, düşük hücre gerilimi ve ortalama çevrim ömrüne sahip pillerdir [11].

3. Pil Yönetim Sistemi

Pil teknolojileri basit elektronik cihazlardan elektrikli araçlara kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kullanım alanları farklı olmasına rağmen performansları ve ömürleri güvenli çalışma alanına bağlıdır. Bu çalışma alanı pillerin aşırı şarj ve deşarj durumlarında meydana gelebilecek tehlikelerin önüne geçerek performanslarını iyileştirmektedir. Pillerin güvenlik ve performans açısından bu güvenli bölgede çalışmalarını sağlayan ünite pil yönetim sistemidir. Pil yönetim sisteminin görüntüleme algoritmasında pil modelleme, pil parametre kestirimleri, pil durum kestirimleri ve pil hücre dengeleme gibi çeşitli görevler vardır.

3.1. Pil Modelleme Metodları

Pil yönetim sisteminde önemli bir yere sahip olan pil durum kestirimleri (pil sağlık durumu - SoH, pil şarj durumu - SoC ve pil fonksiyon durumu - SoF) doğrudan pil üzerinden ölçülememektedir. Bu nedenle ölçülebilen değerler ile doğru bir pil modeline ihtiyaç vardır. Literatürde pil modelleme metodları ile ilgili farklı teknikler mevcuttur. Bu metodlar arasında analitik (deneysel), istatistiksel, elektrokimyasal ve elektriksel devre modelleri vardır [12-16].

3.1.1. Analitik (Deneysel) Devre Modelleri

Analitik devre modelinde sistemin fiziksel modeli fiziksel eşitlikler yardımıyla oluşturulup, modelde yer alan

parametre değerleri yapılan deneysel sonuçlar ile belirlenmektedir. Uygulanması basit bir yöntem olup hızlı sonuçlar elde edilebilmektedir. Ancak sonuçların doğruluk değerleri düşük olduğundan pek tercih edilen bir yöntem değildir [12].

3.1.2. İstatistiksel Devre Modelleri

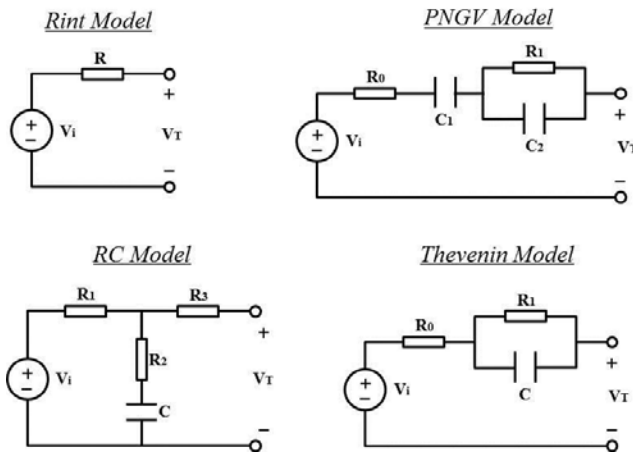
İstatistiksel devre modelinde sistem modelinde yer alan parametre değerleri elde edilen veri örneklerinden anlamlı yapılar oluşturularak elde edilmektedir. Analitik devre modelinde olduğu gibi uygulanması basit ve hızlı bir yöntemdir. Ancak doğruluk performansı yeterli düzeyde olmadığından tercih edilmemektedir [12].

3.1.3. Elektrokimyasal Devre Modelleri

Elektrokimyasal devre modelleri pilin kimyasal yapısının işlemlerini temel alan bir yöntemdir. Bu sayede pil şarj durumu ve sıcaklık gibi batarya durumlarının ilişkilerini doğrudan içermektedir. Ancak bu yapı kompleks işlemler içermektedir. Bu nedenle uygulanması zor ve pek tercih edilmeyen bir yöntemdir [12,13].

3.1.4. Elektriksel Devre Modelleri

Elektriksel devre modelinde sistem modeli eşdeğer devreler üzerinden oluşturulmaktadır. Eşdeğer devreler ile oluşturulan pil modeli matematiksel işlemlere olanak sağlayarak pil modelindeki doğruluk performansını artırmaktadır. Literatürde kullanılan çeşitli eşdeğer devre modeller bulunmaktadır [14-16]. Elektriksel devre modelinde yaygın olarak kullanılan eşdeğer devre modelleri Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9: Eşdeğer Devre Modelleri

3.2. Pil Empedans Parametre Kestirimleri

Pil empedans parametreleri pil yönetim sisteminde yer alan önemli bir fonksiyondur. Parametre değerleri pilin yaşlanma sürecine bağlı olarak önemli derecede değişmektedir. Bu değişimler pil durumlarının kestirimini dolayısıyla pil yönetim sisteminin performansını etkilemektedir. Pil empedans parametre kestirimi üç grupta incelenmektedir [17].

3.2.1. Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi

Empedans spektroskopisi pil empedans parametrelerini laboratuvar ortamında araştıran bir yöntemdir. Aktif empedans spektroskopisi ve pasif empedans spektroskopisi olmak üzere iki alt gruptan oluşmaktadır. Aktif empedans spektroskopisi yönteminde gerekli olan aktif sinyal üretimi için özel devreler gerekmektedir. Fakat bu devrelerin maliyeti oldukça fazladır. Bu maliyetleri düşürmek amacıyla pasif empedans spektroskopisi yöntemi geliştirilmiştir. Pasif empedans spektroskopisi yönteminde gerekli uyarım sinyali aktif sinyal yerine akım yükünün sebep olduğu akım dalgalanmasından sağlanmaktadır. Ancak empedans parametre değerlerinin hesaplanabilmesi için akım dalgalanmasının periyodik ve doğru frekans aralığında olması gereklidir. Ancak bu durumun sağlanması oldukça zordur. Ayrıca bu yöntem doğrusal filtrelerin kullanımından dolayı mevcut bağımlılıktaki pil direncinin hesaplanması için uygun değildir [17].

3.2.2. Elektriksel Devre Modeli

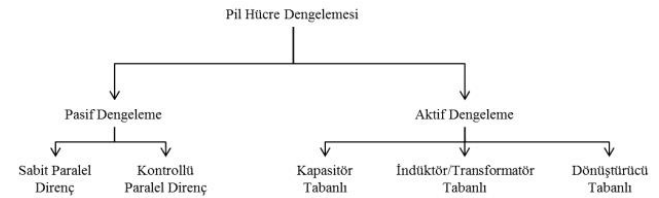
Elektriksel devre modeli pil durumlarının kestiriminde kullanıldığı gibi empedans parametrelerinin kestiriminde de kullanılmaktadır. Empedans parametrelerinin belirlenmesinde kalman tabanlı kestiriciler, en küçük kareler tabanlı tekrarlanan kestiriciler, tekrarlanmayan kestiriciler, adaptif parametre yaklaşımları gibi yöntemler kullanılmaktadır [17].

3.2.3. Elektrokimyasal Model

Elektrokimyasal modeller çeşitli yöntemlerle (adaptif filtreler, gözleyiciler, vd.) kombine edilerek pil durum kestiriminde ve empedans parametre kestiriminde kullanılmaktadır. Ancak elektrokimyasal modellemedeki kompleks işlemlerin zorluğu yöntemin önemli bir dezavantajıdır [17].

3.3. Pil Hücre Dengeleme

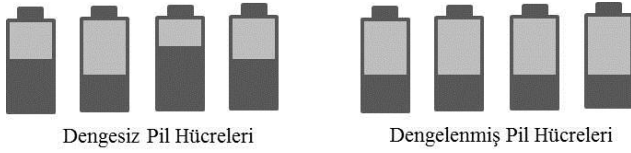
Pil hücrelerinin dengelenmesi pil yönetim sisteminin ana görevlerinden biridir. Dengeleme işleminde amaç şarj/deşarj işleminde tüm pil hücrelerinin aynı pil şarj durumunda dengeli bir şekilde gerçekleşmesidir. Dengeleme işlemi aktif ve pasif dengeleme olmak üzere iki çeşittir [18]. Pil hücrelerinin dengeleme topolojisi Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10: Hücre Dengeleme Topolojisi

3.3.1. Pasif Dengeleme

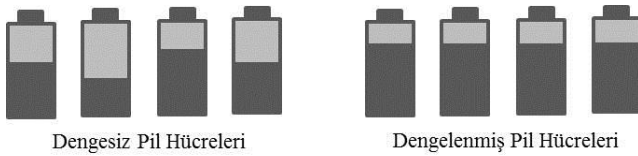
Pil hücrelerinin dengelenmesinde pasif dengeleme yöntemi basit ve uygulanması kolay bir yöntemdir. Pasif dengeleme devresi pil hücrelerinin en düşük voltaj seviyesini tespit eder ve diğer pil hücrelerinin voltaj seviyelerini paralel dirençler üzerinden harcayarak referans aldığı bu voltaj seviyesine düşürür [18]. Pasif dengelemede pil voltaj seviyelerindeki değişim Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11: Pasif Dengeleme

3.3.2. Aktif Dengeleme

Pil hücrelerinin dengelenmesinde kullanılan diğer bir yöntem aktif dengeleme yöntemidir. Aktif dengeleme devresi hesapladığı pil hücrelerinin voltaj seviyelerini yöntemine göre voltaj transferi yaparak ortalama bir seviyede dengeler. Böylece pasif dengelemede harcanan enerji, aktif dengelemede diğer pil hücrelerine aktarılarak daha verimli bir dengeleme yapılmış olur [18]. Aktif dengelemede pil voltaj seviyelerindeki değişim Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12: Aktif Dengeleme

4. Sonuçlar

Elektrikli araçlara duyulan ilginin artmasıyla EA’ların performanslarının iyileştirilmesi konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Pil teknolojileri ve pillerle birlikte kullanılan pil yönetim sistemleri yapılan çalışmalarda önem verilen başlıca çalışma alanları içindedir. Pil teknolojilerindeki gelişmeler EA’ların performanslarını doğrudan etkilerken, mevcut pil teknolojisinde pil yönetim sisteminde yapılan geliştirmeler de dolaylı olarak etki etmektedir. Yapılan çalışmada EA’ların çeşitleri ve yapıları, araçlarda kullanılan pil teknolojileri, pil yönetim sistemi ve pillerin performansını arttırmaya yönelik çalışmalarda kullanılan modelleme, parametre kestirimi ve dengeleme teknikleri sunulmuştur.

5. Kaynakça

[1] Richardson, David B. “Electric vehicles and the electric grid: A review of modeling approaches, Impacts, and renewable energy integration.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 19 (2013): 247-254.

[2] Hatzell, Kelsey B., Ashok Sharma, and Hosam K. Fathy. “A survey of long-term health modeling, estimation, and control of lithium-ion batteries: Challenges and opportunities.” *American Control Conference (ACC)*, 2012. IEEE, 2012.

[3] Chan, C. C. “The Rise & Fall Of Electric Vehicles In 1828–1930: Lessons Learned.” *Proceedings of the IEEE* 1.101 (2013): 206-212.

[4] Frieske, Benjamin, Matthias Kloetzke, and Florian Mauser. “Trends in vehicle concept and key technology development for hybrid and battery electric vehicles.” *Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27)*, 2013 World. IEEE, 2013.

[5] Khaligh, Alireza, and Zhihao Li. “Battery, ultracapacitor, fuel cell, and hybrid energy storage systems for electric, hybrid electric, fuel cell, and plug-in hybrid electric vehicles: State of the art.” *Vehicular Technology, IEEE Transactions on* 59.6 (2010): 2806-2814.

[6] Bowkett, Mark, et al. “Design and implementation of an optimal battery management system for hybrid electric vehicles.” *Automation and Computing (ICAC)*, 2013 19th International Conference on. IEEE, 2013.

[7] Tie, Siang Fui, and Chee Wei Tan. “A review of energy sources and energy management system in electric vehicles.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 20 (2013): 82-102.

[8] Agarwal, Vivek, and Mayank Dev. “Introduction to hybrid electric vehicles: State of art.” *Engineering and Systems (SCES)*, 2013 Students Conference on. IEEE, 2013.

[9] Li, Xin, and Sheldon S. Williamson. “Assessment of efficiency improvement techniques for future power electronics intensive hybrid electric vehicle drive trains.” *Electrical Power Conference, 2007. EPC 2007. IEEE Canada. IEEE*, 2007.

[10] Chan, By CC. “The state of the art of electric, hybrid, and fuel cell vehicles.” *Proceedings of the IEEE* 95.4 (2007): 704-718.

[11] Yong, Jia Ying, et al. “A review on the state-of-the-art technologies of electric vehicle, its impacts and prospects.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49 (2015): 365-385.

[12] Rao, Ravishankar, Sarma Vrudhula, and Daler N. Rakhmatov. “Battery modeling for energy aware system design.” *Computer* 36.12 (2003): 77-87.

[13] Zhang, Cheng, et al. “Battery modelling methods for electric vehicles-A review.” *Control Conference (ECC)*, 2014 European. IEEE, 2014.

[14] Singh, Pritpal, and Adithya Nallanchakravarthula. “Fuzzy logic modeling of unmanned surface vehicle (USV) hybrid power system.” *Intelligent Systems Application to Power Systems, 2005. Proceedings of the 13th International Conference on. IEEE*, 2005.

[15] Chen, Min, and Gabriel Rincón-Mora. “Accurate electrical battery model capable of predicting runtime and IV performance.” *Energy conversion, IEEE transactions on* 21.2 (2006): 504-511.

[16] He, Hongwen, Rui Xiong, and Jinxin Fan. “Evaluation of lithium-ion battery equivalent circuit models for state of charge estimation by an experimental approach.” *Energies* 4.4 (2011): 582-598.

[17] Fleischer, Christian, et al. “On-line adaptive battery impedance parameter and state estimation considering physical principles in reduced order equivalent circuit battery models: Part 1. Requirements, critical review of methods and modeling.” *Journal of Power Sources* 260 (2014): 276-291.

[18] Rahimi-Eichi, Habiballah, et al. “Battery management system: An overview of its application in the smart grid and electric vehicles.” *Industrial Electronics Magazine, IEEE* 7.2 (2013): 4-16. ■

Elektrikli Araçlarda Proje ve Beklenti Çok...

YERLİ ÜRETİM YOK, SATIŞ AZ

Banu Salman

EMO Basın- İlk olarak 1838 yılında geliştirilen, yakıt krizlerinin yaşandığı dönemlerde çözüm yolu olarak akıllara yeniden düşen elektrikli araçlar, 2000'den sonra yoğunlaşan araştırmalar ve geliştirmelerle kamuoyunun da yakın gündemine girdi. Fosil yakıtların çevreye verdiği zarar, küresel iklim değişikliği, artan çevre bilinci; elektrikli araç kullanım isteğini artırmakta... Hem hükümetlerin politik tercihleri değişmekte, hem otomotiv sanayi için bir pazar yaratılmakta, hem de elektrik ve elektronik mühendislerine yönelik yeni bir istihdam alanı oluşmaktadır. Ancak elektrikli araçların yaygınlaşması yönündeki beklentiler; yüksek maliyetler, elektrikli araçların menzil ve batarya sorunları, şarj istasyon sayısı ve şarj süresi gibi nedenlerle karşılanamamaktadır.

Devrim arabaları deneyiminde otomotiv sektöründe yerli teknoloji şansını kendi elleriyle yok eden Türkiye'de elektrikli araç teknolojilerine yönelik çeşitli projeler geliştiriliyor. Elektrikli araçlarla ilgili gelişmeler Türkiye'nin gündemine ilk olarak üniversitelerin aktif katıldıkları hibrit araç yarışları ve güneş enerjili çalışan elektrikli yarış arabaları ile girdi. Bu şekilde çoğu üniversite bünyesindeki akademisyen ve öğrenci ekipleri kısa menzilli elektrikli araç yapmayı başardılar. İlk güneş enerjisi ile çalışan araç 2003 yılında ODTÜ'de yapıldıktan sonra, İTÜ başta olmak üzere her seferinde daha uzun menzile sahip olan güneş enerjisi ile çalışan elektrikli araçlar yapılmaya başlandı. İstanbul Üniversitesi'nin de 2012 yılında oluşturduğu Yerel Projesi kapsamında elektrikli araç Yerel T1 geliştirilmiş olup; tek bir proje odaklı olmayan bu platformda elektrikli araçlara ilişkin faaliyetler sürmektedir.ⁱ Ancak akademik dünyadaki bu öncül çabalar yerli ve ticari bir elektrikli araç üretimi için yeterli olmadı.

Yerli üretime yönelik ise pek çok proje gündeme geldi. Üniversitelerden, şirketlere ve TÜBİTAK'a uzanan bu projeler henüz sonuçlanmazken; son yıllarda medyada sürekli yerli elektrikli araç projelerine ilişkin haberler yer almaktadır. Neredeyse 2008 yılından bu yana her yıl "Türkiye'de geliştirilecek ilk elektrikli araç" iddiasıyla bu haberler yer bulabilmektedir. Haberlerin içeriğine bakıldığında ise motorun yurtdışından getirilmesinden, bataryanın yurtdışından satın alınmasından bahsedilebildiği gibi var olan bir modelin elektrikli araca dönüştürülmesinin söz konusu olduğu durumlar da ortaya çıkabiliyor. Elbette teknolojik gelişmelerin ilerlemesiyle her yıl bir öncekine göre daha yerli bir prototip geliştirilmesi söz konusu olsa da tümünün ilk yerli elektrikli araç olarak sunulması teknolojik gelişimi

takip etmeyen kamuoyu için oldukça yanıltıcı bir anlam ifade edebilmektedir. Ne yazık ki büyük şaşaa ile verilen bu haberlerin arkası gelmemekte; sonlandırılmayan, iptal edilen, sponsor bulamayan, finansman kaynağı kesildiği için tamamlanamayan projeler dizisi her geçen gün artmaktadır. Bu durum elektrikli araçlarla ilgili kamuoyunda hem güven duygusunu zedelemekte hem de hayal kırıklıkları yaratmaktadır.

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Fikri Işık'ın yerli otomobil macerasını 2. Abdülhamid'e dayandırması, 1884 yılında yerli otomobil talimatı verildiğini söylemesi, ayrıca sunulan prototiplerin mevcut bazı araçlarla benzerliği de yerli elektrikli araç geliştirilmesine yönelik güven zedeleyici unsurlar olarak tarihe geçmiş oldu.ⁱⁱ

Bu gelişmelere şöyle bir bakacak olursak; TOFAŞ'ın 2008 yılında Türkiye'nin ilk elektrikli aracı olacağı iddiasıyla Fiorini modeli üzerindeki çalışmasına ilişkin açıklama yapmıştı.ⁱⁱⁱ Ardından 2010 yılında yine Türkiye'de geliştirilecek ilk elektrikli araç olacağı iddiasıyla Doblo Projesi açıklandı. Aküsü yurtdışından getirilecek tamamen elektrikli aksama göre tasarlanan araç, Bursa'da üretilerek, 2013 yılında sergilendi, ancak bu da Türkiye'de seri üretime geçemedi.^{iv} Bununla birlikte TOFAŞ'ın teknolojik araştırma ve geliştirme çalışmalarını sürdürdüğü görülüyor. 1 Nisan 2016 tarihli haberlere göre Türkiye'nin ilk sürücüsüz aracı olarak Doblo'yu üretilip test sürüşüne başladı.^v



ⁱ <https://www.facebook.com/ProjeYerel/?fref=ts>

ⁱⁱ http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/dunya/387555/Yerli_otomobil_kopya_iddiasi.html

ⁱⁱⁱ <http://www.radikal.com.tr/ekonomi/tofas-fiatin-ilk-elektrikli-araci-fiorinoyu-bursada-uretiyor-891279/>

^{iv} <http://m.patronlardunyasi.com/haber/TOFAŞ-CEO-su-karamsar-Elektrikli-oto-olmaz/88245>

^v <http://www.sabah.com.tr/ekonomi/2016/04/01/turkiyenin-ilk-surucusuz-otomobili-doblo-oldu>

Renault'un Bursa Fabrikası'nda binek elektrikli otomobil olarak geliştirdiği Fluence modeli, 2011 yılında üretilmeye başlandı ve 2012 yılında satışa çıkarıldı. Fluence modelinin 16 Eylül 2009 tarihinde dünya sunumunun yapıldığı 63. Frankfurt Uluslararası Otomobil Fuarı'nda, dönemin Devlet Bakanı Zafer Çağlayan ile Sanayi ve Ticaret Bakanı Nihat Ergün, Türkiye'nin elektrikli araç ihracatı yapan nadir ülkeler arasına gireceğini ve "elektrikli otomobil üssü" olacağını iddia etmişlerdi.^{vi} Ancak satış beklentilerinin gerçekleşmemesinin ardından Renault Bursa'daki Fluence üretimini 2014 yılında durdurdu.

Toyota Türkiye Genel Müdürü Ali Haydar Bozkurt, 10 Mart 2014 tarihinde Türkiye'de de hibrit model üretilmesini istediklerini, ancak vergi yükü ve teşvik olmaması nedeniyle Toyota merkezinin Türkiye'de üretimi kabul etmediğini açıklamıştı.^{vii} Bu yılın Şubat ayında yapılan açıklamada ise Japon Toyota'nın 450 milyon dolarlık yatırımla Sakarya'daki fabrikasında ilk hibrit araç üretimini gerçekleştireceği duyuruldu. Bu yılın sonunda üretime geçmesi beklenen aracın dünya tanıtımı da Mart ayında Uluslararası Cenevre Otomobil Fuarı'nda yapıldı.^{viii}

Hacettepe Üniversitesi tarafından Teknokent bünyesinde 3.5 yıl süren çalışmalar sonucunda tamamen yerli tasarım olarak EVT S1 üretildiği açıklandı.^{ix} Ancak bu otomobil de üretime geçmeden sonlandırıldı. Projenin Facebook sayfasında 9 Mart 2016 tarihinde "EVT Motor destek gelmediği için faaliyetlerine son vermek zorunda kalmıştır. EVT S1'in akıbeti Devrim Arabaları gibi olmuştur. Bize manevi destek veren halkımıza teşekkür ederiz" açıklaması yapıldı.^x

Bu olumsuz gelişmelere karşın haberlerde sıklıkla yeni bir yerli elektrikli araç projesiyle karşılaşılmaktadır. Hızlıca bir İnternet taraması yapıldığında hemen karşımıza çıkan birkaç projeyi şöyle sıralayabiliriz:

-**"Başbakan'a söz verdi, elektrikli otomobil üretti"**: 28 Ocak 2013 tarihli habere göre Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın San-Tez Projesi kapsamında ODTÜ ile birlikte Malkoçlar Grubu elektrikli spor otomobil Etox'u üretti. Seri üretime geçecek tesisin neredeyse hazır olduğu belirtilirken, yılda 1000 adet üretim planı açıklanmıştı.^{xi}

-**"İlk yerli elektrikli araba 2016'da seri üretilcek"**: 17 Kasım 2014 tarihli habere göre Eskişehir Teknoloji Geliştirme Bölgesi'ndeki Begler A.Ş., 2013 yılında elektrikli araç için çalışma yapmak üzere kurulmuştu ve 2015 yılında üretimi yapıp, 2016 yılında satışa geçmeyi planlıyordu.^{xii}

-**"TÜBİTAK'ın İhalesi Sessiz Sedasız Sona Erdi"**: TÜBİTAK tarafından Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın desteğiyle Kasım 2012'de yerli elektrikli araç projesi için 100 milyon liralık teşvik ödüllü ihale açılmıştı. 20

projenin yarıştığı ve 2 yıl süren ihale Mart 2014 tarihinde sonuçlandıktan sonra iptal edildi. Hürriyet'ten Emre Özpeynirci'nin haberine göre bu ihalenin iptal edilmesinin ardından TÜBİTAK kendisi yerli otomobil projesi üzerinde çalıştığını açıkladı. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Fikri Işık, TÜBİTAK tarafından geliştirilip 2020 model olarak piyasaya sunulacak araç için İsveçli Saab'ın üretim tesisleri ile Çinli NEVS'in gönderdiği 4 prototip üzerinde çalışmalar yapılacağını açıkladı.^{xiii}

- **"Yerli Oto Tesla'yı Sollayacak"**: 9 Mayıs 2016 tarihli bu haberde Bakan Işık'ın Türkiye'nin üretici olmayacağı, TÜBİTAK'ın teknoloji ve aracı geliştireceğine ilişkin açıklamalarına yer verildi. Işık "2018 yılına kadar menzil uzatıcı konvansiyonel motoru, fikri mülkiyet hakları bize ait olmak şartıyla yerli üretmek istiyoruz" dedi.^{xiv}

Son olarak da TÜBİTAK MAM'da 5 Mayıs 2016 tarihinde düzenlenen Türkiye Otomotiv Sektöründe 5. Ar-Ge Proje Pazarı ve 5. Komponent Tasarım Yarışması Ödül Töreni'nde geliştirilecek Türk otomobiliyle ilgili Işık şunları söyledi:

"TÜBİTAK'ta geliştirdiğimiz batarya teknolojilerini, Türk otomobilinde kullanacağız. Bu araç, 2 TL'lik şarj maliyetiyle, büyükşehir trafiğinde 100 kilometre yol yapabilecek. Şehirlerarası yolculuklarda ise arabadaki küçük jeneratör devreye girerek bataryayı şarj edecek. Burada da 20 litrelik yakıtla 1.000 kilometre mesafenin kat edilmesini öngörüyoruz. Aracımızın en belirgin vasıflarından birisi de otonom araç sistemleriyle donatılması olacak. Savunma sanayinde hava araçlarında kullandığımız Gerçek Zamanlı İşletim Sistemi'ni, Türk otomobiline de uyarlamayı hedefliyoruz. Bu sistem, aracın kontrolü, güvenliği ve yakıt tüketimiyle ilgili önemli avantajlar sağlayacak. Aracımızda sensör teknolojilerini ve araçlar arası iletişim sistemlerini de kullanacağız."

Yerli tasarım elektrikli araç geliştirme ve üretmeye dönük çabaların yanında mevcut arabaların dönüştürülmesine yönelik çalışma ve projeler de bulunmaktadır. Bu kapsamda üretimler yapılmakta olduğu gibi tamamen yeni çalışmalar da zaman zaman gündeme gelmektedir.

417 Elektrikli Araba Yollarda

Otomotiv Distribütörleri Derneği'nin verileri; 2012 yılından itibaren Türkiye'de elektrikli araç satışını göstermektedir. Buna göre 2012 yılında 85 kilovata (kW) kadar motor hacmine sahip 184 elektrikli araç satılmışken; 2013 yılında bu rakam 31'e inmiştir. Düşüş 2014 yılında devam etmiş, bu kapsamda 22 araç satılabilmektedir. Ancak 2014 yılında 121 kilovat ve daha üstü motor hacmine sahip 25 elektrikli araç satışı yapılmıştır. Geçen yıl ise motor hacmi 85 kW'a kadar

vi <http://www.radikal.com.tr/ekonomi/turkiye-elektrikli-arac-uretim-merkezi-oluyor-954730/>

vii <http://www.hurriyet.com.tr/elektrikli-otomobilde-buyuk-husran-25974067>

viii <http://www.teknokulis.com/haberler/otomobil/2016/02/12/turkiyenin-ilk-hibrit-otomobilini-toyota-uretecek>

ix <http://www.sabah.com.tr/ankara-baskent/2015/10/14/yerli-elektrikli-oto-hacettepeye-emanet>

x <https://www.facebook.com/evtmotor/?fref=ts>

xi <http://www.hurriyet.com.tr/basbakan-erdogana-soz-verdi-elektrikli-otomobil-uretti-22456803>

xii <http://www.aksam.com.tr/otomobil/yerli-otomobil-2016da-yolda-haber-354570>

xiii <http://t24.com.tr/haber/tubitakin-yerli-otomobil-ihalesi-sessiz-sedasiz-sona-erdi,314039>

xiv <http://www.milliyet.com.tr/yerli-oto-tesla-yi-sollayacak/ekonomi/detay/2241754/default.htm>

olan 38; 121 kW ve üstü motor hacminde de 82 olmak üzere 120 adet elektrikli araba iç piyasada alıcı bulmuştur.

Bu yılın Mayıs ayına kadar motor hacmi 121 kW ve üstünde olan 10 adet, 85 kW'a kadar motor hacmine sahip yalnızca 1 araç satılmışken; yaz aylarıyla birlikte satışlarda artış yaşanmıştır. Otomotiv Distribütörleri Derneği'nin 2 Ağustos 2016 tarihli Otomobil ve Hafif Ticari Araç Pazar Değerlendirme Bülteni'ne göre Temmuz ayı sonu itibarıyla satılan elektrikli araç sayısı 18 tanesi 85 kW'ye kadar motor hacmine sahip; 17 tanesi 121 kW ve üzeri motor hacminde olmak üzere toplamda 35 adede ulaşmıştır. Elektrikli araç satışlarının geçen yılın gerisinde kalacağı görülmektedir. Özellikle ülkenin içinde bulunduğu ekonomik koşullar itibarıyla bu yıl sektörün satış beklentileri gerçekleşmeyecek görünmektedir.

Otomotiv Distribütörleri Derneği'nin verileri; elektrikli araçların Türkiye pazarına 2012 yılında 184 adet araç satışıyla görece güçlü bir giriş yaptıktan sonra büyük bir hayal kırıklığı yaşadığına işaret etmektedir. Bunda şarj istasyonu yetersizliği önemli bir neden olarak gösterilmektedir. Özellikle kullanıcıların yaşadıkları şarj etme sorunu ve şarjın kullanıcı ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalması elektrikli araçların satışında önemli bir engel oluşturmıştır. Ancak çevre bilincinin giderek gelişmesi elektrikli araçlara yönelik ilginin devam etmesini sağlamaktadır. Nitekim 2015 yılında satışlarda yeniden bir artış olduğu görülmektedir. Bunda elbette daha güçlü motor hacmine sahip elektrikli araçların da piyasaya çıkışı etkili olmuştur. Geçen yıl yapılan 120 adet elektrikli araç satışının yüzde 68.3'ü 121 kW ve üstü motor hacmine sahip araçlardan oluşmuştur.

Elektrikli Araçlarda Vergi Yüklü

Elektrikli araçlar; benzinli ve dizel araçlarla aynı şekilde yüzde 18'lik Katma Değer Vergisi'ne tabi tutulurken, Özel Tüketim Vergisi'nde daha düşük oranlar uygulanarak teşvik kapsamında yer almaktadır. Ancak 85 kW'a kadar motor hacmine sahip araçlar için yüzde 3 olan ÖTV yükü; 121 kW ve üstü elektrikli araçlarda yüzde 15'e çıkmaktadır. Böylece motor gücü 85 kW'yi geçmeyen araçların fiyatlarının yüzde 21.54'ünü, motor gücü 120 kW'yi geçenlerde yüzde 35.7'sini vergi yükü oluşturmaktadır. Türkiye'de bu kategoride henüz satışı yapılmış hiç araç bulunmamakla birlikte motor gücü 85 ile 120 kW arasında olanlarda ise yüzde 26.26 oranında vergi yükü söz konusu.

Sektörün Geleceği Elektrikli Araçlarda

Türkiye'de otomotiv sektöründe elektrikli araçlar konusundaki beklentilerin oldukça gerisinde kalınırken, sektörün geleceğinin elektrikli araçlarda sağlanacak teknolojik ilerlemeye dayalı olduğu gerçeği araştırma ve arayışların sürmesini sağlıyor. KPMG Türkiye 2015 Otomotiv Yöneticileri Araştırması'nda "Yeni teşvik sistemi ile aşağıdaki stratejik yatırımlardan hangisinin Türkiye'ye gelmesinin otomotiv sanayisi açısından en olumlu etkiyi yaratacağını düşünüyorsunuz" so-

rusuna verilen yanıtlar da elektrikli araçları öne çıkarıyor. Araştırmada şöyle deniliyor:

"İki senedir ilk sırada yer almasına rağmen belli ölçüde önem kaybeden motor şanzıman seçeneğinin, bu sene ilk sırayı elektrikli/elektronik araç teknolojilerine kaptırması önemli bir gelişme. Dünyada görülen trendlerden bir tanesi elektrikli/elektronik araçların önümüzdeki yıllarda yaygınlaşması. Dünyada son yıllarda beklendiği kadar hızlı ilerlememesine rağmen bu trendin öneminin artması ve Türkiye'yi ciddi bir şekilde etkilemesi bekleniyor; Taşıt Araçları Yan Sanayicileri Derneği (TAYSAD) üyelerinin yanıtları da bunu doğrular nitelikte."

Türkiye'nin elektrikli araç kullanımının yaygınlaşması için bütüncül bir planlamaya ihtiyacı var görünüyor. Yaşanan gelişmeler, yalnızca Ar-Ge çalışmalarına destek sağlanmasının yeterli olmadığını, kişilerin kendi kaynaklarıyla yerli prototip geliştirmelerinin de sonuç almaya yetmediğini ortaya koyuyor. Yerli üretim tesislerinin kurulması, seri üretim yapılabilmesi için talebin ortaya çıkması, elektrikli araç kullanımını teşvik edecek çalışmalar, şarj istasyonlarının yaygınlaşması ve kurulan şarj istasyonlarının 24 saat kullanılabilir olmasını sağlayacak düzenlemeler gibi pek çok adım atılması gerekiyor. Elektrikli araçların yaygınlaştırılmasında planlama gerektiren alanlardan birini de elektrik arz ve talep tarafı oluşturuyor. Fosil yakıtlarda dışa bağımlı olan Türkiye, ne yazık ki elektrik konusunda da dışa bağımlı bir üretim yapısına sahip bulunuyor. Ancak elektrik üretimine göre petrol konusunda daha dışa bağımlı olduğumuz gerçeği elektrikli araçların desteklenmesini gerektiriyor. Kullandığı elektriğin üretim kaynağının sorgulanması bir kenara bırakılırsa; elektrikli araçların karbon emisyon salınımlarının daha az olması da olumlu bir özellik olarak ortaya çıkıyor. Elektrikli araçların yaygınlaşması doğrultusunda geleceğe yönelik bir strateji belirlenmesi, elektrik yatırımlarının buna göre planlanması, elektrik üretim-iletim ve dağıtım sisteminin de bir bütün olarak bu strateji ile eşgüdüm içerisinde hazır hale getirilmesi gerekiyor. Ne yazık ki planlamadan uzak bir şekilde elektrikli araç teknolojisinin iyi niyetli bile olsa birkaç kişinin çabasına bırakılmaya devam edilmesi durumunda ülkemiz üretici değil, ancak dünyada geliştirilen elektrikli araçların satışının yapıldığı bir pazar olacaktır. ■



Türkiye Elektrikli ve Hibrit Araçlar Derneği Başkanı Berkan Bayram ile Söyleşi...

“GERİ DÖNÜLEMEZ NOKTADAYIZ”

Bahar Tanrısever

EMO Basın- Türkiye Elektrikli ve Hibrit Araçlar Derneği (TEHAD) Kurucusu ve Başkanı Berkan Bayram, elektrikli ulaşım konusunda geri dönülemez bir noktaya geldiğini belirterek, “Yarının otomobilleri otonom sürüş teknolojisine sahip birbirleri ile iletişim halinde olan, birer akıllı ulaşım araçları haline gelecektir. 2030 yılına kadar otoyollarda dolaşan araçların yüzde 90’ı birbirleri ile bağlantılı olacaktır” dedi.

TEHAD Başkanı Berkan Bayram, elektrikli araçların bugünkü durumu ve geleceğine ilişkin olarak Elektrik Mühendisliği Dergisi’nin sorularını yanıtladı.

Dünyada ve Türkiye’de elektrikli araçların kullanımıyla ilgili gelişimi anlatabilir misiniz? Sayısal olarak son durum nedir?

Bayram: Son 100 yıllık süreçte elektrikli ulaşım konusu, arada sırada gündeme geliyor; 1-2 üretim modeli ortaya çıkıyor, sonrasında ise kayboluyordu. Bunda hem petrol varil fiyatlarının, hem de teknolojik gelişmelerin önemli etkisi vardı. Ama artık söz sahibi olan akaryakıt firmaları da dönüşüm içerisine girdi. Yeni enerjilere yönelmeye başladılar. Ülke yönetimleri de sonu olan fosil yakıtların sürdürülebilir enerji kaynağı olamayacağını farkına vardı. Özellikle Avrupa ülkeleri; başta Norveç olmak üzere, Hollanda ve Almanya önlerine bir hedef koydular. Sıfır emisyon oranına sahip, çevreye karbon salımı yapmayan, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltıcı projeler uygulamaya başladılar. Görünen o ki, 2030 yılına kadar Avrupa ülkeleri genelinde yüzde 70 oranında tamamen elektrikli ulaşımına geçilmiş olacaktır.

Norveç ve Hollanda, parlamentolarında aldıkları karar ile sadece benzinli ve sadece dizel motora sahip otomobillerin 2025 yılı itibarıyla satışına yasak getirdiler. Benzer kararı Almanya 2030 yılı itibarıyla uygulayacağını belirtti. Avrupa’nın en büyük 2 otomotiv üreticisi bu kararlar karşısında, 2020 yılı itibarıyla üretecekleri otomobillerin artık sadece elektrikli ve hibrit motora sahip olacağını açıkladılar.

TEHAD ve Electric&Hybrid Cars Dergisi geçtiğimiz yıl bir rapor yayımladı. Bu rapora göre, dünya elektrikli otomobil pazarını 2 ülke kontrol ediyor: ABD ve Çin. Avrupa’da ise pazar payları açısından Norveç, İsveç ve Hollanda’yı görüyoruz. Avrupa’nın petrol ihracatçısı Norveç’te yüzde 100 elektrikli araçların toplam pazar oranı yüzde 16’ya ulaşmış durumda. Buna hibrit araçları da dahil ettiğimizde yüzde 39’luk bir orana çıkıyor. Artış hızını vurgulamak için belirtmekte fayda var: Norveç’te bu oran 2014 yılında yüzde 13, 2015 yılında ise yüzde 22 idi. Aynı artış hızı diğer ülkeler için de geçerli. Tüm bunlar elektrikli ulaşım konusunda geri dönülmez bir noktada olduğumuzu gösteriyor.



Berkan Bayram 1974 yılında Ankara’da doğdu. Ankara Arı Lisesi’nden 1992 yılında mezun oldu. Türkiye otomotiv sektörüne yönelik olarak sektörün ilk ve tek yayın organı olan “Elektrikli ve Hibrit Otomobiller” Dergisini 2011 yılında çıkartmaya başladı. Türkiye Elektrikli ve Hibrit Araçlar Platformu’nun 2015’te kurulmasına öncülük etti. TEHAD Kurucusu ve Otomotiv Gazetecileri Derneği’nin üyesidir.

Elektrikli ve hibrit araçların olumlu ve olumsuz özelliklerini enerji güvenliği ve çevresel unsurları da göz önünde bulundurarak sıralayabilir misiniz?

Bayram: Olumlu özellikleri; elektrik motorunun yüksek torku sayesinde hızlanma süresi çok kısadır. Sessiz çalışır. Araç kullanımı esnasında elektrik tükettiği gibi, elektrik de üretebilir. Frenleme, yokuş aşağı ivmelenme, solar panel uygulamaları gibi. Özellikle elektrikli otobüs ve tırlar için idealdir. Buji, enjektör, motor ve bağlantıları, marş motoru, yağlar, yağ ve yakıt filtreleri, benzin deposu, ateşleyiciler ve bağlantıları, aktarma organları, benzin ve egzoz boruları gibi birçok parça bulunmaz.

Konvansiyonel otomobillere nazaran, araç tasarımında kısıtlama neredeyse yok gibidir. Pilin ömrü bitebilir, ama sürekli yenilenen teknoloji sayesinde yeni pile geçiş yapılması kolaydır. Periyodik bakım giderleri yoktur. Sıfır karbondioksit (CO2) salınım değerine sahiptir. Birçok ülkede ÖTV ve MTV gibi vergileri düşüktür veya yoktur. Hatta Norveç, Fransa, ABD gibi ülkelerde elektrikli araç satın alınmasında 2 bin 500 Avro’dan 7 bin 500 Avrolara kadar teşvik söz konusudur. Elektrik motoru daha ucuz, uzun ömürlü ve kolay değiştirilebilir. Daha az mekanik aksamı ihtiyaç duyulur. Konvansiyonel bir otomobile uyarlanabilir, bu şekilde hibrit olur. Petrolün varlığı sonludur; elektrik kaynağı ise güneş sistemi var oldukça varlığını koruyacaktır.

Olumsuzluklar Gideriliyor

Olumsuz yanları; su ve neme karşı etkili koruma ve yalıtım yapma zorunluluğu vardır. Ancak bugün üretilen birçok model için artık bu söz konusu değildir. Şarj istasyonlarının azlığı nedeniyle uzun yol kullanımına uygun değildir. Son 4 yılda, ABD ve Avrupa otoyollarında hızlı şarj istasyonları kullanıma geçmiştir; 15 ve 30 dakika arasında pil kapasitesi yüzde 80 doluluğa ulaşmaktadır. Bu nedenle günümüzde bu olumsuzluk da geçersizdir. Menzil probleminde tercih edeceğiniz otomobil modeli önemlidir; 150 km ile 400 km arasında menzile sahip pek çok modelin satışı yapılmaktadır. Diğer olumsuzlukları da pil performansının sıcak ve soğuk iklim şartlarından az da olsa etkilenmesi; pillerin halen yüksek maliyetli ve 7-10 yıl aralığında ömürlü olması ve kullanım ömrü açısından fiyat/performans karşılaştırmasının zayıf kalmasıdır.

Hibrit otomobil ise içten yanmalı motora sahip olan ama aynı zamanda elektrik motoru da bulunan araçlardır. Hibrit sistemi bir elektrikli aracın işlevlerini de yerine getirerek, aynı miktar yakıt ile daha fazla mesafe alınmasını ve emisyonun düşürülmesini sağlayan yapıdır. Olumlu özellikleri; “Çevre dostu olması, finansal fayda, fosil yakıtlara daha az bağımlılık, rejeneratif fren sistemi, hafif malzemelerden üretilmiş olması ve ikinci elde piyasa değerini koruması” olarak sıralanabilir.

Olumsuz yanları ise; daha az güç, pahalılık -Türkiye’deki vergi oranlarından dolayı- yüksek bakım masrafları ve yüksek voltajlı akülerdir.

Son teknolojiler ve üretim hedefleri konusunda bilgi verir misiniz?

Bayram: Alternatif yakıtlı araçlar olarak adlandırılan elektrikli ve hibrit araçların yanında son teknoloji olarak hidrojen yakıt hücresi/pilli (fuel cell) araçları da görmekteyiz. Özellikle akaryakıt firmaları, hidrojen yakıt ile çalışan araç teknolojilerine uzun dönemde çok daha ilgi göstermeye başlayacaktır. Çünkü bu teknolojide, elektrikli otomobilin bitirdiği fosil yakıt ticareti, dağıtım-taşıma ve depolama sistemleri olarak ayakta kalmaya devam edecektir.

Hidrojen yakıt ile çalışan araçlarda egzoz çıkışları vardır, fakat buradan doğaya sadece su buharı salımı yaparlar. Yani hidrojen aracınız varsa susuz kalmazsınız diyebiliriz.

Küresel otomotiv firmalarının üretim planları açısından, elektrikli ve hibrit otomobil teknolojisinde üretim şekli hibritten tamamen elektrikliye geçiş olarak devam edecek, son durakta ise elektrikli ve hidrojen yakıt hücresi araçlar üretilecek gibi görünmektedir. Günümüz teknolojisi ile hidrojen depolanması önündeki soru işaretleri tam olarak çözümlenememiş olmasına rağmen kaynağı su olan ve enerjisinin tüketimi sonucunda açığa sadece su buharı çıkaran hidrojen yakıtlı otomobillerin gelecek nesil ürünlerinin çok daha teknolojik ve verimli olacağı şüphesizdir.

Teknolojik gelişmeler açısından üst başlık olarak ağa bağlı otomobillerde sayıca artış yaşanacaktır. Yani yarının otomobilleri; otonom sürüş teknolojisine sahip, birbirleri ile iletişim halinde olan akıllı ulaşım araçları haline gelecektir. 2030 yılına kadar otoyollarda dolaşan araçların yüzde 90’ı birbirleri ile bağlantılı olacaktır.

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR NASIL ÇALIŞIR

“Elektrikli otomobil, elektrik motoruna sahip ve elektrik enerjisi ile çalışan otomobillere verilen isimdir. Ani-anlık hızlanması, güçlü ve sürekliliğini koruyabilmesi en önemli özelliğidir. Elektrik motoru ihtiyaç duyduğu enerjiyi akülerden sağlar. Bir elektronik kontrol ünitesi motora verilecek akımı ve akım yönünü kontrol eder. Elektrik motoru döndürme hareketini diferansiyel kutusuna iletir. Bu kutu da tekerleklerin dönmesini sağlar. Araç hareketini bu şekilde sağlar. Yani elektrikli otomobil, anlatımı kadar çalışması da en basit olan motor teknolojisidir. Aslında bu kadar basit bir sisteme sahipken içten yanmalı motor teknolojisinin ne denli karmaşık bir yapıya sahip olduğunu fark etmiyor olmamız da çok gariptir.”



Türkiye’de ulaşılabilir-kullanılabilir durumda olan yaklaşık 300’e yakın şarj ünitesi bulunmaktadır. Bu istasyonların yarına yakını İstanbul’dadır.

Akıllı şehirler, nesnelerin İnterneti kavramları çerçevesinde elektrikli araçlar ve depolama teknolojilerinin getirebileceği olanaklar nelerdir?

Bayram: Otonom sürüş teknolojisinde şu an Türkiye'nin öne geçme imkanı bulunuyor. Dünyada halen otonom sürüş testleri yapılıyor, ama bu teknolojinin trafikte aktif kullanılmasının önünde mevzuat engelleri var. 1968 Viyana Sözleşmesi ve Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu'nun (UNECE) Yönergesi, otonom sürüş imkanına (bazı ülkelerde test için dahi olsa) izin vermiyor. TEHAD olarak hedefimiz bu mevzuat engellerini Avrupa'dan önce değiştirebilmek. Bunu gerçekleştirebilirsek otonom sürüş testleri için özel parkurlar oluşturabilir, maket şehir merkezleri kurabiliriz. Şu an adım atabilirsek Avrupa'dan çok önde olabiliriz. Bu teknolojiyi geliştirmeye çalışan firmaları ülkemize davet edebilir, teknolojinin ülkemizden doğmasına fayda sağlayabiliriz. Tabii bu girişimler artı katma değer olarak bize geri dönecektir.

Elektrikli araçlar ve depolama sistemlerinin maliyetleri hangi düzeydedir?

Bayram: Elektrikli araçlar ve enerji depolama sistemleri (EDS) geleceğin teknoloji ve yatırım araçlarıdır diyebiliriz. Elektrikli otomobillerde batarya kapasitesi arttıkça aracın menzili de paralel olarak uzar. Ömür olarak baktığımızda lityum iyon bataryaların kapasitesi; 3 bin defa tam şarj-boşaltım sonrasında, yaklaşık 7-8 yıl sonra, yüzde 15 gibi çok düşük oranlarda gerileme gösterir. Bunun anlamı pilin bittiği demek değildir. Örneğin tek şarj ile 400 km gidebilen aracın menzili, yaklaşık 800 bin km kullanıldıktan sonra sadece 60-100 km seviyesinde bir gerileme ile 300-360 km seviyelerine düşebilir. Aslında içten yanmalı motorlu araçların kullanım ömrünün çok ötesinde bir kullanımın ardından bu bataryaların, başta yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere, enerji depolama uygulamalarında da kullanılarak ekonomiye geri kazandırılması da mümkündür.

Büyük çaplı enerji depolama üniteleri dünyada henüz çok yaygınlaşmamıştır. Son teknolojik gelişmeler kapsamında birkaç prototip üzerinde performans analizleri ve maliyet çalışmaları yapılmaktadır. Türkiye'nin de içinde yer aldığı, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin ülkeler için, enerji saklama sistemleri geleceğin teknolojisi ve en büyük pazarıdır.

EDS, enerjinin verimli ve kesintisiz olarak kullanımı ve enerjinin akıllı yönetimi açısından en uygun çözümdür. 3.5 kilovat saatten (kWh) 1 megavat saat ve katlarına kadar enerji depolamak mümkündür. Garanti süresi 60 ay veya 2 bin 500 çevrimdir. Sistemde yüksek kapasiteli ve uzun ömürlü (20 yıl) lityum esaslı bataryalar kullanılmaktadır. Kullanım süresince herhangi bir periyodik bakıma ihtiyaç duyulmamaktadır.

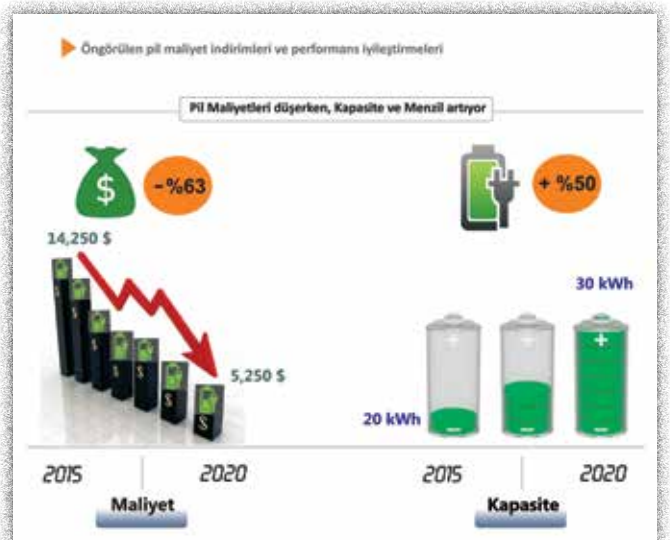
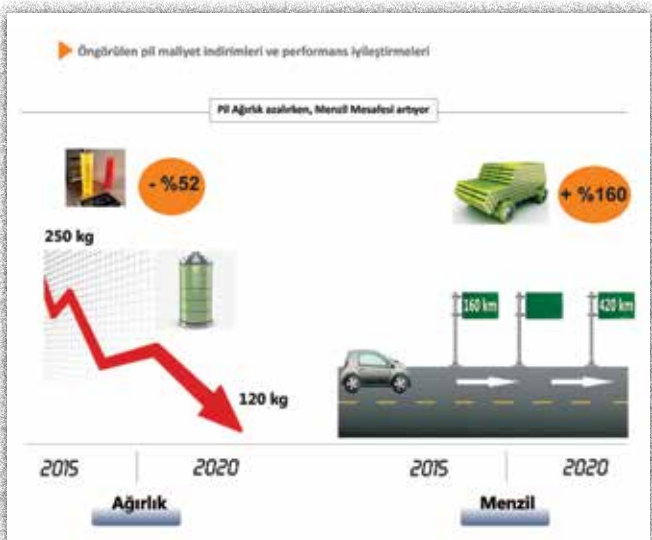
EDS'lerin maliyeti batarya kapasitesi, güç elektroniği, güneş ve rüzgardan şarj edilebilme, UPS özelliği ve kabin özellikleri gibi farklı parametrelere bağlıdır. Her sistem kendi içinde özel olarak tasarlanıp maliyet hesabı yapılır. Yaklaşık bir değer vermek gerekir ise kWh başına 750-1000 dolar arası maliyet gerçekçi bir rakamdır.

"Tüketici Elektrikli Otomobile Çok Yatkın"

Elektrikli otomobillerde maliyetlere bakmadan önce, Türkiye otomobil pazarına bakmamız lazım. Türkiye pazarına baktığımızda motor hacmi 1600 kübik santimetre (cc) ve aşağı güçteki benzin-dizel motorlu araçların toplam piyasanın yüzde 95'ini oluşturduğunu görüyoruz. Bu da Türk tüketicisinin daha güçlü motorlu bir model arayışında olmadığını gösteriyor, tabii bunda vergi oranlarının da büyük etkisi var. Demek ki tüketici, farkında olmadan, elektrikli otomobile aslında çok yatkın. Çünkü elektrikli otomobil hem yüksek verim ve düşük vergi, hem de en fazla torka sahip araçtır. 1600 cc ve altını tercih eden otomobil meraklısı elektrikli otomobili bir kez kullandığında, yüksek torku sayesinde 3000 cc üstü bir otomobil kullanıyor hissine kapılacaktır.

Vergisel farklılık açısından baktığımızda, eşdeğer 2 aracın arasındaki fark yüzde 160'ı bulmaktadır. 2011 yılında elektrikli araçlar özelinde yapılan ÖTV indirimi, aracın gücüne göre yüzde 3, 7 ve 15 oranlarında vergilendirilmiştir.

Yani elektrikli BMW i3'ü almak istediğinizde; liste fiyatı 125kW-170bg=108 bin 500 TL'dir. Vergiler sonrası ise yüzde 15 ÖTV+yüzde 18 KDV=148 bin TL ödersiniz. Eşdeğer güce sahip BMW 535 almak istediğinizde ise (2900cc) liste fiyatı 148 bin liradır. Vergiler sonrası ise yüzde 145 ÖTV + yüzde 18 KDV= 430 bin TL ödersiniz.



TEMMUZ 2016			
			
BENZİN	DİZEL	LPG	ELEKTRİK
4,32 TL	3,66 TL	2,38TL	0,33 TL
www.EHcars.net			

“Hızlı Geçiş, Teknolojinin Sorgulanmasına Neden Oldu”

Günümüz ekonomik şartlarında, günlük yaptığınız 60 km ortalama mesafe için herhalde hiç kimse fazladan 280 bin TL ödemek istemez. İşte burada tüketici alışkanlıklarının değiştirilmesi ve toplumda farkındalık yaratılması gerektiği ortaya çıkıyor. TEHAD olarak en büyük misyonumuz bu detayları tüketiciye anlatabilmek. Çünkü 2011 yılında Türkiye ilk kez elektrikli otomobil ile tanıştığında, karşısında bu detayları anlatacak bir kurum göremedi. Elektrikli otomobil satıcısı “Al bunu bir daha benzin parası ödemezsin” diyerek aracı sattı, ama bu otomobili nasıl kullanması gerektiğini, öncesi ve sonrasını anlatmadı. Çünkü satıcı da yeterli bilgiye sahip değildi. Çok hızlı bir geçiş süreci yaşandı. Bu sefer elektrikli otomobil kullanıcısı 90-100 km sonra bir anda yolda kalmaya başladı. Çünkü elektrikli otomobili nasıl verimli veya hangi hız aralığında kullanırsa menzili arttırabileceğini, en yakın şarj noktasının nerede olduğunu bilmiyordu. Ve bu sefer sadece elektrikli otomobili değil, tümüyle bütün teknolojiyi sorguladı.

Dünya ve Avrupa çok hızlı bir şekilde elektrikli ulaşımına geçiyor. Bunu yıllık satış raporlarından görebiliyoruz. Ülkemizde de tüketicinin yeterince bilgilendirilmesi ve test sürüşleri ile elektrikli araçlara yönelik olumsuz algı yıkılabilecektir.

Türkiye’de elektrikli araç sektörünün gelişmesi için neler yapılması gerekir?

Bayram: Elektrikli ulaşımında otomobil ve şarj istasyonu ayrılmaz ikilidir diyebiliriz. Biri olmadan diğeri herhangi bir anlam ifade etmiyor. Dolayısıyla araç satışıyla paralel olarak şarj istasyonlarının yer alacağı altyapının da yenilenmesi gerekiyor. Altyapı sorunlarında mutlaka devlet katkılı çözümler geliştirilmelidir. Diğer taraftan elektrikli otomobil sayısındaki artış şarj istasyonlarının da artmasına sebep olacaktır. Bu yüzden önce satışların artmasına yönelik teşviklerin geliştirilmesi gerekiyor.

Avrupa bu konuda fazlasıyla iyi uygulamalara sahip. Örneğin belediye otobüslerinin kullandığı özel şeritlere, sadece elektrikli otomobilin girmesine izin veriliyor. Merkezi noktalara giriş imkanı sağlanıyor. Bizde de örneğin İstanbul’da Taksim, Eminönü gibi yayalaştırılması düşünülen bölgelere

sadece elektrikli otomobil girişine izin verilebilir. Elektrikli, hibrit ve hidrojen yakıtlı araçlara devlet desteği verilmelidir; alım ve kullanım için özendirici teşvikler... Köprülerden, paralı yollardan ve özel ayrılmış şeritlerden ücretsiz geçiş üstünlüğü sağlanmalıdır. Şehir içi otoparklardan ücretsiz yararlanma imkanı verilmelidir. Elektrikli, hibrit ve hidrojen yakıtlı otomobillere özel plaka uygulaması getirilmelidir. Toplu taşımacılık içerisinde yerel belediyeler otobüs filosunun en az yüzde 20’sini elektrikli otobüslere ayırmalıdır. Türkiye şartlarında gördüğümüz; elektrikli ulaşımın öncelikle toplu taşımacılığın elektrikleştirilmesi ve akıllı ulaşım sisteminin oluşturulmasından geçmiştir.

Elektrikli ve hibrit araçlara verilecek devlet desteği, aslına bakarsanız sektörün canlandırılması ve çevre açısından önemli bir teşvik sistemidir. Bu sistem ABD ve Avrupa ülkelerinde gayet başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Bu teşvikin altında yatan en önemli sebep, giderek kirlenen havanın 20-30 yıl sonra ortaya çıkartacağı sağlık problemlerine daha fazla para harcanacağı öngörüldüğü için o harcamaların bugünden karşılanmak istenmesi ve bu yönde yatırım yapılmasıdır. Çevresel felaketlerle, sağlık problemleriyle uğraşmaktansa elektrikli arabaya geçiş kolaylaştırılmaktadır.

Avrupa ülkelerinde yapılan çalışmalara göre; benzinli/dizel bir otomobilin çevreye, doğaya ve insan sağlığına verdiği toplam zararın bedeli, araç başına 8 bin 500 Avro olarak çıkmaktadır. Dolayısıyla devletler hem elektrikli araç üreticilerini, hem de satın alanları bu sebepten dolayı teşvik etmektedir.

Mevcut araçların elektrikli araca dönüştürülmesi uygulamaları hakkında bilgi verir misiniz?

Bayram: Elektrikli araç dönüşüm sistemleri ülkemiz açısından henüz istenen seviyede değil. Bireysel olarak yapılan birkaç başarılı girişim olsa da, ülke geneline yayılması ve ticari bir faaliyet olmasının önünde mevzuat engelleri var. Ticari anlamda bu mevzuat engelini ancak Avrupa üzerinden aşmak mümkün olabiliyor. Ama bu sefer de maliyetlerin artması ile karşı karşıya kalıyoruz. Önümüzdeki dönemde test merkezlerinin artması, mevzuat maddelerinin yenilenmesi ile bu sektörün önünün açılacağını düşünüyorum.

TEHAD'ın hedefleri ve yaptığınız çalışmalardan bahseder misiniz?

Bayram: TEHAD, insan sağlığını ve çevreyi her geçen gün daha fazla tehdit eder hale gelen ulaşım sorunlarına, sürdürülebilir çözümler üreterek kentlerdeki yaşam kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla kurulmuş; enerji tasarrufu sağlayan şarj edilebilir araçların otoyollarda daha fazla görünür olması için çalışan, kâr amacı gütmeyen, araştırma–uygulama ve eğitim konularına odaklanmış sivil toplum kuruluşudur.

TEHAD olarak en önemli 2 hedefimiz; Akıllı Ulaşım Stratejisi'ni oluşturabilmek ve tüketici alışkanlıklarını değiştirebilmek. Çok yeni kurulmuş olmamıza rağmen, 2016 yılı içerisinde birçok projenin altına imzamızı attık. Avrupa'nın elektrikli ulaşımında bilgi birikimi en yüksek ülkesi Hollanda ile İşbirliği Anlaşması imzaladık. Türkiye'de ilk kez Elektrikli Araç Teknolojileri Eğitim Programı'nı hazırladık ve Ocak ayından itibaren her ay düzenli olarak vermeye başladık. Ayrıca yine ilk kez Dünya ve Türkiye'deki elektrikli-hibrit araç pazarını anlatan bir rapor hazırladık. Elektrikli otomobil ile uzun yol yapma hedefimizi gerçekleştirdik. "Road to Konya" diyerek, 400 km menzile sahip yüzde 100 elektrikli bir otomobil ile 1500 km yol yaparak, kesintisiz normal bir uzun yol sürüşü gerçekleştirdik.

Henüz farkında olmayan firmalar ve devlet yetkililerine, belki yüksek sesle tekrar hatırlatmakta fayda olabilir. İlkokula bugün başlayan çocukların üniversite sıralarında kullanacakları otomobil elektrikli olacak. Elektriği ise fosil yakıtlardan değil, güneş ve rüzgardan elde edecekler. Bu gerçeğin farkına varmamız gerekiyor. Artık zamanla yarışıyoruz; firmalar ve devlet, yatırım planlarını bu gerçeği göz önüne alarak yapmalı ve katma değerli inovasyona dayalı üretim modellerine bir an önce geçilmelidir.



ELEKTRİKLİ ARABA KULLANICILARINA ÖNERİLER

Şehir ulaşımı için ideal: Otomobili günün sadece 3-4 saati kullanıyoruz. Geri kalan 20 saatte araç ya sokakta, ya otoparkta yatıyor. Böyle bir gerçek karşısında yaptığımız yatırım aslında araca değil, fosil yakıtla olmaktadır. Burada artık uyanmamız gerekiyor. İstatistik sonuçlarına göre, bir otomobil kullanıcısı metropol şehirlerde günlük ortalama 60 km yol yapıyor. Bugün itibarıyla sıradan bir elektrikli otomobilin dahi 200 km menzile sahip olduğunu düşünürsek, sadece sabah ve akşam kullandığımız bir otomobil için fazlasıyla lüks bir ulaşımı tercih ettiğimiz ortaya çıkmaktadır.

Evde şarj olanağı: Tüm elektrikli ve şarj edilebilir hibrit araçlar evlerden şarj olabilir. Bunun için tesisat değişikliği zorunlu olmasa da, şarj süresi açısından değiştirilmesi tercih edilmelidir. Yani standart şehir şebekesinden 8 saat yerine 3 saatte şarj etmek isterseniz trafonuzda ufak değişiklikler yapmanız gerekecektir.

Menzil planlamasıyla tasarruf: Bunun yanında elektrikli otomobil kullanıcısı günlük yol programını yola çıkmadan yapmalı, tasarrufu ön planda tutarak kalan menzile mesafesine bağlı olarak, alternatif şarj noktalarını sürekli gözden geçirmelidir. Bu kurguyu her gün sistematik bir şekilde uygulamayı başarabilen bir elektrikli otomobil kullanıcısı, aylık benzin masrafını 10 da 1 oranında bir rakama kadar düşürebilir.

YAVAŞ ŞARJ

- Özellikler: 220-240 V 16 A
- Şarj Süresi: 6-8 Saat
- Ev ve İşyerinde Yavaş Şarj İmkânı

NORMAL ŞARJ

- Özellikler: 380 V 16 A
- Şarj Süresi: 3-4 Saat
- Sosyal Donatı Alanlarındaki Otoparklar

HIZLI ŞARJ

- Özellikler: 380V 32 A
- Şarj Süresi: 30dk- 1 Saat
- Şehir Dışı Yollar, Ana arter Bağlantı Noktaları-Acil Şarj İhtiyaç Noktaları

MEVZUATTA ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

EMO Basın- Yolcu ve yük taşıyan araçların yalnızca elektrikli, hibrit elektrikli ve hibrit motorlu araçlara dönüştürülmesi; Araçların İmal, Tadil ve Montajı Hakkında Yönetmelik'te (AİTM) 30 Kasım 2010 tarihinde yapılan değişiklik ile mümkün oldu.

Yönetmelik ile hibrit elektrikli araç, hibrit motorlu araç ve sade elektrikli araç tanımları şöyle yapıldı:

Hibrit Elektrikli Araç: Mekanik tahrik için gerekli enerjiyi araç üzerinde depolanmış tüketilebilen bir yakıt ve akü, kondansatör, volan/jeneratör gibi elektrik enerjisi veya güç depolama cihazından alan araç.

Hibrit Motorlu Araç: Aracın tahrikinde kullanılmak üzere üzerinde en az iki farklı enerji dönüştürücüsü ve iki farklı enerji depolama sistemi bulunan araç.

Sade Elektrikli Araç: Sadece elektrik motoru ile tahrik alan, tahrik enerjisi araç içinde bulunan batarya tarafından sağlanan araç.

Yönetmeliğe eklenen Ek Madde 1 ile yolcu taşıma araçları (M) ve yük taşıma araçlarının (N) "seri tadilat" yoluyla dönüştürülmesi ve elektrikli araçlar ile hibrit araçların üretilmesine ilişkin hükümler getirildi.

Dönüşüm konusunda sadece aracın asıl (orijinal) imalatçısını yetkili kılan yönetmelik değişikliği münferit tadilatların yapılamayacağını hükme bağlıyor. Buna göre, temel aracın imalatçısı sadece kendi imal ettiği araçların münferit tadilatını yapılabiliyor. Münferit tadilat durumunda da yönetmelikte sıralanan onaylar listesi aranıyor.

Tablo 1: M ve N Kategorisi Araçların Tadil Yolu ile Sade Elektrikli, Hibrit Elektrikli ve Hibrit Motorlu Araca Dönüştürülmesinde Aranılan Onaylar Listesi

Konusu	Yönetmelik Numarası	BM/AEK Regülasyon Numarası	AİTM Ek VII Madde No	M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃
Yakıt depoları/arka koruma tertibatları	70/221/AT	R58, R34*	1.3	B	B	B	B	B	B
Direksiyon döndürme kuvveti	70/311/AT	R79	1.5	B	B	B	B	B	B
Fren	71/320/AT	R13, R13-H	1.9	C	A	A	C	A	A
Radyo parazitleri (elektromanyetik uyumluluk)	72/245/AT ⁽¹⁾	R10	1.10	A	A	A	A	A	A
İç donanım	74/60/AT ⁽²⁾	R21	1.12	B					
Hırsızlığa karşı önlem ve immobilizer	74/61/AT	R18, R97, R116	1.13	A					
Koltuk mukavemeti	74/408/AT	R17	1.15	B	B	B	B	B	B
Dış çıkıntılar	74/483/AT	R26	1.16	B					
Kabin dış çıkıntıları	92/114/AT						B	B	B
Hız göstergesi ve geri vites	75/443/AT	R39	1.17	B	B	B	B	B	B
Emniyet kemeri bağlantıları	76/115/AT	R14	1.19	B	B	B	B	B	B
Aydınlatma ve ışıklı sinyal cihazlarının yerleştirilmesi	76/756/AT	R48	1.20	B	B	B	B	B	B
Çeki kancaları	77/389/AT		1.27	B	B	B	B	B	B
Emniyet kemerleri ve bağlama sistemleri	77/541/AT	R16	1.31	B	B	B	B	B	B
Kumandaların, ikaz düzeninin ve göstergelerin tanıtımı	78/316/AT	R121	1.33	A	A	A	A	A	A
Buz çözme /buğu giderme	78/317/AT ⁽³⁾		1.34	A					
Isıtma sistemleri	2001/56/AT	R122	1.36	A	A	A	A	A	A
CO ₂ emisyonu/yakıt tüketimi/Elektrik enerjisi tüketimi ve elektrik aralığının ölçümü	80/1268/AT*	R101	1.39	A			A		
Motor gücü/ Elektrikli tahrik tertibatının gücü	80/1269/AT ^{(4)*}	R85	1.40	A	A	A	A	A	A
Kütleler ve boyutlar (M ₁)	92/21/AT			B					
Kütleler ve boyutlar (M ₁ dışı)	97/27/AT				B	B	B	B	B
Hız sınırlayıcı cihazlar	92/24/AT		1.46		A	A		A	A
Sade elektrikli araçların güvenliği		R100**		A	A	A	A	A	A
Hafif yolcu ve ticari araçlardan çıkan emisyonlar (Euro 5 ve Euro 6)	(715/2007/AT)*		1.2.4	A	A		A	A	
Müsaade edilebilir ses seviyeleri	70/157/AT	R51	1.1	A	A	A	A	A	A
Dizel egzoz dumanı	72/306/AT*	R24	1.11			A		A	A
Emisyonlar (Euro IV, V) ağır hizmet araçları	2005/55/AT*	R49	1.41			A		A	A

⁽¹⁾ Tadilat ile sonradan takılan aksam veya ayrı teknik ünitelerin tip onaylarının/deney raporlarının mevcut olması durumunda teknik servis raporu aranmaz.

⁽²⁾ Tahribatlı deneyler yapılmaz.

⁽³⁾ Eşdeğer yöntem ile de belirlenebilir.

⁽⁴⁾ İmalatçı beyanı olması durumunda kabul edilir.

A = Teknik servis raporu ile tevsik edilir.

B = Tadilat, tip onayını düşürdüğü takdirde teknik servis raporu ile tevsik edilir. Direksiyon sisteminde bir tadilat (tahrik sistemi hariç) veya pozisyon değişikliği olduğu takdirde teknik servis raporu aranır.

C = M₁ ve N₁ kategorilerinde R13-H'a göre teknik servis raporu aranır. Rejeneratif fren sistemi bulunmuyorsa, 71/320/AT Yönetmeliğine göre de teknik servis raporu kabul edilir.

* = Sadece hibrit elektrikli ve hibrit motorlu araçlarda uygulanır.

** = R100.01 seviyesi yürürlüğe girmesinden itibaren hibrid elektrikli araçlarda aranır, elektrikli olmayan hibrid araçlarda aranmaz.

Yönetmeliğe göre tadil veya satış işlemleri yapılmadan önce üreticinin sorumlulukları ve tüketicinin hakları ile garanti kapsamı dışında kalan kısımlar hakkında tüketicilerin bilgilendirilmesi ve onayının alınması gerekiyor. Yönetmelik, motorlu araçların tadil yolu ile sade elektrikli, hibrit elektrikli ve hibrit motorlu araca dönüştüren seri tadilat üreticisinin güncel TS ISO 16949 veya TS EN ISO 9001 standardına uygun kalite sistemine sahip olmasını da zorunlu kılıyor.

Ekonomik ömrünü doldurmuş veya başka nedenlerle hurda olduğu saptanmış olan ve trafik kaydı silinen araçlara ise tadilat yapılamıyor ve bu araçlar yeniden tescil edilemiyor.

Yönetmelikte 26 Haziran 2012 tarihinde yapılan değişiklikle de "Tamamlanmamış Araç Tip Onay Belgesi bulunan bir araç üzerinde, varyant ve versiyon seviyesinde yapılacak değişikliklerin, ancak bu araç için birinci seviyede Ulusal Tip Onayını almış imalatçısı tarafından gerçekleştirilebileceği" öngörüldü. Ayrıca elektrikli araç dönüşümünde aranacak onaylar listesinde de değişiklik yapıldı.

Son yapılan değişikliklerle AİTM Yönetmeliği'ne göre elektrikli araç dönüşümünde aranan onaylar Tablo 1'de verilmiştir.

Şarj İstasyonlarına Yasal Altyapı

Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği'nin 40. Maddesi'nde 8 Eylül 2013 tarihinde yapılan değişiklikle, elektrikli araç şarj yerlerinin kurulmasına yönelik yasal altyapı sağlandı. Bu değişiklik ile elektrik enerjisi ile çalışan araçların şarj edilmeleri için, ilgili elektrik kurumunun olumlu görüşü ile otoparklar, akaryakıt istasyonları veya diğer uygun yerlerde elektrikli araç şarj yeri yapılabileceği öngörüldü.

Türkiye Elektrikli ve Hibrit Araçlar Derneği'nden (TEHAD) alınan bilgiye göre, 220V elektrik kaynağı olan her yer teoride bir şarj istasyonu olabiliyor. Türkiye'de halen 1000'e yakın şarj istasyonu olduğu iddia edilse de, bu istasyonların AC veya DC olup olmadığı, hangi illerde bulundukları ya da çalışıp çalışmadığına ilişkin kesin bilgiye ulaşılamıyor. Ayrıca bazı istasyonların çalışmadığı ya da araçla girilmesi mümkün olmayan yerlerde konumlandığına dikkat çekiliyor. Bu nedenle Türkiye'de ulaşılabilir ve kullanılabilir durumda olan 300'e yakın şarj ünitesi bulunduğu belirtiliyor. Yarısına yakını İstanbul'da olan bu şarj istasyonlarından 12'si İstanbul Otopark İşletmeleri Tic. A.Ş'nin (İSPARK) açık ve katlı otoparklarda kurduğu istasyonlardan oluşuyor. ■

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN YÖNETMELİK ÇALIŞMASI

Elektrik Mühendisleri Odası tarafından Elektrikli Kara Araçları ve Bu Araçların Şarjlarına Dair Elektrik Mühendisliği Hizmetleri Yönetmeliği hazırlandı. Bu Yönetmelik TMMOB Yönetim Kurulu'na 26 Haziran 2015 tarihinde gönderilmiş, ancak Makina Mühendisleri Odası'nın gerekçesiz itirazı nedeniyle TMMOB Yönetim Kurulu tarafından henüz Resmi Gazete'ye gönderilememiştir.

TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI ELEKTRİKLİ KARA ARAÇLARI ve BU ARAÇLARIN ŞARJLARINA DAİR ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ HİZMETLERİ YÖNETMELİĞİ

Amaç

MADDE 1- (1) Bu Yönetmeliğin amacı elektrik enerjisi ile hareket eden kara araçları için gerekli elektrik enerjisini araç üzerinde depolanmış tüketilebilen bir yakıt veya akü, kondansatör, jeneratör gibi elektrik enerjisi veya güç depolama cihazından alan kara araçları ve bu araçların şarjları ile ilgili elektrik, elektrik-elektronik ve elektronik mühendisliği hizmetlerinin tanımlanması ve bu hizmetleri yürütecek EM'lerin görev, yetki ve sorumlulukları ile bu hizmetlerin denetlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Kapsam

MADDE 2- (1) Bu yönetmelik gibi enerjisini elektrik enerjisi veya güç depolama cihazından alan kara araçları ve bu araçların şarjları ile ilgili ilgili 18.03.2004 tarihli ve 25406 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Elektrik Mühendisleri Odası Serbest Müşavir Mühendislik Hizmetleri Yönetmeliğinde belirtilen hizmetleri üretecek EM'lerin görev, yetki ve sorumluluklarına ilişkin düzenlemeleri kapsar.

Dayanak

MADDE 3- (1) Bu Yönetmelik, 27/1/1954 tarihli ve 6235 sayılı Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Kanunu hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır.

Tanımlar ve Kısaltmalar

MADDE 4– (1) Bu Yönetmelikte geçen;

- a) AG: Alçak Gerilimi,
- b) Bakım Hizmetleri: EMO Bakım Hizmetleri Sözleşmesi kapsamındaki hizmetleri,
- c) Bakım Sorumlusu: Elektrikli araçların ve şarjlarının ilgili mevzuata göre bakım sorumluluğunu üstlenen Oda tarafından belgelendirilmiş EM'yi,
- d) Belge: Oda tarafından belirlenen uygulama esaslarına göre düzenlenmiş belgeyi,
- e) Elektrikli Araç: Hareket etmek için gerekli elektrik enerjisini araç üzerinde depolanmış tüketilebilen bir yakıt veya akü, kondansatör, jeneratör gibi elektrik enerjisi veya güç depolama cihazından alan kara araçlarını,
- f) EM: Elektrik, Elektronik, Elektrik-Elektronik Mühendislerini,
- g) İşletme Sorumlusu: Araç dönüşüm tesisleri ile ticari olarak şarj istasyonu olarak işletilen yerlerdeki elektrik mühendisliği hizmetini üstlenen EM'yi,
- h) İşveren-Tüketici: Mühendislik hizmetlerini yaptıracak aracın mülkiyet ve/veya kullanım hakkı sahibi, veya işin yüklenicisi gerçek ve tüzel kişileri,
- i) MİSEM: Elektrik Mühendisleri Odası Meslek İçi Sürekli Eğitim Merkezini,
- j) Oda: Elektrik Mühendisleri Odasını,
- k) Serbest Müşavir Mühendis (SMM): 3458 sayılı Mühendislik ve Mimarlık Hakkında Kanun'un verdiği yetkiyle Elektrik Mühendisleri Odası SMM Hizmetleri Yönetmeliğinde belirtilen elektrik, elektronik, elektrik elektronik mühendisliği hizmetlerinden birini ya da birkaçını Elektrik Mühendisleri Odası'na kayıt ve tescilini yaptırarak, ücreti karşılığında, kendi hesabına ya da kamu kurum ve kuruluşları dışında bir gerçek-tüzel kişi hesabına ücretli, sözleşmeli, ortak ve benzeri bir bağlantı içinde yapan elektrik, elektronik, elektrik elektronik mühendisleri ile yüksek mühendislerini,
- l) Şarj: Elektrik enerjisi ile hareket eden elektrikli araçların akü, pil, kondansatör ve benzeri enerji depolayan ekipmanları doldurmak üzere gerçekleştirilen kablolu veya kablosuz enerji dönüşümünü ve aktarımını,
- m) TMMOB: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliğini,

ifade eder.

İlkeler

MADDE 5– (1) Bu Yönetmeliğin uygulanmasında aşağıda belirtilen temel ilkeler gözetilir:

- a) Bu yönetmelik kapsamında yer alan elektrikli araçların ve şarjlarının elektrik mühendisliği hizmetleri Oda tarafından belgelendirilmiş EM'ler tarafından yapılır.
- b) Bu yönetmelik kapsamındaki hizmetleri üstlenecek EM'ler MİSEM tarafından düzenlenen meslek içi eğitimlere katılırlar.
- c) Bu Yönetmelikte tanımlanan hizmetlerin yürütülmesinde Oda; mevzuat ile belirlenen görev ve yetkilerini kullanarak bir yandan hizmetin yürütülmesindeki teknik gereklilikleri ve hizmet kalitesini sağlar, diğer yandan üyelerin haklarının korunmasında gerekli gördüğü girişim ve müdahalelerde bulunur.
- ç) İşletme sorumlusu, araç dönüşüm tesisi veya şarj tesisi ile ilgili mevzuata uygun olarak teçhiz edilmesi ve işletilmesine nezaretle görevlidir.
- d) İşletme sorumlusunun araç dönüşüm tesisi veya şarj tesisini ticari olarak işleten kuruluş bünyesinde istihdam edilmesi esastır. Ancak kuruluş bünyesinde gerekli özelliklere sahip EM'nin bulunmaması durumunda anılan hizmet SMM belgesine sahip EM'ler tarafından Oda onaylı sözleşme ile gerçekleştirilir.
- e) Oda Yönetim Kurulu, bu Yönetmelikte yer alan işletme sorumluluğu ve bakım sorumluluğuna ilişkin güç, sayı, kapasite, bölge ve benzeri konularda sınırlamayı belirler.
- f) Bu yönetmelik hükümlerinin uygulanmasında EM yürürlükteki tüm mevzuat, şartname ve standartlar ile Oda Yönetim Kurulu kararlarına uymak ve üretmiş olduğu mühendislik hizmetini Odanın mesleki denetimine sunmak zorundadır.
- g) İşveren, işletme sorumlusu ve bakım sorumlusunun görevlerini yerine getirebilmesi için gerek duyduğu imalatların ya da hizmetlerin yerine getirilmesini sağlamak, donanım ile ilgili bakım ve onarım işlerini yaptırmak, talep edilen güvenlik malzemelerini almak, işletme sorumlusunu görevin gerektirdiği ölçüde yetkili kılmak, işletme sorumlusu ve bakım sorumlusunun talimatları ve uyarılarını dikkate alarak uyulmasını sağlamakla yükümlüdür.

Hizmet alanları

MADDE 6– (1) Serbest Müşavir Mühendis (SMM) Belgesi bulunan EM'nin, belgesinin niteliğine göre imzaya yetkili ve sorumlu olduğu hizmet alanları aşağıda belirtilmiştir.

- a) Etüd ve Yapılabilirlik Hizmetleri.

b) Proje Hizmetleri;

1- Öneri Projesi: Genel olarak, hazırlanacak tasarımın, projenin esaslarına ilişkin açıklamaları, bu esasların kabulü için zorunlu nedenleri, teknik ve ekonomik hesapları gösteren proje.

2- Ön Proje (avan proje): Aracın, hangi gereçlerle ve nasıl yapılacağını gösteren açıklama, şema, plan ve resimlerle, bunların düzenlenmesine dayanak olan hesap ve raporlardan oluşan proje.

3- Kesin Proje: Ön projede belirtilen tesis veya sistem gereçleri veya kabul edilmiş ilkelere uygun nitelikteki ayrıntılı açıklama, şema, plan ve resimlerle bunların düzenlenmesine dayanak olan teknik özellikler, hesap, keşif (metraj listesi) ve şartnamelerden oluşan proje.

4- Uygulama Projesi: Tesisin veya sistemin yapımına başlanmadan önce, onaylanmış kesin projesine ve imalatçı firmalara göre seçilen cihazların tip ve ölçüleri esas alınarak yüklenicisi tarafından hazırlanacak proje.

5- Röleve Projesi (Son Durum): Uygulama aşamasında, varsa yapılan değişikliklerin işlendiği tesis sahibi veya yüklenici tarafından hazırlanacak, tesisin geçici kabule esas olan en son gerçekleşen durumunu gösteren proje.

6- Değişiklik Projesi (tadilat projesi): Tesisin veya sistemin yapımına başlanmadan önce, onaylanmış kesin projesine ve imalatçı firmalara göre seçilen cihazların tip ve ölçüleri esas alınarak yüklenicisi tarafından hazırlanacak proje.

7- Detaylar: Kesin projede belirlenmiş tesisatlara ait özel imalatlarla ilgili prensip resimlerini içeren, tesis elemanlarının birbirleri ile ilgisini etraflı bir şekilde anlatmak için plan, kesit, görünüş şeklinde hazırlanmış ölçekli çizimler.

c) Araştırma ve Geliştirme Hizmetleri.

ç) İhale Dosyası ve Keşif-Şartname Düzenleme Hizmetleri.

d) Mesleki Kontrollük Hizmetleri: İlgili mevzuata göre tasarım ve proje denetim, ölçüm, test ve tesisat denetleme işidir.

e) Hakediş ve Kesin Hesap Hizmetleri.

f) Devreye Alma, Kontrol ve Kabul Hizmetleri.

g) İşletme ve Bakım Hizmetleri: Elektrikli araçların ilgili mevzuata göre montaj/üretim sorumluluğunu üstlenen Oda tarafından belgelendirilmiş EM'yi,

ğ) Danışmanlık Hizmetleri (müşavirlik hizmetleri): Oda üyesinin, uzmanı olduğu konularda danışmanlık, müşavirlik, proje yönetimi, yapılabilirlik, fizibilite çalışmaları, program hazırlığı, özel araştırma ve çalışmalar, dosya hazırlığı, iş ve işlem takibi gerektiren işlerin yapılması, ihale dosyası hazırlanması, keşif, şartname hazırlanması gibi hizmetlerdir.

h) Yapım Hizmetleri ve/veya Sorumluluğu: Her türlü elektrikli aracın meslek alanı ile ilgili yapım ve imalat aşamalarında yürürlükteki mevzuat hükümlerine, fen, sanat ve iş güvenliği ve sağlık kurallarına uygun olarak tesis edilmesinden, tamamlanmasından, sağlamlığından, niteliklerinden, usulsüz ve tekniğe aykırı yapılmasından doğacak zararlardan sorumlu olarak yapılan hizmettir.

ı) Test ve Ölçüm Hizmetleri.

i) Teknik Dosya Hazırlama Hizmetleri.

j) Bilirkişilik ve Ekspertiz Hizmetleri: Bilimsel, teknik ve ekonomik sahalarda belirtilen konulardan isteneni, yerinde ya da dosya üzerinde inceleme yaparak fiyat takdiri, kıymet, nitelik, kusur ve durum tespiti için rapor tanzimi ile lüzum görülecek hallerde bunların dışındaki hususların tayin ve tespitinin yapılması hizmetleridir.

Hizmet bedelleri ve mesleki denetim

MADDE 7- (1) Elektrikli araçların dönüşümü, bakımı ve şarjına ilişkin mühendislik hizmetlerinin en az ücretlerinin belirlenmesi ve mesleki denetim uygulamaları, 9/12/2010 tarihli ve 27780 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası En Az Ücret ve Mesleki Denetim Uygulama Esasları Yönetmeliği hükümlerine göre gerçekleştirilir.

Özellik taşıyan sorunların çözümü

MADDE 8- (1) Bu Yönetmelikte tanımlanmayan ve karşılaşılabilecek diğer hususlar ve sorunlar Oda Yönetim Kurulu kararı ile çözümlenir.

Yürürlük

MADDE 9- (1) Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 10- (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Elektrik Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu yürütür.

ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN BATARYA DOLUM SİSTEMLERİNDE KULLANILAN TEMASSIZ GÜÇ AKTARIM SİSTEMLERİ

M. Timur Aydemir
aydemirmt@gazi.edu.tr

Elektrikli araçlar, beklenen hız ve düzeyde olmasa da tüm dünyada yaygınlaşmaktadır. Elektrikli araçların yaygınlaşmasını yavaşlatan etkenlerin başında mevcut bataryaların kısıtlamaları gelmektedir. Bu kısıtlamaları ortadan kaldırmak amacıyla, pek çok üniversitede ve sanayi kuruluşunda enerji/güç yoğunluğu daha yüksek, maliyeti düşük batarya teknolojileri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bataryalarla ilgili yapılmakta olan çalışmalardan biri de dolum (şarj) işleminin temassız olarak yapılabilmesine olanak sağlayan sistemlerin geliştirilmesi üzerinedir. Temassız güç aktarım (TGA) sistemlerinde, bir primer sargısına uygulanan güç, geniş bir hava aralığı üzerinden sekonder sargısına aktarılır. Sekonder sargısında oluşan gerilim doğrultularak batarya dolum işleminde kullanılır. Arada bir temas olmaması nedeniyle temassız güç aktarım sistemleri; kullanım kolaylığı, yüksek emniyet, yüksek güvenilirlik, düşük bakım maliyeti ve uzun kullanım ömrü gibi avantajları beraberinde getirmektedir. Ayrıca meteorolojik ve çevresel etkenlerden bağımsız olarak kesintisiz güç sağlayabilen bu sistemler birçok ortamda güvenle çalıştırılabilmektedir. Bu sistemlerin bir başka olumlu yanı da kablo karmaşası ve kirliliğini azaltması ve dolum işlemini daha hızlı ve zahmetsiz hale getirmesidir. Öte yandan, gücün geniş bir hava aralığı üzerinden aktarılacak zorunda olması, doğal olarak verimin düşük olmasına yol açar. TGA sistemlerinde verimin yüksek olması için özel kompanzasyon devreleri kullanılmalıdır. Manyetik bağlaşımlı (kuplaj) yüksek sargı yapıları da dolum işleminin verimini arttırmak için önemlidir.

Bu makalede önce TGA sistemlerinin tarihsel gelişimi üzerine kısa bir bilgi verilecek, ardından elektrikli araçların batarya dolum işleminde kullanılan temassız sistemlerin yapıları tanıtılacaktır.

TGA Sistemlerinin Kısa Tarihçesi

Elektrik enerjisinin kablosuz olarak aktarımı ilk kez Nikola Tesla tarafından 1891 yılında ortaya atılmış bir kavramdır. Tesla, elektrik enerjisinin dünyanın her yerine kablosuz olarak aktarılabilmesi hedefine yönelik olarak araştırmalar yapmıştır. Bu amaçla 1901 yılında Long Island Sound yakınlarında "Wardenclyffe" kulesinin yapımına başlamıştır (Şekil 1). Projenin kaynakları tükendiği için kule hiçbir zaman çalışır hale gelememiştir.

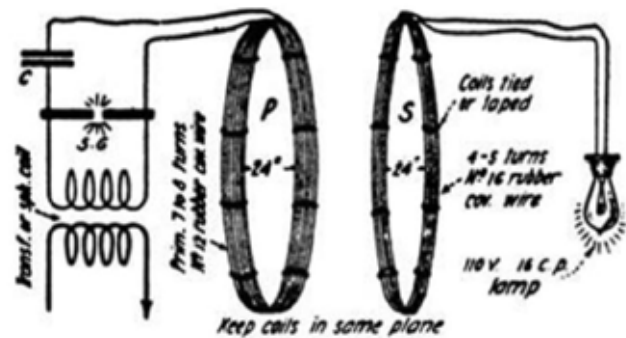
Teknik olanakların yetersizliğine karşı Tesla, Şekil 2'de görülen sistemi geliştirmiş ve 10 – 20 kHz aralığında denemiştir. Tesla, manyetik olarak bağlaşımlı sargılar arasında verimli bir güç aktarımının gerçekleştirilebilmesi için manyetik rezonansın gerekli olduğunu göstermiştir.

Kablosuz güç aktarımı, onlarca yıl sonra, mikrodalga teknolojisinin gelişmesiyle yeniden gündeme gelmiştir. İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde, mikrodalga frekanslarında çalışabilen yüksek güçlü vakum tüplerinin geliştirilmesiyle, uzun mesafelere yüksek güçlü bir ışın gönderilmesi mümkün olabilmektedir.

TGA sistemleri üzerine yapılan çalışmalar 2007 yılında MIT'de bir grup araştırmacının 2 m mesafeden 60 W gücünde bir ampulü yakan bir sistemi tanıtmasıyla yeniden ilgi görmeye başlamıştır [4].



Şekil 1: Tesla'nın Wardenclyffe Kulesi [1, 2]



Şekil 2: Tesla Tarafından Geliştirilen İlk Sistemin Kendi Elinden Çizimi [3]

Endüktif Güç Aktarım Sistemlerinin Genel Yapısı

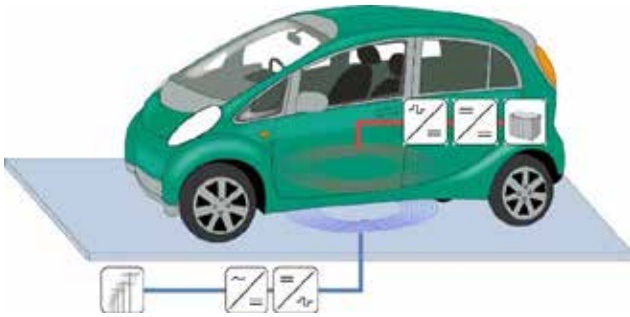
Mikrodalga frekanslarında kullanılan TGA sistemleri uzun süredir günlük yaşamımızın bir parçasıdır. Elektrikli diş fırçaları ve kablosuz algılayıcı ağlar bu sistemlere örnek olarak gösterilebilir. Bu sistemlerde aktarılabilecek gücün düşük olması frekansın yüksek tutulabilmesine olanak sağlamaktadır.

Elektrikli araçlarda güçler yüksek, sargılar arası mesafe de yüksek olduğundan çalışma frekansı düşük tutulmalıdır. Bu nedenle bu sistemlerde güç aktarımı endüktif bağlaşımla gerçekleştirilir. Bağlaşımlı katsayısının düşük olmasından dolayı bu sistemlere “gevşek bağlaşımlı sistem” adı da verilir.

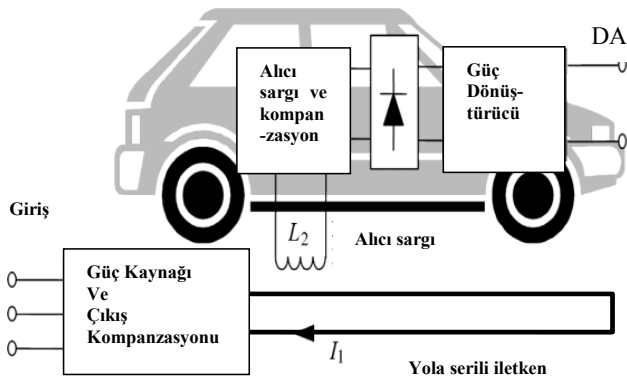
Gevşek bağlaşımlı sistemlerde primer ve sekonder sargılarını üzerinde barındıran ortak bir çekirdek bulunmaz. Ancak her iki sargı da ayrı ayrı bir çekirdek üzerine sarılabilir. Bu yapı, sekonderin primere göre hareketli olmasına izin verdiğinden, elektrikli araçların batarya şarj uygulamaları için kullanışlıdır. Arada bir temas olmaması ve dolayısıyla galvanik yalıtımın sağlanmış olması nedeniyle güvenlik, güvenilirlik, düşük bakım maliyetleri ve uzun kullanım süresi gibi üstünlükleri beraberinde getirir [5].

Gevşek bağlaşımlı sistemlerde kaçak endüktans değerleri çok büyük olur [6] ve doğal olarak güç aktarımı düşük verimlidir. Verimi yükseltebilmek için primer ve sekonder sargılara, rezonansa girmeleri ve güç katsayısını düzenlemek için kondansatörler bağlanır.

Endüktif bağlaşımlı güç aktarımı durağan [7] veya hareket halinde olabilir [8]. Durağan sistemlerde (Şekil 3) sistemin primer tarafı yol altına kurulur. Bataryası dolacak olan araç, sargının bulunduğu konuma gelerek park halinde beklerken dolum işlemi başlatılır. Dinamik sistemlerde (Şekil 4) ise araç yere serili bir iletken hat üzerinde ilerlerken bir yandan da batarya dolum işlemi yürütülür.

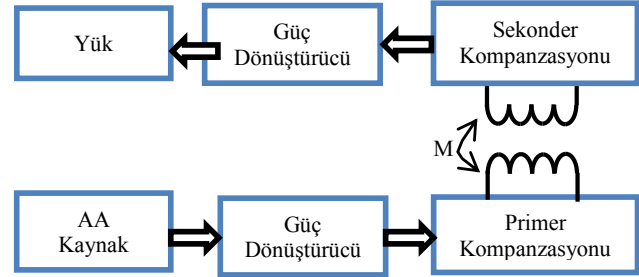


Şekil 3: Örnek Bir Durağan TGA Sistemi [7]



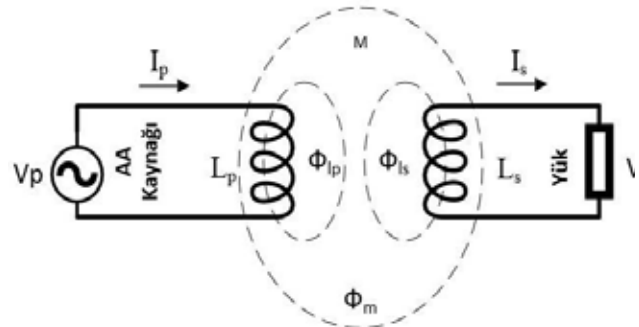
Şekil 4: Örnek Bir Dinamik TGA Sistemi [8]

Gevşek bağlaşımlı endüktif TGA sistemlerinin ilk aşamasında alternatif akım kaynağından alınan gerilim doğrultulur. Doğrultulmuş gerilim, rezonans frekansında çalışan evirici tarafından anahtarlanarak karesi bir gerilim şekli elde edilir. Bu gerilim kompanzasyon devresinden geçirilerek yer platformunda bulunan primer sargısına uygulanır. Araç üzerine yerleştirilmiş sekonder sargısına primer sargısından yansıyan gerilim yeniden doğrultulur ve doğrultulmuş gerilim bir başka güç dönüştürücü kullanılarak bataryanın şarjında kullanılır. Şekil 5'te bu sistemler blok diyagramı olarak gösterilmektedir.



Şekil 5: Endüktif TGA Sisteminin Genel Yapısı

Gevşek bağlaşımlı sistemlerde, sıkı bağlaşımlı sistemlerden farklı olarak primer ve sekonder kompanzasyon blokları yer almak zorundadır. Kompanzasyon devresi olmadan sargılar arasında güç aktarımının nasıl gerçekleştiği, Şekil 6'da basitçe gösterilmektedir [9].



Şekil 6: Bağlaşımlı Sargılarda Güç Aktarımı

Sargılar arasındaki bağlaşımlı kalitesi sargıların öz ve ortak endüktans değerlerine bağlı olarak tanımlanan bağlaşımlı katsayısı ile gösterilir:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_p L_s}}$$

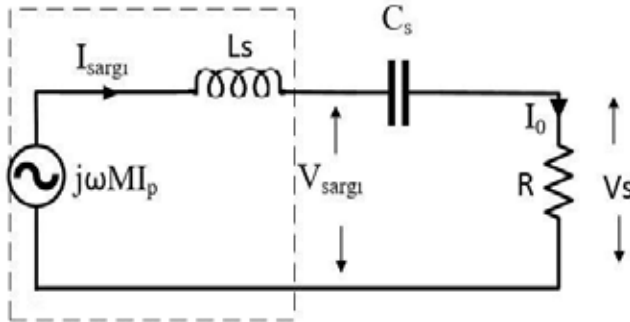
Ortak endüktans, iki sargı arasındaki mesafeye ve bu sargıların birbirlerine göre nasıl yerleştirildiğine bağlı olarak değişir.

Kompanze edilmemiş bir sistemde yüke aktarılabilecek gücün maksimum değeri, maksimum güç aktarım teoremi yardımıyla hesaplanabilir. Bu işlemler yapılırsa maksimum güç değeri şu biçimde bulunur:

$$P_{max} = \frac{1}{2} \frac{\omega M^2 I_p^2}{L_s}$$

Bu eşitlikte I_p primerden akan akımını ve ω anahtarlama frekansını göstermektedir. Bilindiği üzere, maksimum güç elde edildiğinde güç aktarımı %50 verimle gerçekleştirilebilir. Eğer bu değerden daha büyük bir gücün aktarılması isteniyorsa sargının kompanse edilmesi gerekmektedir.

Sekonder kompanzasyonunun güç aktarma kapasitesini nasıl yükselttiği Şekil 7'deki eşdeğer devre yardımıyla incelenebilir. Şekildeki devrede sekonder sargısı seri bağlı bir kondansatörle kompanse edilmiştir.



Şekil 7: Seri Kompanzasyonlu Sekonder

Eğer kondansatörün değeri uygun biçimde seçilirse, seri reaktif elemanlar birbirlerinin etkisini yok edeceğinden, sargıdan aktarılan etkin gücün tümü yüke verilebilir. Bu gücün en yüksek değeri şu biçimde hesaplanır.

$$P_{max} = \frac{\omega M^2 Q_s I_p^2}{L_s}$$

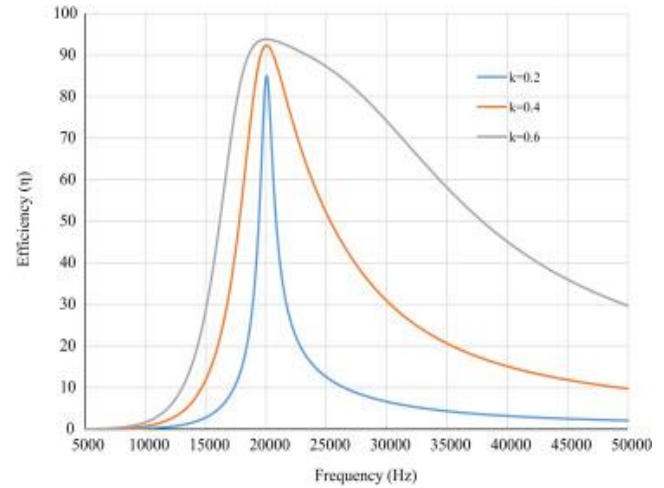
Bu eşitlikte Q_s sekonder sargısının kalite katsayısı olup (elemanda depolanan enerjinin, elemanın aktif gücüne oranı) şu biçimde tanımlanır:

$$Q_s = \frac{\omega L_s}{R_s}$$

Görüldüğü gibi kalite katsayısının yüksek olması aktarılabilecek güç miktarını yükseltebilmektedir. Hareketsiz bir sistemde M ve L_s sabit olduğundan, aktarılabilecek enerjiyi maksimize edebilmek için ωL_p değerinin maksimize edilmesi gereklidir. Primer sargısını anma akımında çalıştırmak, sargının en yüksek düzeyde kullanımı anlamına geldiğinden hacim ve maliyeti de düşürecektir.

Sistemin maliyetini ve karmaşıklığını etkileyen diğer bir unsur da çalışılan frekanstır. Belli bir I_p , M ve L_s değeri için güç aktarım kapasitesi doğrudan frekansa bağlıdır. Günümüz güç elektroniği sistemlerinde kilowattlar düzeyindeki güçler için çalışma frekansı 10 kHz – 100 kHz aralığındadır. Bu frekans bölgesinde deri olayının ve yakınlık etkisinin dikkate alınması gereklidir. Her bir iletkeninin çapı dalma derinliğinden düşük olan Litz sargılar kullanılarak bu etkiler minimize edilir.

Şekil 8'de frekans ve bağlaşım katsayısına bağlı olarak güç aktarım veriminin değişimi gösterilmektedir [10]



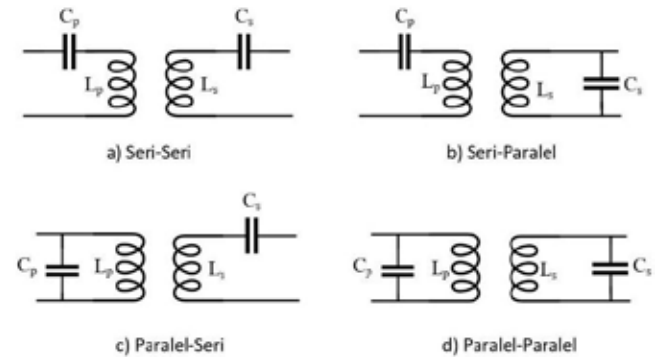
Şekil 8: Güç Aktarım Veriminin Frekans ve Bağlaşım Katsayısına Göre Değişimi [10]

Kompanzasyon Yapıları

TGA sistemi endüktif bir yapıdır. Çalışma frekansı da yüksek olduğundan, kaynak tarafındaki güç katsayısı çok düşük olur [11]. Bu durumun neden olduğu verim kaybını engellemek için sargılara seri veya paralel kondansatörler yerleştirmek gerekebilir. Temel kompanzasyon yapıları Şekil 9'da verilmektedir.

Kompanzasyon devresi tasarımında ilk olarak sekonderdeki kapasite değeri seçilir. Çalışma frekansı değerinde sekonder sargısının öz endüktasını kompanse edecek bir kapasite değeri kullanılır. Tüm topolojiler için kompanzasyon kapasitesinin değeri şu biçimde hesaplanır:

$$C_s = \frac{1}{\omega_o L_s}$$



Şekil 9: Temel Kompanzasyon Yapıları

Bu eşitlikte ω_o sistemin çalışma (rezonans) frekansıdır. Benzer olarak primer kapasite değeri de giriş güç katsayısı bir olacak biçimde seçilir. Dört topoloji için yapılan hesaplamalar Çizelge 1'de verilmektedir. Çizelgede görülen primer ve sekonder kalite katsayıları (Q_p , Q_s) rezonans frekansında (ω_o) tanımlanmıştır.

Primer sargısı, giriş güç katsayısını iyileştirmek için, sekonder sargısı da aktarılan gücü yükseltmek için kompanse edilir. Eğer primere yansıyan empedans, primerin öz endüktasının yanında ihmal edilebilir düzeyde ise yalnızca primer sargısını kompanse etmek yeterli olabilir [12].

Çizelge 1: Farklı Kompanzasyon Topolojileri İçin Primer Kapasitesi Hesabı

Topoloji	Primer Kapasitansı, C_p	Primer Kalite Katsayısı, Q_p	Sekonder Kalite Katsayısı, Q_s
Seri-Seri	$\frac{L_s C_s}{L_p}$	$\frac{R_L L_p}{\omega_o M^2}$	$\frac{\omega_o L_s}{R_L}$
Seri-Paralel	$\frac{L_s C_s}{L_p} \frac{1}{(1-k^2)}$	$\frac{\omega_o L_p L_s^2}{M^2 R_L}$	$\frac{R_L}{\omega_o L_s}$
Paralel-Seri	$\frac{L_s C_s}{L_p} \frac{1}{Q_s^2 k^4 + 1}$	$\frac{R_L L_p}{\omega_o M^2}$	$\frac{\omega_o L_s}{R_L}$
Paralel-Paralel	$\frac{L_s C_s}{L_p} \frac{1-k^2}{Q_s^2 k^4 + (1-k^2)}$	$\frac{\omega_o L_p L_s^2}{M^2 R_L}$	$\frac{R_L}{\omega_o L_s}$

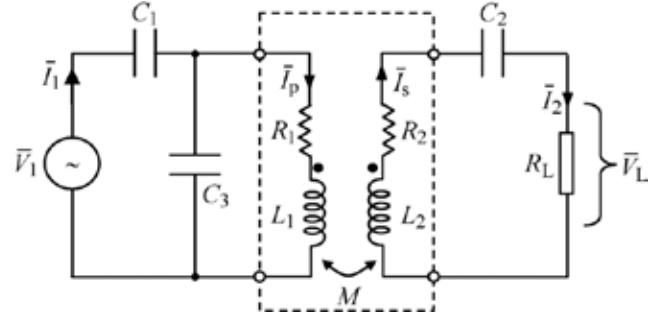
Çizelge 2’de, yükün direnç olması durumunda, kompanze edilmemiş, seri kompanze edilmiş ve paralel kompanze edilmiş sekonder sargıları tarafından aktarılabilen maksimum aktif ve reaktif güç değerleri, kalite katsayısına bağlı olarak verilmektedir. Şekilde sargının yükü direnç artı kondansatör olduğu için reaktif gücün işareti eksi olmaktadır. Bu çizelgeden görüldüğü gibi, sargının kompanze edilmesi durumunda güç aktarım kapasitesi $2Q_s$ katına, anma VA değeri ise $2Q_s\sqrt{1+Q_s^2}$ katına çıkmaktadır.

Çizelge 2: Omik Yük İçin Sekonder Sargısının Maksimum Güç Aktarım Değerleri

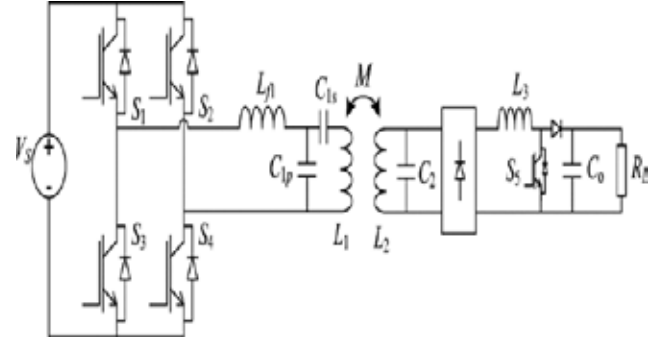
Sargı Parametreleri (Max. Değerler)	Kompanze Edilmemiş	Seri Kompanzasyon	Paralel Kompanzasyon
VA değeri	$\frac{ V_{oc} I_{sc} }{2}$	$\frac{ V_{oc} I_{sc} }{(1-jQ_s)Q_s}$	$\frac{ V_{oc} I_{sc} }{(1-jQ_s)Q_s}$
Aktif güç	$\frac{ V_{oc} I_{sc} }{2}$	$ V_{oc} I_{sc} Q_s$	$ V_{oc} I_{sc} Q_s$
Reaktif güç	0	$-j V_{oc} I_{sc} Q_s^2$	$-j V_{oc} I_{sc} Q_s^2$

Kompanzasyon topolojilerinin kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır. Hangi topolojinin kullanılacağı uygulamaya göre kararlaştırılır. Örneğin, batarya şarj uygulamalarında sabit akım ve sabit gerilim gerekli olduğundan, bunu sağlayabilecek topolojinin kullanılması gereklidir. Hareket halindeyken şarj gerektiren uygulamalarda primer sargısı uzun bir hat olarak döşendiğinden, kaçak reaktans üzerindeki gerilim düşümü yüksektir ve kaynak geriliminin yeterince yüksek olması gereklidir. Bu uygulamalarda seri kompanzasyon daha caziptir. Böylece kaynak geriliminin uygun seviyelere düşürülmesi mümkün olabilmektedir. Sekonderde, yüke sabit bir gerilim sağlayabilmek için seri kompanzasyon, sabit akım sağlayabilmek için ise paralel kompanzasyon gereklidir. Primerde de seri kapasitör ile primer gerilimi düşürülürken, paralel kondansatörle de primer akımının yükseltilmesi sağlanır [11].

Primer ve sekonder sargıları eş merkezli olmadığında bağlaşım katsayısı ciddi oranda azalır ve yüke aktarılan güç azalır. Bazı kompanzasyon topolojileri bu tür durumlardan fazla etkilenmezler. Bunlardan bir tanesi de Şekil 10’da verilen, yüksek hizalama toleransı sağlayan SPS topolojisidir [12].

**Şekil 10: SPS Kompanzasyon Topolojisi [12]**

Şekil 11’de endüktif TGA sisteminin devre şeması verilmektedir. Tek fazlı bir eviriciden beslenen bu sistemde LCL kompanzasyon devresi kullanılmaktadır. Eviricinin anahtarlama frekansı kompanzasyon devresinin rezonans frekansına eşittir.

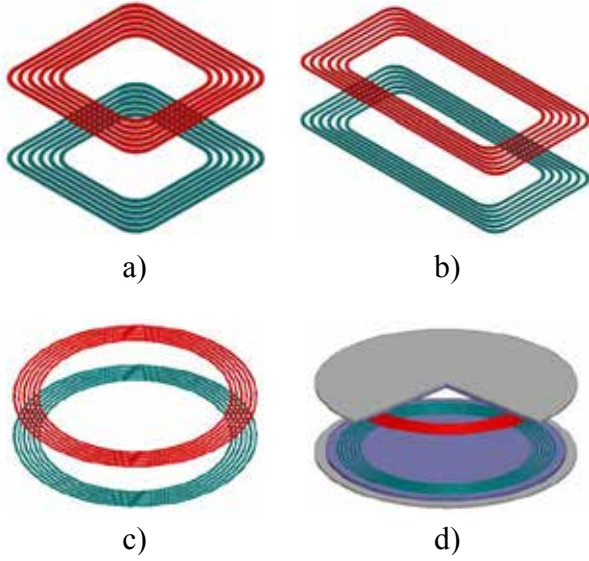
**Şekil 11: TGA Sisteminde Kullanılan Klasik Güç Dönüştürücü Yapısı [13]**

Sargı Yapıları

Gevşek bağlaşımli güç aktarımında, sargı tasarımı önemli bir yer tutar. Düşük güçlü uygulamalarda MHz seviyesindeki frekanslar, güç düzeyi arttıkça 10-150 kHz aralığında olur. Bu frekanslarda sargılardaki deri ve yaklaşım etkilerini engellemek için yalıtılmış litz sargılar kullanılır. Sargı kesiti akım yoğunluğuna ve kompanzasyon yapısında dikkate alınan sargı direncine bağlıdır. Enerji transferinin yapıldığı primer ve sekonder sargı arasındaki mesafe, bağlaşım katsayısı için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle genelde Şekil 12’deki gibi sarmal sargı yapıları kullanılmıştır.

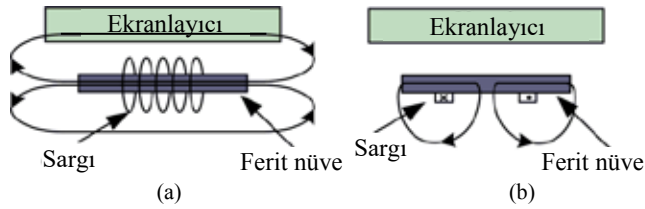
Kaçak akıyı azaltmak ve bağlaşımı arttırmak için Şekil 12’deki gibi ferit nüveler ve ekranlayıcı alüminyum kullanılabilir [14]. Sargılar nüvenin içine gömülecek şekilde nüve yapısı da kullanılabilir [15, 16], ancak bu durumda kullanılan nüve miktarı ve maliyet artar. Elektrikli araçların şarjı için kullanılan TGA’da sekonder sargı aracın üzerine yerleştirilir. Bu nedenle sekonderin ağırlığı önem kazanır.

Blok bir nüve kullanmak yerine ortak bağlaşımı destekleyen çok sayıda çubuk nüve kullanılarak ağırlık ve kalınlık azaltılabilir [8].



Şekil 12: Sarmal Sargılar

Sargıların sarım biçimine bağlı olarak akı yolları Şekil 13'te görüldüğü gibi, tek taraflı veya çift taraflı olabilir [13]. Çift taraf bağlaşımli sargı yapısında, sargının oluşturduğu manyetik akı nüvenin her iki tarafından da dolunur. Bu da kullanılacak faydalı akı miktarını azaltır ve ekranlamayı zorunlu kılar. Alüminyum şase de kayıpları %1-2 artırır [17, 18]. Tek taraf bağlaşımli, üretilen akının büyük bir kısmı tek tarafta toplanır. Kullanılacak ekranlayıcı alüminyum sadece kaçak akıları önlemeye yönelik olur.



Şekil 13: Tek ve Çift Taraf Bağlaşımli Sargı Yapıları

Denetim

Pek çok uygulamada sekonder tarafın rezonans frekansında veya bu frekansın yakınında çalışma tercih edilir. Böylece güç aktarım kapasitesinin en yüksek düzeyde olması sağlanır. Uygulamada, sekonder rezonans frekansı sistemin anma frekansı olarak seçilir ve bu frekansta giriş kaynağının uçlarındaki akım ve gerilimin arasındaki faz açısının sıfır olması hedeflenir.

Güç kaynağı ve primerdeki denetleyici hem frekansı hem de primer akımını denetleyerek maksimum güç aktarımını sağlamaya çalışır. Bunun için sabit veya değişken frekanslı denetim söz konusu olabilir. Çalışma sırasında yükte ve sistem parametrelerinde değişim olabildiği için güç düzenleme için de denetim yapılmalıdır. Bunun için kullanılan yöntemlerden biri girişteki frekansı değiştirmektir. Ancak

birden fazla sekonder sargısı kullanan uygulamalar için bu yöntem uygun değildir. Bu durumda sekonder tarafta anahtarlamalı modda çalışan ikinci bir denetleyici kullanılabilir. Bunun kötü yanı da artan anahtarlama kayıplarıdır.

Sabit frekanslı denetim daha basit ve kolay uygulanabilir. Ancak sıcaklıklardaki değişimden dolayı kapasitans değeri değişebilir. Bu durumda sistem rezonans frekansında çalışmayabilir. Bu da güç aktarım kapasitesini olumsuz etkiler.

Kararlı bir çalışma için primer tarafın kalite katsayısının sekonderin kalite katsayısından büyük olması istenir ($Q_p > Q_s$).

İnsan Sağlığına Etkileri

TGA sistemlerinin insan sağlığı üzerine olumsuz etki yapmaması için önlem almak gereklidir. Sargılar arasındaki hava aralığının büyük olmasından dolayı manyetik alanın çevreye saçılması söz konusu olduğundan saçılmayı sınırlayacak önlemler alınmalıdır. Sargıların bir çekirdek üzerine sarılması saçılmayı azaltacaktır. Ayrıca sargı altlarına yerleştirecek ekranlayıcı malzemeler sistem verimini bir miktar düşürseler de saçılan manyetik alanın sınırlanmasına yardımcı olurlar.

Elektromanyetik dalgaların insan sağlığına olan etkileri ile ilgili bazı uluslararası standartlar mevcuttur.

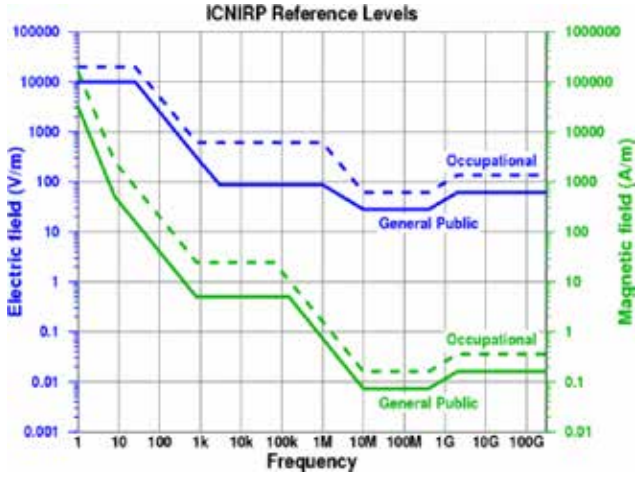
1. IEEE. *Standard for Safety Levels With Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300GHz*. (Radyo Frekanslı Elektromanyetik Alanlara İnsanları Maruziyetine İlişkin Güvenlik Sınırları)
2. ICNIRP. *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300GHz)* (Zamanla Değişen Elektrik, Manyetik ve Elektromanyetik Alanlara Maruziyetin Sınırlanmasına İlişkin Kılavuz).
3. World Health Organization (WHO) *Electromagnetic fields (300Hz to 300GHz)* (Elektromanyetik Alanlar)

Her üç standartta da elektromanyetik alanın kansere sebep olduğu ile ilgili yeterli ve güçlü kanıtların olmadığı belirtilmektedir. Çok ciddi olmamakla birlikte uzun süreli maruz kalınması durumunda karşılaşılabilecek muhtemel problemler şunlardır:

- Dokularda yanma
- Sinir sistemi bozuklukları
- Kas kasılmaları
- Gözde (retina kısmında) bozukluklar.

100 kHz üzeri için her üç standardın da özgül soğurma oranı (specific absorption rate-SAR) tanımı geliştirdiği görülmektedir. Bir insan, 30 dakika boyunca 1-4 W/kg seviyesinde elektromanyetik alana maruz kalırsa vücut sıcaklığı 1°C artmaktadır.

Şekil 14'te, ICNORP tarafından belirlenen sınırlar verilmektedir. Kesikli çizgiler işi gereği bu alanlara maruz kalan kişilere (örneğin sürücüler) ilişkin sınırlamaları, kalın çizgiler ise genele yönelik (yolcular) sınırlamaları göstermektedir. TGA sistemlerinde insanların maruz kalabilecekleri alan değerleri ile ilgili ayrıntılı bir çalışma [19]'da verilmektedir.



Şekil 14: ICNIRP Tarafından Tanımlanan Sınırlamalar [19]

Yabancı Nesne Algılama, Canlı Nesne Algılama ve Hizalama Konuları

TGA sistemleri ile ilgili önemli bir husus da yabancı ve canlı nesnelerin algılanmasıdır.

Güç aktarımı sırasında bobinler arasına girebilecek 2.5 cm²'den büyük, iletkenliği yüksek olan metal nesneler aşırı ısınmadan dolayı yangına yol açabilir. Yabancı nesne algılayıcı özelliği, 2 saniyeden fazla sürede böyle bir nesnenin tespit edilmesi durumunda, güç aktarımının durdurulmasını sağlar.

Araç ile yol arasındaki boşluğa girebilecek bir canlı (örneğin bir kedi), araç bataryasının şarjı sırasında uzun süre manyetik alana maruz kalabilir ve bu alan bu canlının sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir. Güç aktarımı sırasında bobinler arasında minimum insan eli/ayağı kadar küçük yapılar veya bu boyutlara sahip bir hayvanın girdiğinin ve 2 saniyeden daha fazla sürede kaldığının algılanması durumunda canlı nesne algılayıcı özelliği sayesinde güç aktarımı durdurulur.

Her iki özellik için de enerji transfer verimini azaltmayacak şekilde çeşitli sensör teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Kapasitif algılayıcılar, havayı dielektrik olarak kabul eden bir RC osilatörü vasıtasıyla kapasitif alan oluşturur. Bu kapasitif alanın içine giren metal veya metal olmayan cisim-

ler, dielektrik seviyesinin değişimine sebep olur. Salınım frekansının değişimi sonucu algılama yapılır.

Dielektrik seviyesi (kapasite) değişikliğini etkileyen faktörler şunlardır:

1. Algılama yüzeyi önündeki cismin uzaklığı ve konumu
2. Cismin boyutları ve şekli
3. Cismin dielektrik katsayısı

Kapasitif sensör teknolojisi, yerel sinyal işleme ve gerçek zamanlı canlı nesne yakınlık tespiti ile entegre halde çalışmaktadır.

Canlı nesne algılayıcı sisteminin hatalı uyarı yapmaması gerekmektedir. Dielektrik seviyesi düşük olan tahta, kağıt veya plastik malzemelerin tespit edilmesi durumunda sistem enerji akışı durdurulmamalıdır.

Yabancı nesne algılayıcılar (YNA) genellikle primer sargıya entegre edilir. İki boyutlu yüksek hassasiyetli manyetik alan sensörleri ve yerel sinyal işleme ve kontrol devreleriyle birlikte sürekli olarak bobinler arasındaki manyetik alanı monitör ederler.

Belirli bir boyut ve iletkenliğe sahip metal parçanın primer sargı üzerine gelmesi durumunda oluşacak girdap akımı manyetik alanda bozulmaya sebep verecek ve bu bozulmalar YNA tarafından tespit edilecektir. Eğer tespit edilen metal nesne tehlike boyutlarında ise sistem enerji akışı durdurulmalıdır. Gerekirse kullanıcıya bu hata durumundan dolayı uyarı verilmelidir. Bu özellik için, enerji transferinin yapıldığı alana yoğunlaşılır. Diğer alanlarda yer alabilecek yabancı nesneler yanlış alarm sebebiyet vermemelidir.

Batarya şarjı sırasında iki sargının birbiriyle aynı hızda olması manyetik bağlaşımın olası en iyi değerinde olması için önemlidir. Bu nedenle hızlamayı sağlayacak geribeslemeli bir denetim sistemi oluşturmak gerekmektedir. Bunun yanında, hızanın tam olarak sağlanamaması durumunda da akı bağlaşımının göreceli olarak iyi olmasını sağlayabilecek sargı yapıları üzerine de çalışmalar yapılmaktadır.

Ticari Uygulamalar

TGA sistemleri üzerinde dünyanın pek çok yerinde çalışmalar yapılmakta olup, bu çalışmaların sonucunda bazı ticari ürünler elde edilmiştir. Çizelge 3'te bu ürünlere ilişkin temel bilgiler verilmektedir.

Fosil yakıtların tükenmeye yüz tutmaları ve çevreye verdiği zararlar nedeniyle elektrikli araçlar önemli bir seçenek olarak tartışılmaktadır. Elektrikli araçların bataryalarının hızlı ve etkin doldurulamaması, bu araçların yaygınlaştırılmasının önündeki engellerden biridir. Temelleri 1800'lü yılların sonlarında Tesla tarafından kurulan temassız güç aktarım sistemleri, bu engeli aşmaya yönelik olarak yeniden araştırmacıların gündemine girmiştir.

Çizelge 3: Ticarileşmiş Uygulama Örnekleri (BY: Bilgi Yok)

Firma İsmi (Faaliyet Yılı/Yeri)	Frekans (kHz)	Güç (kW)	Hava Aralığı (cm)	Verim (%)
WITRICITY	85	3.3	10-20	90
QUALCOMM	85	3.3-6.6-7-20	13-18	80-9
EVATRAN	19.5	3.3	10	89
BOMBARDIER- PRIMOVE	BY	22-200	BY	BY
CONDUCTIX- WAMPFLER	20	60-180	4	>90
MOMENTUM DYNAMICS	BY	3.3-10	61	92
FRAUNHOFER IWES	BY	0.4-3.6	20	93-95
FRAUNHOFERISE	100	22	13	97.4
BRUSA	81-90	3.7	13	90
Fast In Charge Projesi	13-25	35	9	92

Sonuç

Fosil yakıtların tükenmeye yüz tutmaları ve çevreye verdiği zararlar nedeniyle elektrikli araçlar önemli bir seçenek olarak tartışılmaktadır. Elektrikli araçların bataryalarının hızlı ve etkin doldurulamaması, bu araçların yaygınlaşmasının önündeki engellerden biridir. Temelleri 1800'lü yılların sonlarında Tesla tarafından kurulan temassız güç aktarım sistemleri, bu engeli aşmaya yönelik olarak yeniden araştırmacıların gündemine girmiştir. TGA sistemleri hakkında genel bilgiler vermeyi amaçlayan bu yazının konuya ilgi duyan mühendisler için yararlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] W. W. Massie and C. R. Underhill, "The future of the wireless art," Wireless Telegraphy Telephony, pp. 67-71, 1908.
- [2] J. Garnica, R. A. Chinga and J. Lin, "Wireless Power Transmission: From Far Field to Near Field," in Proceedings of the IEEE, vol. 101, no. 6, pp. 1321-1331, June 2013.
- [3] Secor, H. W., "Tesla Apparatus and Experiments—How to Build Both Large and Small Tesla and Oudin Coils and How to Carry On Spectacular Experiments With Them," Practical Electrics, November 1921.
- [4] A.B. Kurs, A. Karalis, R. Moffatt, J.D. Joannopoulos, P.H. Fisher, and M. Soljacic, "Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances," Science, 317, pp. 83-86, (2007).
- [5] Chwei-Sen Wang; Stielau, O.H.; Covic, G.A., "Design considerations for a contactless electric vehicle battery

charger," Industrial Electronics, IEEE Transactions on , vol.52, no.5, pp.1308,1314, Oct. 2005.

[6] Stielau, O.H.; Covic, G.A., "Design of loosely coupled inductive power transfer systems," Power System Technology, 2000. Proceedings. PowerCon 2000. International Conference on, vol.1, no., pp.85-90 vol.1, 2000.

[7] <https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-and-media/press-releases/presseinformationen-2013/cables-no-longer-needed>.

[8] Budhia M., Covic G. A. ve Boys J. T., "Design and Optimization of Circular Magnetic Structures for Lumped Inductive Power Transfer Systems," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 26, no. 11, pp. 3096-3108, Nov. 2011.

[9] Aditya K. ve Williamson S. S., "Design considerations for loosely coupled inductive power transfer (IPT) system for electric vehicle battery charging - A comprehensive review," Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC), 2014 IEEE, Dearborn, MI, 2014, pp. 1-6.

[10] Kalwar, K.A., Amir, M., Mekhilef, S.; "Inductively coupled power transfer (ICPT) for electric vehicle charging - A review", Renewable and Sustainable Energy Reviews 47 (2015) 462-475

[11] Wang C. S., Covic G. A., Stielau O. H., "Power transfer capability and bifurcation phenomena of loosely coupled inductive power transfer systems," IEEE Transaction on Industrial Electronics, vol. 51, no. 1, pp. 148-157, Feb. 2004.

[12] Villa J. L., Sallan J., Sanz Osorio J. F. ve Llombart A., "High-Misalignment Tolerant Compensation Topology For ICPT Systems," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 59, no. 2, pp. 945-951, Feb. 2012.

[13] Chwei-Sen Wang; Covic, G.A.; Stielau, O.H., "Investigating an LCL load resonant inverter for inductive power transfer applications," Power Electronics, IEEE Transactions on , vol.19, no.4, pp.995,1002, July 2004

[14] Valtchev S., Borges B., Brandisky K. ve Klaassens J. B., "Resonant Contactless Energy Transfer With Improved Efficiency," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 24, no. 3, pp. 685-699, March 2009.

[15] Sakamoto H., Harada K., Washimiya S., Takehara K., Matsuo Y. ve Nakao F., "Large air-gap coupler for inductive charger for electric vehicles," in IEEE Transactions on Magnetics, vol. 35, no. 5, pp. 3526-3528, Sep 1999.

[16] Kim J. ve arkadaşları., "Coil Design and Shielding Methods for a Magnetic Resonant Wireless Power Transfer System," in Proceedings of the IEEE, vol. 101, no. 6, pp. 1332-1342, June 2013.

[17] Nagatsuka Y., Ehara N., Kaneko Y., Abe S., Yasuda T., "Compact contactless power transfer system for electric vehicles," Power Electronics Conference (IPEC), 2010 International, Sapporo, 2010, pp. 807-813.

[18] Budhia M., Covic G. ve Boys J., "A new IPT magnetic coupler for electric vehicle charging systems," IECON 2010 - 36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, Glendale, AZ, 2010, pp. 2487-2492.

[19] Hui S. Y. R., Zhong W. Ve Lee C. K., "A Critical Review of Recent Progress in Mid-Range Wireless Power Transfer," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 29, no. 9, pp. 4500-4511, Sept. 2014. ■

Gelecek Lityum-Hava Bataryalarında: 800 Kilometrelik Batarya...

LİTYUM-İYON BATARYALAR KULLANIM DIŞI*

Winfried W. Wilcke, Ho-Cheol Kim

Genellikle insanlar gün içerisinde araba kullanmak istedikleri için bütün gece bataryaları doldurmaları gerekebilir. Bu nedenle, 800 km ya da 500 millik bir uzaklık, Ar-Ge Projesi Battery500'un hedefi olarak belirlenmiştir. Bu proje, 2009 yılında San Jose/Kaliforniya'daki IBM Almaden Araştırma Merkezi'nde başladı; Avrupa, Asya ve ABD'deki ticari ve akademik katılımcılarla çokuluslu bir ortaklık haline gelerek büyüdü. Proje metal hava teknolojisi üzerine dayanmakta olup; günümüzün en gelişkin teknolojisi lityum-iyon bataryadan daha fazla enerjiyi belli bir kütle halinde batarya içinde depolayabilmektedir. Henüz ticarileştirme sürecinden uzak olmakla birlikte bu bataryaların gelecekte arabalarda kullanılabilmesi için yeterince gelişme kaydedildi.

Elektrik motorları arabalar için ideal uygunlukta bir güç kaynağıdır. Hafif ve son derece güçlüdür; yüzde 90'ı aşan verim sağlar; karmaşık şanzıman gerektirmez ve yol alma sırasında büyük moment üretir. Buna karşılık, içten yanmalı motorlar yüksek devirde dönünceye kadar büyük moment üretemezler.

İdeale yakın bir sistem oldukları ileri sürülmesine rağmen, elektrikli arabaların en büyük sorunu bataryalarının düşük enerji hacmidir. Benzin, kilogram başına yaklaşık 13 bin vat saat (Wh) toplamasına karşılık, en iyi lityum-iyon hücreleri yalnızca 250 Wh/kg depolar. Buna ek olarak, aktarım çubukları, soğutma sistemleri, batarya yönetim sistemleri ile birlikte tamamlayıcı batarya ekipmanlarının kütlesi ve bütün sistemin enerji yoğunluğu yarıya kadar düşer. Benzinin ham enerji yoğunluğunun yüzde 1'i gibi az bir bölümünü bataryalar sağlar.

Benzin ve bataryaların enerji yoğunluğu arasındaki bu büyük fark, rekabetçi elektrikli arabalar üretiminin olanaksız olduğunu gösteriyor olmasına rağmen Tesla Model S'in başarısı bunun yapılabileceğini ortaya koymuştur. Elektrikli arabaları üstün kılan önemli bir etken batarya enerjisinin tekerleklerdeki hareket ettirici güce dönüştürülmesiyle sağlanan, ABD'deki benzin yakıtlı arabaların ortalama verimliliğinin hemen hemen 6 katı olan yüksek verimliliğidir. Bunun yanında elektrikli araç üreticilerinin, tasarımlarına uygun olarak sığdırabilecekleri en büyük ve ağır bataryayı koymalarına rağmen, yine de 500 millik uzaklık hedefini yakalamaları olası değildir. Sonuç olarak, elektrikli araç bataryalarının 800 km'lik menzile erişmesi için lityum-iyon hücrelerinin enerji yoğunluğunun en az iki katına ulaşması gerekmektedir.

Maliyet, en az enerji yoğunluğu kadar önemlidir. Günümüz bataryaları, kilovat saat (kWh) başına 200-300 dolara mal olmaktadır ki ortalama bir kWh başına 5 ya da 6 km giden bir arabanın 800 km'lik uzaklığı kat edebilmesi için 30 bin dolar ile 45 bin dolara mal olacak 150 kWh'lık bir bataryaya ihtiyacı olacaktır. Bu teknoloji gerçekten yerleşecekse kWh başına fiyatın en fazla 100 dolara düşmesi zorunludur. Bu fiyat noktasında arabaların enerji tüketimi ve bakımındaki daha düşük işletme maliyetleri ile birlikte böylesi duyarlı bir aracı kullanmanın verdiği memnuniyet piyasada başarıyı getirecektir.

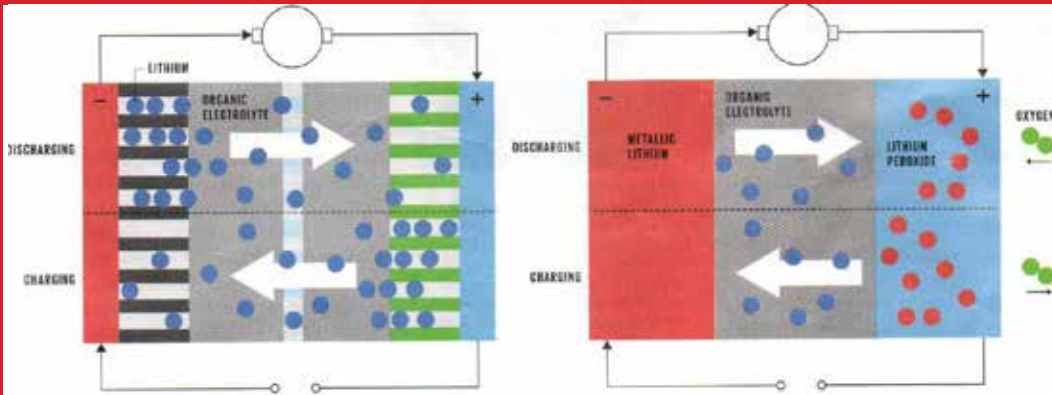
Bununla birlikte bu 800 km'lik menzile sahip bataryayı nasıl bulacağız? Öncelikle, son teknoloji ürünü lityum-iyon bataryalardan başlayalım.

ELEKTROT İÇERİSİNDE YA DA ÜZERİNDE

Bir lityum iyon batarya, lityum iyonları elektrotun içine koyar; bir lityum hava bataryası ise daha hafif elektrotlara izin vererek elektrotun en üstündeki lityum ve oksijeni birleştirir.

Lityum iyon bir batarya, lityum iyonları bir elektrottan diğerine paralel yapar, bu hareketin yönü bataryanın yüklenmesine ya da boşaltılmasına bağlıdır. İyonlar, enterkalasyon olarak adlandırılan bir süreçte elektrotun atomik katmanları arasına yerleşir. Batarya kapasitesi, hacme yani elektrot kütlesine bağlıdır.

Lityum hava bataryası, lityum iyonları elektrot yüzeyinde oksijenle tepkimeye sokarak lityum peroksit oluşturur. Şarj etme tepkimeyi tersine çevirir. Kimyada, bataryanın kapasitesi elektrotun hacmine değil, yüzey alanına bağlıdır. Çok hafif bir elektrotun, yüksek enerji yoğunluğu oluşturarak çok fazla enerji depolayabilmesinin nedeni de budur.



* Bu çalışma, IEEE Spectrum Dergisi'nin Mart 2016 sayısında yayımlanmıştır.

Geleneksel ya da enterkalasyon (eklemlenmiş) lityum iyon bataryalar, kurşunlu bir sistemdir. Bu sistem bir elektrottan yapılmış grafitte (anot-pozitif elektrot) ve tipik olarak kobalt, nikel ya da mangan gibi geçişli metallerin çeşitli oksitlerinden yapılmış karşıt elektrod (katot) sahiptir. Her iki elektrot da çözölmüş lityum tuzları içeren sıvı organik elektrolit içerisine batırılmıştır. Bu elektrolitte, lityum iyonlar bir elektrottan diğerine hareket eder; geçiş yönü bataryanın yüklenmesine ya da boşaltılmasına bağlıdır. Elektrolite batırılmış olan elektrotlar arasında, kısa devre yapmalarını engelleyen gözenekli bir polimerik (çoğuz) ayırıcı bulunmaktadır. İyonlar kendilerini elektrot materyalin atom katmanları arasına yerleştirir. Enterkalasyon olarak bilinen bu süreç tersine çevrilebilir ki bu da yeniden şarj edilmeye izin verir.

Elektrotlar, bir dış devre yoluyla bağlanırsa, elektronlar ekli dış devre üzerinden akarken, lityum-iyonlar negatif elektrottan pozitif elektrotta göç eder. Böylece batarya boşalır. Dıştan uygulanan bir gerilim iyon akışını tersine çevirecek, batarya yeniden yüklenecektir. Batarya kapasitesi, enterkalasyon için ne kadar malzeme bulunduğuna bağlıdır. Diğer bir deyişle, batarya kapasitesi hacimle, yani anot ve katot kütlesiyle ilgilidir.

Ancak metal hava bataryaları, enterkalasyondan ziyade gerçek bir elektrokimyasal tepkime kullanır. Daha açık bir şekilde, metali lityum olarak kabul edersek, bataryanın boşaltılması sırasında metalik lityum anot, lityum iyonları serbest bırakır; bunlar elektrolit boyunca hareket eder ve katottaki oksijenle birleşerek lityum peroksit (Li_2O_2) biçimini alırlar. Geleneksel bir lityum iyon bataryada olduğu gibi, batarya içerisindeki lityum iyon akışını dengelemek için elektronlar dışsal yük devresi boyunca akar. Lityum peroksit; üç katılımcının (lityum iyon, elektron ve oksijen) karşılaştığı ve tepkimeye girdiği gözenekli karbon katot yüzeyinde birikir. Tepkime bir yüzeyde meydana geldiği için, katodun hacmi ya da kütlesi, çok geniş bir yüzeye sahip olmadıkça önemli değildir. Bu batarya türünün bu derece yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmasının en temel nedeni de budur.

Yeniden yükleme, bu olayların sırasını tersine döndürür: Dışarıdan uygulanan bir gerilim lityum peroksidi parçalar, oksijen çevreye dağılır ve metal iyonlar elektron kazandıkları anoda geri göç ederler ve böylece yeniden metal kütlesine dönüşürler.

Bu genel ilke, birkaç farklı metale uygulanabilir. Lityum hava, sodyum hava ve potasyum hava kendilerini yeniden şarj edebildiklerinden olabilecek sistemlerdir. Çinko, magnezyum, demir ya da alüminyum gibi daha ağır metallerin şarj edilmesi çok zor olduğundan, dikkate alınmamaktadır.

Çalışmamız lityum ve sodyum üzerine odaklanmaktadır. Öncelikle daha fazla enerji depolama kapasitesine sahip olan lityumla başlayalım. Dışarıdan gelen pek çok kimyasal tepki bu hücreler içindeki maddeleri dağıtır. Bu yan etkileri anlamak için, bu hücrelerin döngüsü sırasında tüketilen ve üretilen gazları titizlikle ölçeriz. Bunun için, IBM Almaden Araştırma Merkezi'nde yaptığımız karmaşık diferansiyel elektro-kimyasal kütle spektrometresini kullanırız. Bu benzer araştırmalardaki gaz ölçmeye yönelik sekiz istasyonu ön plana çıkarır.

Bize gerçekte temel kavrayışları veren de bu ölçüm olmuştur. Örneğin, ilk lityum hava hücrelerinin şarj olurken, boşaltım boyunca harcadıklarına oranla çok daha az oksijeni serbest bıraktıklarını göstermiştir (Deneylerin çoğunda hava yerine kuru oksijen kullandık).

İdeal bir hücrede, boşaltım sırasında harcanan oksijen miktarı şarj edilirken serbest bırakılan miktara tamamiyle eşit olmalıdır. Bulgumuz bu nedenle olumsuz bir durumu ortaya çıkarı-

yordu; çünkü şarj etmede Li_2O_2 'nin parçalanması sırasında serbest kalan oksijenin çoğunun bizzat hücrenin bileşenlerine, özellikle elektrolite saldırıyor olduğunu göstermekteydi. Hücreler şarj olmuyor, yalnızca kendi kendini yok ediyordu!

Zürih'teki IBM kardeş laboratuvarımızın yardımıyla, deneyler ve bilgisayar benzetimleri ile bu parazit tepkinin kaynağını bulduk. Temel sorunun organik elektrolitimiz olduğunu ve parçalandığını tespit ettik. Bu andan itibaren, sorunu çözmek için epeyce yol aldık. Son hücrelerimiz şarj olduğunda, yeni elektrolitimiz boşaltım sırasında aldığı oksijenin çoğunu serbest bırakmaya olanak verdi. Bunun yanında, varlıkları hala en az bir parazit tepkimenin göstergesi olduğu için, hücre döngüsü sırasında üretilen hidrojen ve suyu da dikkatlice gözlemledik.

Şimdiye kadar boşaltımı kuramsal olarak maksimumdan daha az sınırlandırabilmiş olmamıza rağmen, 200 yükleme-boşaltım (şarj-deşarj) döngüsü elde edebildik.

Temel bulgularımızdan bazıları şunlardır:

ANOT: Standart bir lityum iyon hücresindeki grafit anottan farklı olarak, metalik lityum anotlarımızın yüzeyleri, şarj etme sırasında dendrit adı verilen yosunsu ya da ağacımsı yapıları büyütürken, önemli ölçüde değişmektedir. Bu dendritler tehlikelidir, çünkü hücreye kısa devre yapabilecek anot ve katot arasında iletken yollar meydana getirmektedir.

Lityum iyonların kaynakları ve anot arasına özel bir ayırıcı koyarak dendrit oluşumunu sınırlandırma konusunda büyük bir başarı elde ettik. Bu ayırıcı, nanometre ölçekte gözenekler içeren bir katmandan (hem organik hem de inorganik maddeleri denedik) oluşmaktadır. Bu, iyon akımların akışını tek düzenli bir şekilde dağıtmak için yeterince küçüktür ve böylece dendrit oluşumu bastırılır. Standart bir ayırıcı ile yalnızca bir kaç döngüden sonra bile dendritler oluşurken, bu nano gözenekli ayırıcı ile yüzlerce döngü için metal pürüzsüz kalmaktadır. İyon iletken camları polimer bir matrisle (çok parçalı bir ara dolgu) birleştiren diğer membran (ayırıcı) bile daha iyi çalışmaktadır.



ÇOK PÜRÜZLÜ DEĞİL: Elektrotlar arasında basit bir ayırıcı olan bir lityum anot, ilk aşamada pürüzsüzdür (1), fakat 10 boşaltım-yükleme döngüsünden sonra yüzeyi pürüzlü hale gelir. Bu durum tehlikeli dendritlerin büyüdüğünü gösterir. (2) Bu makalenin yazarları, nano gözenekli bir ayırıcı kullandıkları zaman, yüzey aynı sayıdaki döngüye rağmen düzgün kalmıştır. (3) Yazarlar gazları yönlendirerek lityum hava bataryasındaki tepkimeleri bir kütle spektrometresiyle incelediler. (4) Lityum ve oksijen arasındaki ana tepkime, elektron mikroskopunda simit benzeri yapılar olarak görünen lityum peroksidi üretti. (5)

Neyse ki elektrikli bir aracın büyük bataryası binlerce değil de yüzlerce döngü gerektirir. Örneğin, 500 mil menzilli bir aracın, 200 bin millik (yaklaşık 320 bin km) ömür süresince yalnızca 400 kere tam şarj edilmesi gerekir.

ELEKTROLİT: Kullandığımız gelişmiş elektrolit çözücü moleküller, hücrenin çalışması sırasında üretilen oksijen ve diğer bileşenler tarafından parçalara ayrılabilir. Henüz ticari olarak kullanışlı lityum hava hücreleri için yeterince sağlam olan bir çözücü bulamadık, ancak oldukça iyi çalışan bir çözücü karışımı elde ettik.

KATOT: Şarj sırasında elektrolitlerin parçalanmasını hızlandıran ve karbondioksit açığa çıkaran istenmeyen katalitik etkiyi en az indirmek için, karbon katodumuza çok az miktarda LiNO_2 (lityum nitrat) ekledik. Buna rağmen, bu tepkime; uygulanan yükleyici gerilimin (şarj gerilimi) bataryanın çalışma geriliminden hala 700 milivolt (mV) daha yüksek olmasını gerektirmektedir. Bu derece yüksek bir aşırı gerilim elektrik verimliliğini azaltır; bu yükleme sırasında bataryaya pompalanan, şarjın boşaltılması sırasında geri dönen enerjinin dağılımıdır. Her ne kadar düz karbon katotla elde edildenden daha iyi olsa da (1200 mV üzerinde), pratik kullanım için hala çok yüksektir. Karbonla metal oksiti değiştirdiğimizde de benzer sonuçlar aldık.

KATALİZÖRLER: Metal hava bataryalarında bilinçli olarak kullanılan katalizörlerin olumlu ve olumsuz yanları çoğu bilimsel tartışmanın konusudur. Katalizörler genellikle aşırı gerilimde belirgin bir azalmaya neden olurlar, ancak net bir fayda iddia etme noktasında son derece ihtiyatlı olmalıdır; çünkü katalizörler genellikle elektrolitlerin yok olmasını hızlandırır. Aynı zamanda kuramsal çalışmalarımız, lityum oksijen tepkimesindeki enerji hareketinin her iki yönde oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Bu sebeple katalizörlere gerek yoktur.

HAVA HAZIRLAMA: Bu cihazlara lityum hava hücreleri diyoruz, aslında çoğunlukla kuru oksijen gazlarını kullanıyoruz. Buradaki vurgu “kuru” kelimesinedir; çünkü bunu kullanılabilir yapmak için nitrojene değil yalnızca havadaki su buharını ve karbondioksiti yok etmeye ihtiyacımız var. Ticari bir bataryada bunu yapmak adına, bu teknolojinin enerji avantajını korumak için yeterince hafif, verimli ve güvenilir bir hava temizleme sistemi yaratmak üzere önemli bir mühendislik çabası ortaya koymamız gerekmektedir.

Bir başka göze çarpan mühendislik görevi ise, çok daha büyük hücreler için nasıl ölçeği arttıracağımız ve bunları özel olarak hazırlanmış bir batarya yönetim sistemi içeren çok hücreli bölme ve takımlar içerisine nasıl entegre edeceğimizdir. Orijinal hücrelerimiz kabaca 13 milimetre boyunda, 76 mm çapında olup, 100'e 100 mm ölçülerinde olan sürümleri test ediyoruz.

Projenin tümü, yüksek özgül enerji yoğunluğu (birim kütle başına enerji) elde etme amacıyla harekete geçirilmiştir.

Gelinen durumda lityum-oksijen tepkimesi, 3 bin 460 Wh/kg'lık kuramsal enerji yoğunluğuna sahiptir ve bu değer herhangi bir lityum-iyon enterkalasyon kimyasının kuramsal sınırından çok daha yüksektir. Uygulamadaki enerji ise, tepkimenin parçası olmayan hücre bileşenleri tarafından verilen atıl kütle yüzünden hem enterkalasyon hem de metal-hava yapısı için kuramsal değerlerden çok daha düşük olmaktadır. Bunlar arasında elektrolit, hücre kılıfı, akım kolektörleri (toplayıcıları) ve ayırıcı bulunmaktadır. Ayrıca bir lityum hava bataryası hücredeki ortam havasını kullanıma hazırlamak için

ihtiyaç duyulan makinenin atıl kütlelerini de içermektedir. Arabalar için lityum-hava bataryalarında uygulanabilir bir gelişme sağlamayı zorlu bir görev haline getiren mühendislik sorunları bunlardır.

Lityum-hava teknolojisini yapmak bir yana lityum-oksijen teknolojisi için uygulanabilir enerji yoğunluğunu belirtmek için bile çok erkendir. Bu sayılar mühendislik detaylarına bağlıdır ve proje hali hazırda malzemelerin ve kimyanın temel bilimi üzerine odaklanmıştır. Ancak, öncelikle elde edilen sonuçlar umut verici niteliktedir. Örneğin ham karbon katot materyalinde 15 kWh/kg değerinde özgül bir enerji yoğunluğu ölçtük. Ancak önceden belirtmiş olduğumuz gibi uygulamada enerji yoğunluğu, hücre içerisindeki diğer bileşenlerin tümünün kütlesi oranında büyük ölçüde azalacaktır. Bugün için uygulanabilir şekilde ulaşılabilir olduğumu düşündüğümüz en iyi tahminimiz hücre seviyesinde 800 Wh/kg düzeyindedir. İlk uygulanabilir metal-hava bataryalar; otobüslerde, kamyonlarda ve hava temizleme makinesinin kütlelerini daha kolay bir şekilde barındırabilecek olan diğer büyük araçlarda kullanılabilir. Ancak bu teknoloji aile araçlarına ulaştığında en köklü değişim gelecek; bugünün elektrikli araçları menzil sorununu ortadan kaldırırken insanlığı benzine bağımlılıktan ve benzinin neden olduğu çok sayıda sorundan kurtaracaktır.

SODYUM: Daha Az Enerji Daha Fazla Kararlılık

Sodyum-hava bataryalar, lityum-hava yapısdakinden daha düşük bir enerji yoğunluğuna sahip olsa da bir başka ilgi çekici olasılık olarak değerlendirilmektedir. Yalnızca bir elektron kullanan ve böylece sodyum peroksit yerine bir süperoksit üreten tepkimenin yapısı daha düşük enerji ile sonuçlanır.

Bu, enerji yoğunluğunu anında iki kat azaltmaktadır. Bu tepkimenin kuramsal özgül enerjisi yaklaşık olarak kilogram başına 1.100 vat saattir. Diğer yandan sodyum-hava bataryalar, lityum-hava bataryalardan daha etkili bir şekilde doldurulmaktadır, çünkü çok düşük aşırı gerilime sahiptir (700 mV yerine 20mV'tan daha düşük). Sonuç olarak çalışırken gerilimin 3 volttan düşük seviyelerde tutulması olasıdır; bu şekilde de lityum hava sisteminde gözlemlenen yıkıcı oksidasyon ve kayda değer ölçüdeki elektrolit yıkımından bileşenler korunur. Bunu, verimlilik değerlerini yüzde 98'in üzerinde ölçerek kanıtlamış bulunmaktayız. Bu sonuçlar döngü sırasında iyi bir güvenilirlik sağlanmasına olanak vermektedir: 50 döngünün ardından hücrenin kapasitesi esasen değişmez. Üstesinden gelinmesi gereken bazı teknik sorunlar bulunmaktadır. Örneğin, aynı güçteki bir piston motorun soğurduğu havaya benzer bir hava akımı gerektiren lityum hava bataryalarına göre; oksidasyonun mahiyetinden dolayı sodyum-hava bataryalar, iki kat kadar fazla hava soğurmaktadırlar. Ayrıca, küçük bir sodyum parçasının şiddetli bir şekilde su ile tepkimeye geçtiği yüksek kimyasal tepkisinin dikkate alınması gerekir.

Buna nazaran lityum nadir bulunmaktadır ve ucuz değildir. Ancak sodyum en az sofrata kadar yaygındır ve pahalı değildir. Sodyum-hava hücrelerinde kullanılan malzemeler lityum-iyon batarya için kullanılan malzemelerden on kat daha ucuzdur. Uzun vadede ise lityum-metal bataryaları en iyi performansı vadetmektedir; ancak güvenilirlik, düşük maliyet ve buna rağmen özgül enerji sağlanması açısından sodyum-hava teknolojisi bugünün bataryaları ile daha uzak gelecekte yapılacak bataryalar arasında bir köprü görevi görebilir. ■



KENT İÇİ RAYLI ULAŞIM SİSTEMLERİ

İrfan Şenlik

Elektrik Mühendisliği Dergisi Yayın Kurulu Üyesi
irfan.senlik@emo.org.tr

Toplumların enerji gereksinimleri, yaşam standartları ve gelişmişlik düzeyleri ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Bunun yanında çevre sorunları, emisyon değerleri ve atıklar bazı alışkanlıklardan uzaklaşılması gerektiğini de ortaya koymaktadır. Hızlı kentleşme, yoğun nüfus artışı, hava kirliliği ve enerji sıkıntısı; beraberinde ulaşımı en önemli sorunlardan biri haline getirmiştir. Bu durum kullanıcı gereksinimlerine göre tasarlanmış, enerji verimi yüksek, çevreye zarar vermeyen, sessiz, konforlu, toplu ulaşım araçlarının kullanımını gündeme getirmiş ve toplu taşıma araçlarının en önde geleni olan raylı ulaşım sistemine geçiş zorunlu hale gelmiştir.

Bugün ve gelecekte, kentlerimizde raylı sistemlere ihtiyaç olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Ülkemizde günümüze kadar yapılmış raylı sistem uygulamalarının genel olarak, özenli bir planlamaya dayandığını söylemek güçtür. Oysa kentlerde kurulması düşünülen raylı sistemlerin uygun koşullarda gerçekleştirilmesi başlangıç yatırımlarının iyi planlanmasına bağlıdır.

Raylı sistem taşımacılığında yatırım maliyetleri yüksek olmakla birlikte, işletme maliyetleri karayolu taşımacılığına göre daha düşüktür. Ayrıca kaza riskleri, enerji tüketimi, trafik sıkışıklığı ve personel istihdamı kara yolu taşımacılığına göre daha azdır. Bununla birlikte raylı sistem taşıma kapasitesi, karayolu taşımacılığına göre çok daha yüksektir. Bütün bu koşullar günümüzde raylı taşımacılığın yaygınlaşmasını hızlandırmıştır.

Kent İçi Raylı Sistemler

Kent içi raylı ulaşım sistem seçimini belirleyen en önemli kriter öngörülen yolcu kapasitesidir. Sistemde kullanılan araçların hızı, ivmesi ve vagon sayısı, bunun yanında yolun geometrik özellikleri, sinyalizasyon sistemi, karayolu ile kesişme durumu, duraklar arası mesafe, durakların uzunluğu, çalıştırılma sıklığı gibi parametreler yolcu kapasitesi ile ilgilidir.

Günümüzde kent içi toplu taşımacılıkta kullanılan raylı ulaşım sistemleri; hafif raylı sistemler, tramvaylar, metrolar, banliyö trenleri, manyetik yataklı sistemler ve üst yollu elektrikli, toplu taşıma sistemi olan monoraydan oluşmaktadır. Bu sistemlerden ilk dördü ülkemizin değişik kentlerinde etkin olarak kullanılmaktadır.

Hafif raylı sistemler, esas olarak klasik tramvayın modernleştirilmiş ve evrimleşmiş halidir. Hafif raylı taşımacılık; tek araba veya kısa dizi halinde işletilebilen yer seviyesinde veya yükseltilmiş yollarda, diğer kullanıcılardan ayrılmış kendine ait özel bir yolu olan, kent içi elektrikli ulaşım sistemidir. Genellikle yapılaşmış ve nüfus artışlarının sınırlı kaldığı çevre bölgelerde etkin olarak kullanılmaktadır. Bir sürücü tarafından sinyalizasyon sistemine uygun olarak kumanda edilen, her 600-1000 m mesafede özel istasyonlarda yolcu indirip bindiren, ortalama 60-80 km/saat süratle kendine ait hatlarda işletilen raylı toplu taşıma sistemleridir. Hafif raylı sistemlerin saatlik yolcu kapasiteleri 10 bin-20 bin kişi arasında değişmektedir.

Bunun yanında tramvaylar, mevcut kent yolları üzerinde döşenen hatlarda elektrikle çalışan, yol ve trafik durumuna göre bir sürücü tarafından kumanda edilen, daha çok bir adım atılarak binilebilen alçak zeminli araçların kullanıldığı toplu taşıma sistemleridir. Yolcu taşıma kapasiteleri en çok 10 bin kişi/saat, ortalama ticari hızları 14-16 km/saat, durak aralıkları 400-600 metre olup, kent içinde çevre kirlenmesi ve enerji tasarrufu açısından avantajlıdır.

Kent içi raylı ulaşımında en büyük trafik potansiyelini gerçekleştiren taşıtlar metrolardır. Yeryüzünde veya bazen yer üstünde hareket eden ve yol kesişmesi olmayan bu sistem, kendi içinde kapalı bir yapıdır. Dünyada yaygın olarak büyük şehirlerde kullanılan toplu taşıma sistemleridir. Diğer türlerin ulaşamadığı yüksek hızlara ulaşabilen tam korumalı metro sistemleri genellikle 2-10 vagon oluşmuş ve diğerle-

rine göre en yüksek kapasiteye sahip olan (60 bin kişi/saat) taşıma sistemidir. Yüksek düzeyde otomasyon gerektiren bu sistem yüksek yatırım maliyetine karşılık en düşük işletme giderleriyle çalışmaktadır.

Büyük şehirlerde yoğunlukla şehir dışındaki yerleşim yerlerine yolcu taşımada etkin olarak kullanılan banliyö trenleri; yüksek kapasite, konfor, hız ve güvenlik sağlarlar. Durak aralıklarının fazla olması nedeniyle kent merkezi için çekici değildir. Metro işletmenin verimliliğini yitirdiği uzaklıklarda ve yeterli sıklık sağlandığında hız ve düzenlilik gibi avantajlarıyla başarılı işletmecilik örnekleri gerçekleştirilmiştir. İşletme giderleri ve enerji tüketimi oldukça düşüktür.

Toplu Ulaşım Sistemlerinin Değerlendirilmesi

Kent içi toplu taşıma sistemleri değerlendirilirken teknolojik özellikler, altyapı yapım ve işletme maliyetleri, çevresel etkileri dikkate alınır. Bu değerlendirmeler taşıma ücreti, seyahat süresi, güvenilirlik, kent yapısına uygunluk, trafik sıkışıklığı, güvenlik, enerji gereksinimi, çevre kirliliği, alan kullanımı, kaynak gereksinimi, sisteme uyum, işletme ekonomisi, personel ihtiyacı gibi kriterler göz önüne alınarak yapılır.

Öncelikle sistemin yeterli konfora ve güvenliğe sahip olması beklenir. Taşıtların yolcu kapasitesi, sistemin saatlik kapasitesi, yapısal özerkliği, enerji tüketimi, altyapının jeolojik ve topografik gereksinimleri teknolojik karşılaştırma kriterleridir. Teknolojik özelliklere bağlı olan hizmet niteliği, yolcuların kent içi toplu taşıma sistemleri arasında seçim yapmasında önemli bir ölçüttür. Bunlar yolculuk maliyeti, seyahat süreleri, sefer sıklıkları, güvenilirlik, araç konforları, olumsuz hava koşullarından etkilenmeme, bilet alınmasındaki kolaylık, yaşlılar, fiziksel engelliler ve çocuklar için gerekli kolaylıkların varlığı, yolcuların beraberinde çanta, valiz gibi eşyalarını taşıyabilme olanaklarıdır.

Toplu taşıma sisteminin seçimini etkileyen en önemli etkenlerden biri geçiş üstünlüğüdür. Sisteme ait araçların hızı, kapasitesi, düzenliliği, güvenliği, yapısal özerkliği ve esnekliği geçiş üstünlüğüne bağlı değişen değerlerdir. Geçiş üstünlüğü açısından toplu taşıma sistemleri; genel trafik içinde hareket eden sistemler, kısmen özel yola sahip olan sistemler ve özel yola sahip sistemler olarak sınıflandırılabilir.

Altyapı ve işletme maliyetleri, sistemin kamuya, işleticiye ve kullanana maliyeti ekonomik karşılaştırma kriterleridir. Toplu taşıma sistemlerinde maliyet; altyapı yapım ve işletme olmak üzere ikiye ayrılır. Sistem kapasitesi, altyapı tipi, ekonomik ömrü, finansman koşulları, faiz oranları ve kamulaştırma giderleri altyapı maliyetini etkileyen temel unsurlardır. İşletme maliyeti ise sistem kapasitesine, taşıt sayısına, faiz oranlarına, bakım, yakıt, personel giderleri, işletenin türü ve örgüt yapısına bağlıdır. Düzenli bir ulaşım hizmeti veren bütün sistemlerde maliyet eğrileri sistemlerin ekonomik özelliklerine göre farklı değerler almaktadır. Bu değerler kentlere, kentlerin çeşitli bölgelerine, sistemi işleten ve kullanana göre de değişim göstermektedir. Bu değişikliklere neden olan temel öğeler doluluk oranı, örgüt yapısı ve işletme türüdür.

Yatırım maliyetleri; yol, taşıt, sinyalizasyon tesisleri, durak maliyetleri, depo ve atölye maliyetleri, etüt ve mühendislik hizmet maliyetleri ve önceden kestirilemeyen diğer giderlerden oluşmaktadır. Bazı taşıma türleri için yatırım maliyetleri Tablo-1'de verilmiştir.

Tablo 1: Kent İçi Toplu Ulaşım Yatırım Maliyetleri (Milyon \$)

	Otobüs	Özel Yollu Otobüs	Tramvay	Hafif Raylı	Metro
Km başına yatırım maliyeti	<0,5	2,0-10,0	5,0-10,0	10,0-30,0	40,0-90,0

İşletme maliyetlerini oluşturan öğeler; personel giderleri, bakım ve onarım giderleri, enerji harcamaları, yönetim ve uzmanlaşma giderleri olup, üç ana grup altında toplanabilir:

Mesafeye bağlı işletme giderleri: Sisteme bağlı araç filosu tarafından kat edilen yola bağlıdır [araç x km]. Enerji harcamalarını, bakım ve onarım giderlerini içermektedir.

Zamana bağlı işletme giderleri: Sisteme bağlı araç filosunun işletildiği zaman için hesaplanır [araç x saat]. Çalıştırılan personel giderlerini de içerir.

Yola bağlı işletme giderleri: Kilometre başına günlük ve yıllık olarak hesaplanır. Durakların, sinyalizasyon sistemlerinin, enerji iletim hatlarının ve yolların bakım ve onarımı için yapılan harcamalardır. Bazı taşıma türleri için işletme maliyetleri Tablo-2'de verilmiştir.

Tablo 2: Kent İçi Toplu Taşıma Türleri İçin İşletme Maliyetleri (1/100 \$)

	Otobüs	Özel Yollu Otobüs	Tramvay	Hafif Raylı	Metro
Km başına yolcu	3-8	8-12	3-12	12-15	15-23

Kent içi ulaşımında sistem tercihinde ekonomik çalışma kapasitesi dikkate alınması gereken en büyük etkenlerden biridir. Bu durumda sistem seçiminde, taşıma türlerinin işletme maliyeti-kapasite ilişkisini gösteren eğriler yararlı olmaktadır. Bu konuda yapılan kabul, bir yolcu için durakta 5 dakikalık bekleme süresinin normal olduğu varsayıldığında bir yöndeki saatlik yolculuk talebi;

Yolcu sayısı < 92 ise dolmuşun

Yolcu sayısı 92 – 225 arasında ise minibüsün

Yolcu sayısı 225 – 6.400 arasında ise otobüsün

Yolcu sayısı 6.400 – 12.800 arasında ise özel yollu otobüsün

Yolcu sayısı 12.800 – 32.000 arasında ise tramvayın

Yolcu sayısı > 32.000 arasında ise metro veya trenin

ekonomik olduklarıdır.

Sistemin çevreye etkileri, kaza olasılıkları çevresel karşılaştırma kriterleridir. Sistemlerin trafikte yarattığı çevresel etkilerden en önemlisi hava kirliliğidir. Elektrik enerjisi ile çalışan sistemlerin seçimi atmosferik kirlenmelerin azalmasına katkıda bulunacaktır. Bunun yanında ulaşım araçlarının her türlü sesin yarattığı ses kentlerdeki gürültünün en önemli nedenidir. Ses dalgaları basınç ve frekans ile belirlenmekte olup, insanlar için 140 desibel (dB) üzeri sağlığa zarar vermektedir. Motorlu taşıtlara nazaran raylı toplu taşıma araçları daha az gürültüye neden olmaktadır.

Toplu Taşıma Sistemlerinin Kent ve İnsan Yaşamına Etkileri

Karayolu altyapısını kullanan toplu taşıma türleri yolcu kapasitesinin belli bir düzeyi aştığı ulaşım hatlarında yetersiz kalmaktadır. Özellikle büyük kentlerde yolcu kapasitesinin aşıldığı alanlarda raylı toplu taşıma sistemleri gündeme gelmektedir. Ancak yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksek oluşu ve uygulama esnekliklerinin çok kısıtlı oluşu gibi

nedenlerden değişik toplu taşıma türleri arasında seçim yapılırken dikkatli olunmalıdır.

Hızlı kentleşme, sanayileşme ve nüfus artışının beraberinde getirdiği sorunlar doğal olarak ulaşım sektörüne de yansımaktadır. Kentleşme oranı toplumun ekonomik ve sosyal gelişmişliğinin bir göstergesi olarak görülebilir. Ancak planlı kentleşme; mevcut altyapısıyla bir bütündür. Bu nedenle ulaşım ve trafik ile ilgili yapılacak planlamalar ve çözüm önerileri de bir bütünlük içerisinde olmalıdır.

Karayolu ağı gelişmemiş, buna karşılık özel oto kullanımının yüksek olduğu ülkelerde trafik sıkışıklığı, gürültü, hava kirliliği gibi olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için kent içindeki yolcu talebinin büyük bir kısmının toplu taşıma sistemleri ile karşılanması gerekir. Birçok büyük şehirdeki uygulamalar, raylı taşıma sistemlerinin yoğun trafik ile baş edebilmenin tek yolu olduğunu ortaya koymuştur. Bu anlamda raylı ulaşım; şehir içi ve şehirlerarası hızlı toplu taşıma sistemlerinin modern, hızlı, ekonomik, konforlu ve güvenli şeklidir. Hafif raylı sistem araçları ile taşınan yolcu sayısı fazla olduğu için şehir içindeki trafik sıkışıklığı önemli ölçüde azalacaktır.

Hava kirliliğinin nedenleri ve boyutları incelendiğinde; ulaştırmanın en önemli kaynaklar arasında olduğu görülmektedir. Elektrikli demiryollarının kirlilikteki payı yüzde 5 iken karayollarının payı yüzde 85 düzeyindedir. Bir elektrikli tren 42 km seyir sonucunda çevreye 1 kg karbondioksit yayarken, aynı miktarda karbondioksit otobüsle 12 km'de otomobil ve uçakla 7 km'de yayılmaktadır. Taşıtların oluşturduğu kirliliğin genellikle iki boyutu vardır. Birincisi oksijen tüketimi, ikincisi ise zararlı madde üretimidir. Bir litre yakıtın yanması sırasında tüketilen 200 litre oksijeni bir insan 24 saatte tüketir. Buradan da görüldüğü gibi elektrikli raylı sistemlerin kullanılması ile hava kirliliği önemli ölçüde azalacaktır.

Ulaştırma sistemlerinde konforlu bir seyahat için gürültü seviyesinin üst düzeyi 65 dB, rahatsızlık bölgesi 75-120 dB olarak kabul edilmektedir. Araştırmalarda karayollarındaki gürültü şiddetinin 72-92 dB arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ağır taşıtlar için bu değer 103 dB'e kadar çıkmaktadır. Hava yollarında ise gürültü şiddeti 103-106 dB'dir. Buna karşılık saatte 150 km hızla giden bir trenin gürültüsü 65-75 dB arasında değişmektedir. İnsan sağlığı açısından 8 saatlik bir çalışma için gürültü sınırının en fazla 90 dB olduğu göz önüne alınırsa demiryollarının önemi daha da artmaktadır.

Alan kullanımında aynı kapasitede taşımacılık için demiryolları, karayoluna göre daha az arazi gerektirmektedir. Platform genişliği 13.7 m. olan çift hatlı, elektrikli bir demiryolu hattı kapasite açısından 37.7 m genişliğinde 6 şeritli bir otoyola eşdeğer durumdadır. Bu duruma göre karayolları, demiryollarına göre 2.7 kat daha fazla arazi kullanımı gerektirmektedir.

Maliyet açısından platform genişliği 13.7 m olan çift hatlı ve sinyalizasyonlu bir demiryolunun ortalama maliyeti 2 milyon 850 bin dolar/km iken kapasite ve standartları açısından eşdeğer 6 şeritli otoyolun maliyet ortalaması 8 milyon dolar/km olmaktadır. Yapım maliyeti açısından da demiryolunun daha avantajlı olduğu görülmektedir.

Japonya'da yapılan bir araştırmaya göre; yolcu taşımacılığında demiryollarına göre otobüsler 1.4 kat, otomobiller 6.8 kat ve uçaklar 5.4 kat daha fazla enerji tüketmektedirler. Yük taşımacılığında ise demiryolları ve gemiler yaklaşık aynı miktarda enerji tüketirken, kamyonlar 7.5 kat daha fazla enerji tüketmektedir. Uluslararası Demiryolları Birliği'nin bir raporuna göre bir yolcu 1 kilovat saat (kWh) enerji harcayarak tren ile 5 km, otomobille 1.7 km, uçakla 1.1 km seyahat edebilmektedir.



Değerlendirme ve Sonuç

Günümüz modern şehircilik anlayışında şehirde yaşayan insanların ulaşımını büyük ölçüde raylı sistemler sağlamak-tadır. Raylı sistemler hızlı, güvenli, temiz ve çevreci olması; kaza riskini ve yolculuk süresini azaltması; enerji tasarrufu sağlaması; karayolu taşımacılığı trafik yükünü, yatırım, bakım ve onarım giderlerini azaltması; diğer toplu taşıma sistemleri ile uyumu; düşük işletme maliyetleri; gürültü kirliliğini azaltması ve kentsel arazi kullanımına olan olumlu etkilerinden dolayı tercih edilmektedir. Bununla birlikte raylı sistem türlerini modern şehirlerin birçoğunda görmemiz olasıyken, ülkemizde yatırım maliyetinin daha düşük olması nedeniyle hafif raylı sistemler daha çok tercih edilmektedir.

Raylı sistemlerin ulaştırma sistemi ile bütünleştirilmesi yaşamsal önem taşıyan bir gerekliliktir. Bu nedenle, gereken koordinasyonun yapılmaması durumunda, raylı sistemden beklenen etkinlik sağlanamayacaktır.

Kentsel raylı sistemlerin yaygınlaşmasının önündeki en önemli engel araçlarla ilgilidir. Bunun nedeni teknolojik gelişmelerinin yanında araçların pahalı olması ve standartlaşma yerine çeşitlenmesidir. Genel olarak araçların raylı sistemlerde belirleyici bir yeri olup, raylı sistem tasarımlarında araç seçimini, araç-yol-durak etkileşimini de gözetenek araç karakteristiklerini belirlemek gerekir.

Ülkemizde kentsel raylı sistemlerin özelliklerini içeren bir veri tabanı bulunmamaktadır. Gerekli bilgiler her bir belediyede ayrı ayrı bulunmasına karşılık bu verilere toplu olarak ulaşmak olası değildir. Bu durumda sistemlerin karşılaştırmalı başarımlarını değerlendirmeleri yapılamamaktadır. Her yerel yönetim kendi raylı sistemlerinin çok verimli işletildiğini ve yapılan yatırımların akıllıca olduğunu belirtmesine karşın bir veri tabanının oluşturulup güncellenmemesi, bu konunun yeterince aydınlatılmasını engellemektedir. Böylesi bir veri tabanının oluşturulmasında ve güncellenmesinde, gerekli bilgi birikimine sahip olan kurumlarımız ya da üniversitemizde bir işbirliği odağı oluşturulmalıdır.

Kaynaklar

1. Tanış, M., Ögüt, K., S., "Orta Ölçekli Kentler için Toplu Taşıma Seçeneklerinin Teknik ve Mali Karşılaştırması", 5. Kentsel Altyapı Ulusal Sempozyumu, Hatay, 2007, s. 132-146.
2. Ögüt, K., S., Evren, G., 2006, "Türkiye'de Kentsel Raylı Sistemlerin Gerekliliği ve Uygulamada Dikkat Edilecek Konular" Uluslararası Demiryolu Sempozyumu, Ankara-İstanbul, 2006, Cilt:1, s. 1169-1979.
3. Köllük, E., "Demiryollarının Ülkemizde ve Dünyadaki Gelişimi", TCDD Eğitim Merkezi Notları, Ankara, 2005.
4. Gökdağ, M., Üçüncü, O., "Trafik ve Gürültü", Tabiat ve İnsan, Yıl 26, Sayı 1, 1992, s. 41-44.
5. Gökdağ, M., Yüksel, F., "Enerji Verimliliği Açısından Demiryollarının Önemi ve Geliştirilmesi" Ulusal Enerji Verimliliği, Ankara, 1999. ■

İzmir Büyükşehir Belediyesi, 3 Yıl İçinde 400 Elektrikli Otobüsü Halkın Kullanımına Sunacak...

ELEKTRİKLİ OTOBÜSLER TOPLU TAŞIMA MALİYETLERİNİ DÜŞÜRECEK

Kahraman Yapıcı

EMO İzmir Şubesi Başkan-Toplu taşımada hem çevreci hem de ekonomik bir seçenek sunan elektrikli otobüslerin ülkemizde kullanılması için başlatılan girişimler meyvelerini vermeye başladı. İzmir’de Şubat 2017’de elektrikli otobüsler ilk seferlerine çıkacak.

Türkiye’de bir ilk olarak belediye otobüsü filosunu elektrik enerjisi kullanarak işletmek için girişimde bulunan İzmir Büyükşehir Belediyesi, 3 yıl içinde 400 elektrikli otobüsü halkın kullanımına sunacak. Şarj için kullanılacak enerjinin de güneş panelleri aracılığıyla elde edilmesi hedefleniyor. İzmir’in iklimsel ve coğrafi şartlarına tam uyumlu otobüs alımı için hazırlanan şartnameyle çıkılan ihale, aynı zamanda raylı sistem altyapısı eksik ülkeler için yeni bir ‘verimli ulaşım modeli’ oluşturmayı hedefliyor.

İzmir Büyükşehir Belediyesi’ne bağlı olarak faaliyet gösteren ve kent içi ulaşımın yükünü büyük oranda üstlenen İzmir Elektrik, Su, Havagazı, Otobüs ve Trolleybüs (ESHOT) Genel Müdürlüğü ile yürüttükleri elektrikli otobüs projesini değerlendirdik. ESHOT Genel Müdür Yardımcısı Fazıl Ölçer, Elektrik Mühendisliği Dergisi’nin sorularını şöyle yanıtladı:

ESHOT’u elektrikli otobüs projesine yönelten temel nedenler nelerdir?

Ölçer: İzmir’de toplu ulaşım ağı içerisinde ESHOT önemli bir yer tutuyor. Kent içindeki raylı sistemler ile deniz ulaşımı arasında koordinasyonun yanı sıra hem kent içi hem de ilçeler arasındaki temel ulaşım ESHOT tarafından işletilen belediye otobüsleriyle sağlanıyor. Bugün İzmir’de kent içi ulaşımında otobüs, vapur, metro ve banliyö treni yani İZBAN arasında tam bir entegrasyon söz konusudur. İzmir Büyükşehir Belediyesi’nin en önemli birimlerinden olan ESHOT, kamu hizmetinden tüm yurttaşların yararlanabilmesi için maliyetlerinin altında bir bedelle hizmet vermektedir.

İzmir Büyükşehir Belediyesi, kamusal hizmetin kalitesinin artırılması ve toplu taşımının yaygınlaşarak, trafiğin olabildiğince rahatlaması amacıyla ESHOT’u yıllık 300 milyon TL’ye yakın bir kaynakla sübvansede etmektedir. ESHOT’un elektrikli otobüslere yönelmesinin altında ESHOT’un toplu taşımadan kâr etmek yerine olabildiğince maliyetine hizmet üretmeyi hedefleyen kamucu anlayışı yatmaktadır. Çevreci özelliklerinin yanı sıra ekonomik oluşu, kamu kaynağını en verimli şekilde değerlendirme olanağı sunması elektrikli otobüslere yönelmemize neden oldu.



Fazıl Ölçer

Yakıt maliyetlerine ilişkin nasıl bir düşünüş öngörüyorsunuz?

Ölçer: ESHOT’un en büyük giderini akaryakıt oluşturuyor. Personel ve diğer işletme giderini minimuma indirsek bile akaryakıt gideri, sürekli artan fiyatlar nedeniyle çok ciddi bir yük. Yıllık akaryakıt tüketimimiz ortalama 600 milyon litre düzeyinde gerçekleşiyor. Tüm otobüslerimizi elektrikli araçlara dönüştürmemiz durumunda yakıt giderimizden

yüzde 75’lere varan bir tasarruf sağlayacağımızı hesapladık. Üstelik elektrikli otobüsleri şarj etmede kullanacağımız enerjiyi de kendi bünyemizde yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmemiz durumunda söz konusu maliyeti yüzde 85’e varan bir düzeyde indirmeyi hedefliyoruz. Ülkemizde enerjinin en verimsiz kullanıldığı alanların başında gelen ulaşım bu çapta bir değişim yaratmamız yalnızca İzmir için değil aynı zamanda toplu taşıma dışındaki ulaşım hizmetlerine örnek oluşturması açısından da oldukça önemlidir. Sadece ESHOT’un maliyetlerinin düşürülmesi bile İzmir’de toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini artıracak gibi biniş ücretlerini de en makul seviyeye çekecektir.

Takip edebildiğimiz kadarıyla ESHOT’un elektrikli otobüs çalışması epey eskiye dayanıyor. Karşılaştığınız sorunlar neler oldu?

Ölçer: İzmir aslında otobüs üreticilerinin araçlarını test ettikleri kentlerden biri. Coğrafi ve iklimsel olarak zorlu koşullara sahip. Brezilya’nın Rio kenti ile birlikte otobüs üreticilerini korkutan iki kentten biri. Birincisi hava sıcaklığı yüksek ve bu durum otobüslerdeki soğutma sistemleri için zorlayıcı. Aynı zamanda kent içi yollardaki yüzde 17-18 gibi yüksek eğim de otobüsleri zorlayıcı nitelikte. Dizel yakıtlı otobüsler için bile zorlayıcı olan bu koşullara tam uyum sağlayan elektrikli otobüs temini için ihale şartnamesini hazırlarken oldukça titiz davranmak zorunda kaldık. Uzun çalışmalar sonucu kamunun kıt kaynaklarını verimli kullanmak adına, elektrik ve makina mühendisi çalışma arkadaşlarımız örnek bir şartname hazırladı.

Şartname sonrası ihaleye çıkıldı. İlk ihale Kamu İhale Kurumu tarafından iptal edildi. Ardından yapılan ikinci ihaleyi ise katılımcıların usul hataları yapmaları ve sağlıklı teklifler sunamamaları nedeniyle biz iptal etmek zorunda kaldık. Bu arada İzmir’i örnek alan kimi belediyeler birkaç araçlık alım gerçekleştirdiler. İhale konusunda oldukça titizlenmemiz bize zaman kaybettirmiş gibi gözüküyor ama

biz uzun yıllar sorunsuz kullanabileceğimiz otobüs alımını gerçekleştirmek istiyoruz. Hem de bu otobüslerin ülkemizde üretilmesini sağlayacak bir ekosistem yaratılmasına katkı sağlamak istiyoruz. Elektrikli otobüslerin yüzde 100 yerli olarak üretilmesi için ülkemizdeki mühendislik birikiminin yeterli olduğunu düşünüyoruz.

Teknik şartname hazırlanırken nelere dikkat edildi? Yerli üretimi teşvik etmek için zorunlu bir oran getirildi mi?

Ölçer: Öncelikle otobüslerin İzmir'in zorlu koşullarında sorunsuz çalışacak özellikte olması için çaba sarf edildi. Ayrıca otobüslerin tümüyle elektrikli olması yani ısıtma ve soğutma sistemi gibi kimi sistemler için dizel yakıt kullanılmaması öngörüldü. Zira İzmir'de soğutma sistemi için tüketilen yakıt da önemli miktarlara ulaşmaktadır. Yaptığımız çalışmalar sonucu otobüslerimizin ortalama günlük 220 kilometre yol yaptıklarını belirledik. Şartnamemizde elektrikli otobüsler için günlük en az 250 kilometrelik menzil öngördük. Şartnameyi temel olarak, otobüslerin günde 13 saat yüksek eğimli yollarda klima kullanacak teknik özellikleri içerecek şekilde belirledik. Elbette İzmir sıcaklığında yolculuk yapacak yurttaşların konforu için soğutma sisteminin kapasitesi şartnamede önemli bir parametre oldu. Otobüs üreticileri için dünya genelindeki en zorlayıcı şartnamenin bizimki olduğu söylenebilir. Bizim şartnameye koyduğumuz yüzde 40'lık yerli katkı zorunluluğu, tamamen yerli üretim için de ilk adımı oluşturuyor. Bize otobüsleri tedarik edecek firma ister istemez Türkiye'de elektrikli otobüs üretimini otomotiv sanayinin gündemine sokacaktır. Açıkçası yürüttüğümüz projenin bu anlamda da bir kaldıraç fonksiyonu üstlenmesini bekliyoruz.

Gelişmiş ülkelerde elektrikli otobüs yaygınlığı ne seviyelerde? Dünya genelinde bir yönelimden bahsedebilir miyiz?

Ölçer: Bildiğiniz gibi gelişmiş ülkelerde toplu ulaşımda elektrik kullanımı uzun yıllar önce kurulan altyapılar; metro ve tramvay sistemleriyle zaten yaygın durumda. Enerji yoğunluğu, genel olarak tüm ulaşımda olduğu gibi toplu taşımada da ülkemize kıyasla gelişmiş ülkelerde oldukça düşük seviyelerde. Dolayısıyla elektrikli otobüslere yönelmek, toplu taşımanın önemli bir kısmını elektrikli otobüs ile gerçekleştirmek gibi bir gündemleri yok. Ayrıca dünya çapında tek el konumundaki otomotiv sanayinin tutumu da yaygınlaşma önünde ciddi bir engel teşkil ediyor.

Bu anlamda bizim çalışmalarından ciddi oranda faydalanabileceğimiz bir gelişmiş ülke söz konusu olmadı. Ulaşım altyapısında ciddi eksikleri olan bizim gibi ülkeler için kendi yerli modelimizi geliştiriyoruz. Bilime dayalı kendi çözümlerini üreten ülkelerin büyüdüğü bir dünyada Türkiye'nin kendi çözümlerini üretme konusunda daha fazla vakit kaybetmemesi gerekir.

Elektrikli otobüsler klasik otobüslere göre ciddi bir ilk yatırım maliyeti yaratsa da metro ve tramvay gibi elektrikli diğer seçeneklere kıyasla önemli avantaj sunmaktadır. Zaten mevcut durak, istasyon gibi altyapıya şarj üniteleri gibi küçük eklentilerle projeyi hayata geçirme şansımız mevcut. Ayrıca raylı sistemlerin yüksek maliyetler nedeniyle kent içinde ulaşamayacağı hemen hemen her noktaya elektrikli otobüslerle hizmet götürmek mümkün.

ESHOT olarak bu avantajları kullanıp, tüm otobüslerimizi elektrikli hale getirmek istiyoruz. Projenin ilk adımında 400 otobüs işletmeye alınacak. Bu 400 otobüsün 20'sinin 6 ay içerisinde teslim edilmesini bekliyoruz. 3 yıl içinde de 400 otobüsün tümünü kullanmaya başlayacağız. Projemiz, Kalkınma Bakanlığı'nın bütçesine giren ilk proje olması sebebiyle de önem arz ediyor. Raylı sistem eksiği bulunan ülkemiz için enerji verimliliğine dayalı, düşük ilk yatırım maliyetli bir seçenek sunan elektrikli otobüsleri yaygınlaştırmak istiyoruz.

"Enerjimizi Güneşten Alacağız"

İzmir elektrikli otobüslere hazır mı? Şarj istasyonu için nasıl bir çalışma yaptınız?

Ölçer: Öncelikle günlük 250 kilometre menzile sahip olacak olan otobüslerimiz, üzerlerindeki bataryayla İzmir şartlarında en az 150 kilometre kesintisiz yol yapabilecek. Son istasyonlarda ve aktarma merkezlerinde kuracağımız istasyonlardaki kısa süreli ara şarjlar ile 250 kilometre yol yapabilecekler. Bu süre araçlarda klima kullanılmasına gerek duyulmayan aylarda 400 kilometreye kadar çıkabilecek. Elektrikli otobüslerin şarj edilmesi için duraklara konacak temassız şarj cihazları, pantograflar gibi çok farklı yöntemler mevcut. Biz şehrin enerji altyapısındaki sorunlardan bağımsız olabilecek şekilde basit fişli bir şarj yöntemi tercih ettik. Bu nedenle son duraklara kurulacak görece daha düşük maliyetli şarj istasyonları aracılığıyla otobüslerimizi işletmeyi hedefliyoruz.

Ayrıca kullanacağımız enerji için de güneş enerjisinden faydalanmayı hedefliyoruz. Yine ESHOT bünyesinde bir ilk olarak güneş enerjisi santral projesi yürüteceğiz. Bu proje bize hem maliyet düşüşü sağlayacak hem de çevreci bir seçenek sunacak. Bir anlamda İzmir'in sıcaklığında serin bir yolculuk sunacak olan otobüslerimiz enerjisini güneşten alacak.

Çevreci ve düşük maliyet dışında işletme ve kullanım açısından elektrikli otobüslerin faydaları nelerdir?

Ölçer: Elektrikli otobüsler dizel motorlulara göre daha sessiz çalışıyor. Bu daha az gürültü ve titreşim demek. Hem vatandaşların hem de bu araçları kullanan şoför arkadaşlarımızın maruz kalacağı egzoz dumanının yok olması demek. 12 metre uzunluğunda otobüslerimiz 71 yolcu taşıma kapasitesine sahip olacak. İhale şartnamemiz araçların 5 yıllık tam bakım hizmetini de kapsıyor. Bilindiği gibi elektrikli motorların bakım ihtiyaçları dizel motorlara göre daha düşük. Titreşimin az olması mekanik parçaların da ömrünü uzatacaktır. Süre sonunda otobüs başına bakım ve onarım için harcadığımız zaman ve emeğin de bugünküne kıyasla azalacağını öngörüyoruz. Ayrıca yurttaşların rahatı kadar şoför arkadaşlara daha az gürültülü, daha sağlıklı bir çalışma ortamı sunacağımız için de mutluyuz. İlk etapta Şubat 2017 itibarıyla elektrikli otobüsleri genç nüfusun ağırlıklı olduğu üniversitelere giden hatlarda kullanarak, gelecek kuşaklar için enerji verimliliği bilincinin gelişmesine katkı sağlamayı hedefliyoruz. Yıllar içinde İzmir'deki tüm hatlara elektrikli otobüsleri yaygınlaştıracacağız. ■



FARKLI ELEKTRİK MOTORLARINDA TEK BİR SÜRÜCÜ İLE GENELLEŞTİRİLMİŞ ALGILAYICISIZ HIZ DENETİMİ ve UYGULAMASI

Yrd. Doç. Dr. Derya Ahmet Kocabaş
İTÜ Elektrik Elektronik Fakültesi
Elektrik Müh. Böl. Öğr. Üyesi
derya.kocabas@itu.edu.tr

1. Giriş

Elektrik makinaları motor çalışma durumunda endüstriyel sürüş sistemlerinde mekanik güç ihtiyacını karşılayabilmektedir. Bu durum farklı yük durumlarında motor hız ve momentinin denetlenebilir olmasını zorunlu kılmaktadır. Farklı elektrik motorları için farklı hız ve moment denetim yöntemleri ve donanımları mevcuttur.

Endüstride motor olarak en geniş güç yelpazesinde ve en çok kullanılan elektrik motorları asenkron motorlardır. Mıknatıslı motorlar yüksek verimleri ile asenkron motorların en büyük rakipleridir, ancak çok büyük güçlerde imalat henüz sınırlıdır. Gelişmekte olan sürekli mıknatısların güçleri yükseldikçe ve maliyetleri azaldıkça daha büyük güçlerde mıknatıslı makinelerin kullanımının ve mıknatıslı motorların yaygınlaşmasının önü açılmaktadır. Bu tip makineler çoğunlukla küçük güçlü uygulamalarda tercih edilmektedir. Sürekli mıknatıslı senkron motorlar, fırçasız doğru akım motorları ve sürekli mıknatıs destekli senkron relüktans motorlar, uyarma sargılı ya da rotoru sargılı elektrik motorlarına göre daha yüksek verime sahip olsalar da karmaşık sürücü devreleri olmadan kullanılmaları imkansızdır. Bu motorların hız ve moment denetimleri klasik asenkron motorlara göre daha karmaşıktır.

Bu makalede farklı tiplerdeki elektrik motorlarından, yukarıda bahsedilen asenkron, sürekli mıknatıslı senkron (PMSM), fırçasız doğru akım (BLDC-FDAM) ve sürekli mıknatıs destekli senkron relüktans motorları için kontrol yöntemleri yüzeysel olarak incelenecek, yapıları farklı bu elektrik motorlarının hepsini algılayıcısız alan yönlendirmeli kontrol yöntemi ile sürme yeteneğine sahip tek bir çoklu motor sürücü devresine bir giriş yapılacaktır ve uygulama örneği verilecektir.

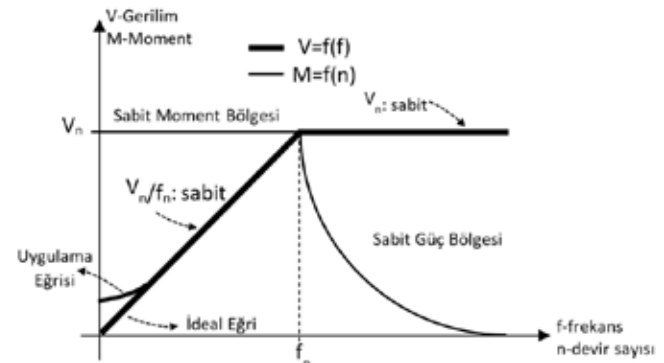
2. Üç Fazlı Alternatif Akım Makinelerinin V/F (Skaler) Kontrolü

Asenkron motorların moment ifadesi incelendiğinde momentin gerilim, frekans, kutup sayısı ve rotor direncine bağlı olduğu görülür. Tek başına gerilimi veya frekansı değiştirmenin manyetik büyüklükler ve devrilme momenti açısından sakıncaları mevcuttur. Kutup sayısının değiştirilmesi için özel imalat yapılması gereklidir. İlave rotor direnci eklenmesi ancak bilezikli asenkron motorlarda mümkündür. Çift kafesli veya akım yığılmalı motorlarda etkin rotor direncinin farklı hızlarda değişimi kalkış anı için kullanılırken hız denetiminde rotor direncini değiştirerek

istenilen hıza ulaşmak mümkün değildir. Kullanılan en yaygın hız denetimi yöntemi makinede manyetik akıya sabit tutma temelindeki skaler kontrol tabir edilen yöntemdir.

Asenkron motorlarda endüklenen gerilim, sargı büyüklüklerinin dışında frekansa ve manyetik akıya bağlıdır. Ancak endüklenen gerilimi doğrudan okuyabilmek mümkün değildir. Belirli yaklaşıklıkla küçük sargı akımları için besleme geriliminin endüklenen gerilime eşit olduğu düşünülürse, gerilimin frekansa oranı (V/f) sabit tutulacak şekilde ayar yapıldığında motorda manyetik akı büyüklüklerinin yaklaşık aynı kaldığı kabul edilebilir. Ancak akım değerinin yüklemeye ile değiştiği, hatta büyük kayma değerlerinde çok büyüdüğü düşünülürse, düşük hızlarda besleme geriliminin endüklenen gerilime yaklaşık eşit olduğu yaklaşımı doğru sonuçlar vermemeye başlar. Büyük kayma değerlerinde endüklenen gerilim sabit kalacak şekilde besleme gerilimi frekanstan daha yavaş azaltılarak düzeltme yapma yoluna gidilir.

Frekansın bu orana bağlı olarak değiştirilmesi beraberinde senkron hızı da değiştirdiğinden hız ayarı etkin bir biçimde yapılabilir. Devrilme momenti V/f oranının sabit tutulması ile belirli yaklaşıklıkla sabit kalır. Ancak V/f oranı sabit tutularak yapılan hız ve moment ayarında bu yöntem anma gerilimi ve frekansın altındaki değerlerde geçerlidir. Anma gerilimine ve anma frekansına kadar ayar yapılan bölgeye bu sebepten dolayı “sabit moment bölgesi” ismi verilir. Anma geriliminin üstüne çıkılamayacağından, anma frekansındaki senkron hızın üstüne çıkmak için frekans arttırılırken gerilim anma değerinde sabit kalır ve V/f oranı sabit tutulamaz; küçülür. Buna bağlı olarak manyetik akı azalırken devrilme momenti karesel olarak azalır. Bu çalışma bölgesi ise “sabit güç bölgesi” olarak adlandırılır.



Şekil 1: Asenkron Motorun V/F (Skaler) Kontrol Eğrileri

için gerekli belirli özelliklerini içeren mikrodenetleyiciler (DSC) ön plana çıkar. Denetleyicilerin ihtiyaç duyduğu programlama dili ve arayüz vasıtası ile yazılımların hazırlanması ve kullanıma hazır hale getirilmesi de gereklidir.



Şekil 4: DSP Tabanlı Bir Mikrodenetleyici

Sürüş sisteminin bileşenleri dışında, bu sistemde paydaş olarak bulunan sistemlerin doğru şekilde işleyebilmesi için sürülen motor ve yük sisteminin bilgilerinin de içerilmesi gerekir. Sürülecek olan motorun matematiksel modeli, devre parametreleri gereken doğruluk mertebelerinde bilinmelidir. Bu bilgiler tekil motorlar için kurulan sistemlerde tasarlayıcı tarafından girilebileceği gibi ticari ürünler ilk bağlantılarında motorun tipinin belirlenmesinden sonra parametre belirleme işlemini kendileri de yapabilmektedirler. Motor tipi ve devre parametrelerinin sisteme girilmesini takiben motor uygun besleme büyüklüklerinde çalışmaya başlayabilir. Buradan itibaren konum kestirme yöntemleri devreye girer.

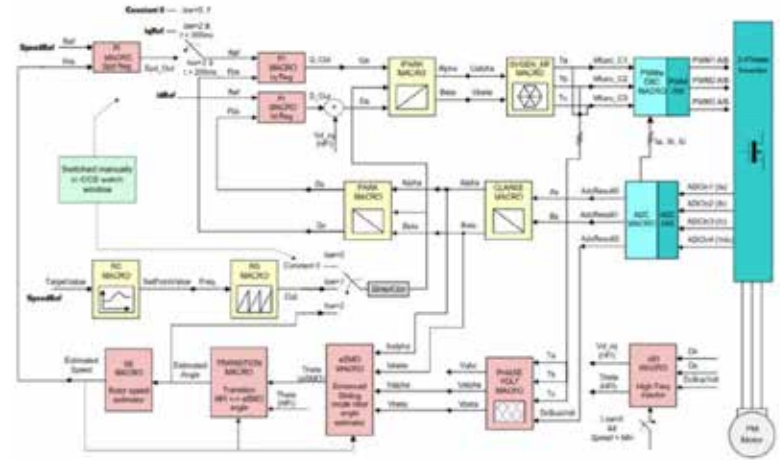
Model tabanlı kontrol yöntemleri uygulama kolaylığı ve ekonomikliği açısından diğer konum kestirme yöntemlerinden ayrıştırılabilir. Model tabanlı kontrol yöntemleri, temelde matematiksel yöntemler üzerine kurulu olup, hesaplanan bilginin hatasının küçültmeye odaklı farklı tahmin algoritmalarından oluşur. Kullanılan gözleyicilere örnek olarak MRAS (Model Reference Adaptive Systems), Luenberger, Kaygan Kipli Gözleyici (Sliding Mode Observer) ve Genişletilmiş Kalman Süzgeci verilebilir. Bu modellerin geliştirilmiş sürümleri de kullanılabilirken paralel iki gözleyici kullanan uygulamalar da mevcuttur.

Motor tipinin ve kullanılacak gözleyici tipinin belirlenmesinden sonra DSP'nin programlanması sırasında ihtiyaçların belirlenmesi gerekir. Mikrodenetleyiciler işaretlerin sayı dizilerine çevrilmesini sağlayıp sayısal yöntemlerle hesaplanarak dönüştürülmesi veya işlenmesini sağlarlar. Bu işlemleri DSP dediğimiz özel olarak üretilmiş işlemciler sayesinde yaparlar. Sisteme gelen analog işaretler analog-sayısal dönüştürücü (ADC-Analog/Digital Converter) ile ayrık zamanlı örneklenmiş işaretlere dönüştürülür ve sayısal değerler elde edilerek işaret olarak işlenebilir hale getirilir. İstenilen işlemlerin yapılmasının ardından ihtiyaç duyulursa işaretin sayısal-analog dönüştürücüdün geçirilerek analog hale getirilmesi de mümkündür.

Kullanılacak DSP tabanlı mikrodenetleyici için piyasada farklı markaların ürünleri mevcuttur. Üretici firmalar kullanıcılara kolaylık sağlamak amacı ile her bir motor tipi için modelleri ve “makro” tabir edilen hazır kısa yazılımları kurarak kütüphaneye yerleştirmişlerdir. Bu hazır yazılımlar “dönüşümler ve hız algoritmaları” (Clarke ve Park Dönüşümleri, Kayan Kipli Gözleyici, Faz Gerilimi Hesaplayıcı, Akı ve Hız hesaplayıcıları ve kestiricileri), “kontrol” (İşaret üretimi, PID kontrolör, uzay vektörü modülasyonu (SVM-Space Vector Modulation) ve “çevre birimleri” (DGM teknikleri, ADC, motor sensörü ara birimleri) başlıkları altında gruplandırılabilir.

Örneğin üç fazlı köprü evirici ile sürülecek bir motorda eviricideki güç anahtarları için gerekli olan altı adet darbe

genişlik modülasyonu (DGM) işareti, sayısal işaret işleyici ile uzay vektörü modülasyonu (SVM) tekniği kullanılarak üretilebilir. Motorun faz akımları eviricinin çıkış tarafından seri dirençler yardımıyla ölçülüp DSP'nin analog-dijital çeviricisine (ADC) sinyal olarak gönderilebilir. Eviricinin DA-bara gerilimi de ölçülerek yine DSP'ye ADC aracılığıyla gönderilip SVM tekniği ile elde edilen anahtarlama fonksiyonları belirlenebilir. Böylelikle motor sargılarına uygulanacak olan üç faz geriliminin oluşturulması mümkün olabilir. Gözleyici algoritması hazırlanarak, sistemden ölçülecek olan akım ve gerilim büyüklüklerini kullanarak konum ve hız tahmini yapılabilir. Elde edilen rotor açısı bilgileri rotor hızına dönüştürülüp referans hız ile karşılaştırılabilir. Kontrolörden geçen hata işaretleri PI kontrolörlerden geçirilip ters matematiksel dönüşümlerle evirici kontrol devresi kontrol edilebilir.



Şekil 5: Algılayıcısız Alan Yönlendirmeli Kontrol’de Mikrodenetleyici İçin Makroları Gösteren Kontrol Blok Şeması

Bu tip parametre tabanlı tasarımlarda ortaya çıkacak sonucun sistemden elde edilen bilgilerin doğruluğuna dayandığı asla unutulmamalıdır. Ölçüm devrelerinin tasarımı bu açıdan önemlidir. Devre parametreleri açısından bakılırsa, üretici firmalar tasarımcılara kolaylık sağlamak amacı ile bazı motor parametrelerinin otomatik olarak belirlenmesi imkanını sunarken bazı değişkenlerin kullanıcı tarafından girilmesi gerekebilir. Kullanılan modele ve motor tipine göre parametre değişimlerinin de dikkate alınması gerekebilir.

6. Evirici Tasarımı

3 fazlı bir evirici ile doğru kontrol yöntemi ve algoritmalar kullanarak asenkron motor, sürekli mıknatıslı senkron motor, fırçasız doğru akım motoru ve mıknatıs destekli senkron relüktans motor tahrik edilebilir. Tasarlanacak eviricinin kabaca aşağıdaki özellikleri içermesi sağlanabilir.

- *Eviricinin mikrodenetleyici ile uygun elektriksel bağlantı uçlarına sahip olması gerekir.*
- *Motor akımı ve gerilimine göre uygun yarı iletken anahtarlar seçilmelidir.*
- *6 anahtarın tek bir tümleşik yapı (kılıf) içinde bulunduğu 3 fazlı köprü evirici devresine sahip Akıllı Güç Modülü (IPM) kullanılabilir.*
- *Uygun ölçme elemanları ve dönüştürücüler sayesinde kısa devre, yüksek akım ve yüksek sıcaklık korumaları eklenebilir. Klasik cam sigortaların yanı sıra IPM üzerinde yerleşik olan yüksek akım ve sıcaklık korumaları devreye sokulabilir.*

Geliştirdiği Elektrikli Araç İçin TSE Tip Onay Belgesi'ne Sahip Olan DMA, İTÜ ile Birlikte 3 Yönlü İnvertör Üzerinde Çalışıyor...

TEK ŞARJLA 417 KM'LİK MENZİL

Bahar Tanrısever

EMO Basın- Derindere Motorlu Araçlar (DMA) Yönetim Kurulu Başkanı Önder Yol, “yürüten bilgisayarlar” olarak nitelendirdiği elektrikli araçların hem tahrik sistemini hem de batarya sistemini yerli olarak geliştirip ürettiklerini; 9 yıllık çalışma sonucunda tek şarjla 417 km menzile ve 2 saatin altında şarj süresine ulaştıklarını bildirdi. Elektrikli araçlara yönelik talep azlığının seri üretime geçilmesini engellediğini belirten Yol, “Seri üretim olmaması da bizi pahalı komponentlerle baş başa bırakıyor. Haliyle maliyetimiz artıyor. DMA olarak talep konusunda kritik eşik aşıldığında, elektrikli aracı, dizel bir araç fiyatına sunabileceğiz” dedi.

İlk elektrikli araç prototipini ürettiği 2009 yılından bu yana çalışmalarını sürdüren, Türk Standardları Enstitüsü'nden geliştirdiği elektrikli araç için ilk Tip Onay Belgesi'ni alan DMA'nın Kurucu Ortağı ve Yönetim Kurulu Başkanı Önder Yol, Elektrik Mühendisliği Dergisi'nin sorularını yanıtladı.

DMA'nın kurulduğu 2007 yılından bu yana elektrikli araç üretimi, mevcut motorlu araçların dönüştürülmesi konusunda yaptığı çalışmalar ve gelinen nokta hakkında bilgi verir misiniz?

Yol: Özellikle son sorunuzdan başlamak istiyorum. Anlaşılması gereken en önemli nokta bu. Siz, son kullanıcı olarak bir bilgisayar satın aldığınızda, içinde bulunan parçaların farklı farklı firmalar tarafından üretildiğini göremeyebilirsiniz. Yine bu bilgisayarın herhangi bir parçası üzerinde bulunan devre elemanlarının üreticileri de aynı şekilde farklı farklıdır. Şimdi toplamda, bu bilgisayar hangi firmaya ait oluyor? Böyle bakıldığında kafa karıştıran bir durum gibi görünüyor, farkındayım. Lakin burada önemli olan parçaları nasıl bir araya getirdiğiniz ve onların performanslı çalışmasını sağlayan nasıl bir teknoloji ürettiğiniz! Bir bilgisayarın en önemli iki unsuru, işlemci ve üzerinde çalışan işletim sistemidir. Biz DMA olarak elektrikli araçları, yürüten bilgisayarlar olarak tanımlıyoruz. Bu doğrultuda yürüten bilgisayarların hem işlemcilerini, hem de işletim sistemlerini Türkiye'de, tamamen yerli sermaye ile geliştiriyor

ve üretiyoruz. Yani diyeceğim o ki bir elektrik aracın hem tahrik sistemini hem de batarya yönetim sistemini üretiyoruz. Dönüştürme söylemi yaptığımız işi küçümsemek olur. Bu bir gaz dönüşüm işlemi değil, bu bir yeni elektrikli araç üretimi. Arkasında ciddi bir Ar-Ge ve inovasyon barındırıyor.

DMA geçirdiği Ar-Ge çalışmalarından sonra, 2009 yılında ilk elektrikli araç prototipini üretti. Hemen ardından prototipimizi seri üretime uygun hale getirerek, ihtiyaç duyulan uygunluk ve onay belgelerini aldık. Beylikdüzü'nde yılda 1000 araç üretim kapasiteli tesisimizi kurduktan sonra ilk seri üretimimizi DRD'ye 100 adet elektrikli araç teslim ederek gerçekleştirdik. Üretimimiz halen devam etmekte olup, elektrikli araçlarımız trafikte yol almaktadır. Ar-Ge Laboratuvarımızı İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Teknokent'e taşıdık. Üniversite ve Teknokent'in içinde olmak bize yeni bir heyecan ve can kattı. Bunu takiben tamamen yerli ilk spor arabayı ürettik: E56. TÜBİTAK ve Bor Enstitüsü ile beraber bor destekli menzili uzatılmış SUV araç üzerinde çalışmalar yapıyoruz.

9 senelik hızlı ve yoğun geçen bir tempodan sonra nerelere geldik? Tek şarjla 417 km menzile ulaştık. 2 saatin altında şarj süresi ve 53 kilovat saat (kWh) kapasite ile rakiplerimizi üzecek bir gelişmedir bu ve TÜV tarafından onaylanmıştır. Güç, menzile oranı ile bakıldığında global ölçekte rakiplerimizin hala çok önündeyiz. 22+1 kişilik elektrikli midibüsümüz ise yollarda, yolcularını taşıyor. Bataryalar konusunda edindiğimiz bilgi birikimimizi de elektrik depolama sistemi (EDS) çalışmalarına yönlendirdik. Çin'de kurmuş olduğumuz ortaklık da bizi global pazarda söz sahibi yapan büyük gelişmelerden birisi.

Elektrikli araçların olumlu ve olumsuz özelliklerini enerji güvenliği, ekonomik ve çevresel unsurları da göz önünde bulundurarak sıralayabilir misiniz? Şarj süresini hızlandırma konusunda çalışmalarınız var mı?

Yol: Elektrikli araçlar doğayla uyum içindedir. Kullandıkları yakıt türü ikincil bir işleme gerek kalmaksızın direkt olarak kullanılır. Bu da özellikle karbonmonoksit gibi zararlı çıktıkların oluşmasının önüne geçer. Diğer taraftan yanma ve patlama gibi ikincil işlemler olmadığı için inanılmaz sessizdir.

Yakıt dönüşümü olmadığından, artık birçok parça araç içinde gereksiz duruma geliyor. Yakıt, hava filtresi vs. Dönemsel bakımlarda bunlarla bir ilginiz kalmıyor ve bakım maliyetinin inanılmaz komik rakamlar... Bunlar, aracımızın doğayla uyumunun göstergeleri...



DMA teknolojisinin ürettiği elektrikli araçların, global rakiplerimizle yarattığı fark özellikle menzil konusunda. Dünyada menzil ve performansı arttırmak amaçlı agresif bir çalışma sürüyor. Bunun getirdiği bazı dezavantajlar var tabii, özellikle güvenlik gibi. Siz de elektrikli araçların yandığına dair haberleri görmüşsünüzdür. Bu teknoloji seçimiyle alakalı ve DMA doğadan gelen bir enerjiyi, insana dair kullanmakta kararlı. Cobalt bazlı bataryalarla kolay elde edebileceğimiz performansları bir köşeye kaldırarak, güvenli ve sürdürülebilir olan demir bazlı bataryaları seçiyoruz. Dikkat ederseniz, seçimlerimiz güvenlikten yana olmasına rağmen yine de global ölçekte menzil lideriyiz.

Birçok insan elektrikli araç fiyatlarının yüksek olduğunu söylüyor, bu bir dezavantaj gibi değerlendirilebilir. Genelde insanlar haklı olarak aracı alırken ne ödediklerine bakarlar. Şimdi ayrıntısına girmemekle birlikte, bugünün koşullarında; 5 yıl 100 bin km kullandığınız bir DMA aracın fosil yakıtlı aracınıza göre size üçte bir oranında daha ucuza geldiğini söyleyebilirim.

Kullanıcının aklına takılan en büyük problemlerden biri de bu aracı nerede ve nasıl şarj edeceği. DMA ülke koşullarını göz önüne alarak hızlı şarj sistemini aracın içine entegre etmiş durumda. Bu şu anlama geliyor. Bir elektrik prizinin olduğu herhangi bir yerde aracınızı, istediğiniz zaman şarj edebilirsiniz. İster 15 dakika tutun, ister 2 saat. Şarj etme süreniz bataryalarımızın ömrünü kesinlikle etkilemiyor. Bataryaların bitmesini beklemeye gerek yok.

Yeni Çalışmalar

Şu sıralar Amerika Kettering Üniversitesi ile şarj süresini kısaltacak bir invertör (güç çevirici) geliştirmekteyiz. Bir yandan da Ar-Ge'sini İTÜ ile beraber yaptığımız dünyanın ilk üç yönlü çalışan invertörü üzerine çalışmalar sürmekte. Elektrikli araçlardaki invertörler bataryadan motora ve motordan bataryaya olmak üzere iki yönlü çalışıyor. Geliştirdiğimiz invertör bu iki yöne ek olarak şebekeden bataryaya yönünü de ekleyecek.

Otomobil doğası gereği gezen bir cihaz ve her yerde stabil gerilim bulma şansınız yok. Bizce en önemli çalışmalarımızdan biri de, Türkiye koşulları için elzem olan bir ürün, şebeke geriliminin kötü olduğu bölgelerde şarj istasyonlarımıza öncül bir EDS sistemi kurarak araçlarımızı 6 dakika gibi kısa bir sürede tam şarj edebileceğiz.

Elektrikli araçların yaygınlaşmasının önünde büyük bir engel oluşturan yüksek batarya maliyetlerini düşürmek için hangi adımlar atılmaktadır?

Yol: Doğaldır ki elektrikli araçlara olan talep şu günlerde az. Dünyadaki bu talep azlığı seri üretime geçişin önündeki en büyük engel. Seri üretim olmaması da bizi pahalı komponentlerle baş başa bırakıyor. Haliyle maliyetimiz artıyor. Biz DMA olarak talep konusunda kritik eşik aşıldığında, elektrikli aracı dizel bir araç fiyatına sunabileceğimize inanıyoruz.

Batarya yönetim konusunda edindiğimiz deneyimleri, karşılaştığımız problem ve çözümlerimizi tedarikçilerimizle paylaşıyoruz. Bu iletişim, doğal bir çözüm ortaklığı getiriyor. Bu geri bildirimlerin batarya teknolojisinin gelişmesi konusunda elzem olduğunu düşünüyoruz.

DMA olarak özellikle iyi tanıdığımız ve son teknolojiyi içeren güvenli bataryaları kullanma yolunda ilerliyoruz. Ürettiğimiz

teknoloji ve yazılımlar bu bataryaları maksimum verimde ve maksimum ömürde, güvenli bir şekilde kullanıyor.

İTÜ Teknokent'te kurduğunuz ARGE Merkezi kapsamında yaptığınız çalışmalar, son teknolojiler ve üretim hedefleriniz nelerdir?

Yol: Konuşmamızda bahsettiğimiz tüm çalışmalar İTÜ Ar-Ge Laboratuvarı bünyesinde yapılmaktadır. Özellik tahrik sistemi ve batarya yönetimi konusunda çok yol kat ettik. Tahrik sistemini öyle geliştirmeli ve yapılandırmalıydık ki gündelik sürüş alışkanlıklarımızı korumakla beraber, sürüş keyfine artı değer katabilmeliydik. Test sürüşü yapanlardan aldığımız geri bildirimler tahrik sistemi konusundaki hedeflerimizde gayet başarılı olduğumuzu gösteriyor. İşin en zor kısımlarından biri de güçlü ve konforlu bir sürüşü besleyecek batarya paketleriydi. Rakiplerimizden farklı olarak biz, bataryalarda hücre bazında bir kontrol sağlıyoruz. Bu durum batarya kutusuna olan hakimiyetimizi oldukça arttırıyor. Hem şarj durumunda, hem de kullanım aşamasında...

Hedefimize gelince, hedef, global ölçekte her şeyi ile seri üretime girmiş yeni, yerli bir elektrikli araç üretmek.



Bazı ülkelerin elektrikli araç kullanımını özendirmek amacıyla uyguladıkları teşvik ve vergi istisnaları hakkında bilgi verir misiniz?

Yol: Norveç, elektrikli araçlar için ithalat vergisi, KDV ve ilk kayıt vergisinden muafiyet sağladı. Almanya hükümeti ise 2020 yılı için 1 milyon elektrikli araç hedefi belirledi. 5 bin Avroluk indirimle beraber ülke çapında 16 bin şarj istasyonunun kurulumu hedefleniyor. Şu anda Almanya'da 50 binin üstünde elektrikli araç var. Elektrikli araç alacaklara nakit destek veren devletler mevcut. Amerika 3 bin ile 5 bin 300 dolar arası nakit destek sağlamakta. Japonya taşıt alım vergi muafiyetiyle beraber 5 bin ile 6 bin 500 Avro arasında nakit destek sağlıyor. Fransa da yine aynı şekilde Japonya ile aynı miktarlarda nakit desteğini vermekte.

Ama belki de asıl önemlisi elektrikli araç kullananların hayat standartlarını yükseltmeye yönelik olanlar. Bu konuda Norveç öncü. Ülkede araçlara yasak olan otobüs şeritleri elektrikli araçların kullanımına açıldı. Dolayısıyla elektrikli araçlar için trafik sorunu kalmıyor. Ve şu anda elektrikli araç sahipleri bedava park yeri ve paralı yollarda ücretsiz geçiş haklarına sahipler. Norveç Parlamentosu 2017'ye kadar elektrikli araçlar için bu kapsamı daha da genişletmeyi planlıyor.

Bu konuda devletlerin önlerine koydukları hedefler de sürecin gelişimini etkileyen faktörlerden. Norveç ve Almanya gibi Avrupa ülkeleri 2025 yılında konvansiyonel araçların trafiğe çıkışını yasaklayan kanunları kabul etti ya da kabul etme aşamındalar. Bunlar son derece önemli gelişmeler.

Türkiye’de elektrikli araçların geleceğini nasıl görüyorsunuz? Elektrikli araçların yaygınlaşması için yapılanları yeterli görüyor musunuz, neler yapılmalıdır?

Yol: Rakamlara baktığımızda Türkiye’de 1000’e yakın şarj istasyonu kurulduğu ve 500’e yakın elektrikli araç satın alındığı görülüyor. Diğer ülkelerle karşılaştığımızda piyasa olarak henüz emekleme aşamasındayız. Fakat biz DMA olarak koşturaya devam ediyoruz çünkü gelecek elektrikli araçların. Ülkemizde teşvik olarak elektrikli araçlardan MTV alınmıyor ve elektrik motorunun gücü 83 kW’a kadar olan araçlarda ÖTV yüzde 3 olarak uygulanıyor. Fakat satış rakamlarına bakıldığında bu teşviklerin yeterli olup olmadığını siz de görebilirsiniz.

Aslında son kullanıcının elektrikli araçları talep edebilmesi için fiyatların makul seviyelere gelmesine, bizim de makul fiyatlar sunabilmemiz için seri üretime girebileceğimiz kadar talebe ihtiyacımız var. Görünen o ki bu paradoksu kırmak biraz devlete düşüyor.

Elektrikli araçlarda KDV ve ÖTV kaldırılabilir. Yabancı ülkelerin yaptığı gibi devlet son kullanıcıya nakit desteği verebilir. Kamu kurumlarında elektrikli araç kullanımının zorunlu hale getirildiğini düşünün. Bu ciddi bir ekonomik tasarruf da sağlayacaktır. Özellikle büyük şehirlerdeki taksicilerin elektrikli araç kullanması için kolaylaştırmalar ve teşvikler sağlanabilir. Belediyelerin toplu taşıma araçlarının elektrikli olması zorunlu tutulabilir. Yine büyük filo kiralayan şirketlere belli oranlarda elektrikli araç kiralama zorunluluğu getirilse

mesela. Bireysel kullanımlarda, Norveç örneğinde olduğu gibi, otopark, otoban ve köprü geçiş ücretlerinin kaldırılması, trafikte öncelik taniyacak pozitif ayrımcılığa gidilmesi bence devrim niteliğinde gelişmeler sağlayacaktır.

Açıkçası bu sadece bir endüstri sorunu değil, asıl mesele temiz enerji ve çevre sorunu.

Şu anda Çin’e elektrikli araç kiti ihraç ediyoruz. Orada bu kitlerle, binlerle ifade edilen bir üretim söz konusu. Gönül ister ki bunu kendi coğrafyamızda yapalım ve hatta mümkünse sadece bizim markamız altında değil, elektrikli araç üretmeye gönül verecek, vermiş farklı firmalarla, deneyimlerimiz ve bilgimizle oluşturduğumuz elektrikli araç kitlelerini paylaşabilelim.

Çin Devlet Şirketi China Aviation Lithium Battery (CALB) ile imzaladığınız, Çin’de elektrikli otomobil geliştirme ve üretimine yönelik anlaşma hakkında bilgi verir misiniz?

Yol: CALB Firması dünyanın en büyük batarya üreticisi. Hisselerinin tamamına Çin hükümeti sahip. 2015 yılında CALB Firması ile yüzde 49’luk pay sahibi olarak CADMA firmasını kurduk. CADMA’nın hedefi global ölçekte elektrikli araç kiti ve enerji depolama sistemleri pazarlamak ve satmak. Geliştirmesini ve testlerini tamamladığımız 17+1 midibüsümüzü Çin’de üretmeye başladık. İlk seri üretimimiz 5 bin adet olarak yürürlükte. Bu araçların elektronik araç kiti bütünüyle DMA teknolojisi ürünü. Yani DMA teknolojisini Çin’e ihraç ediyoruz. Sanırım kısa zaman içinde de Çin’den tüm dünyaya olacak şekilde genişleyecek. ■

ALTERNATİF ENERJİLİ ARAÇLAR YARIŞTI

TÜBİTAK’ın üniversite öğrencilerine yönelik düzenlediği 12. Alternatif Enerjili Araç Yarışları, 1-7 Ağustos 2016 tarihlerinde Kocaeli Körfez Yarış Pisti’nde gerçekleştirildi.

Teknik kontrollerin ardından 6-7 Ağustos’ta düzenlenen final yarışlarında Elektromobil (Batarya Elektrik Enerjili Araç) kategorisinde 34; Hidromobil (Hidrojen Enerjili Araç) kategorisinde 5 araç pistte yerini aldı. Etkinlikte üniversiteli öğrenciler araçlarını enerji verimliliği üzerine yarıştırdılar.

Yarışlar sonucunda Hidromobil kategorisinde Yıldız Teknik Üniversitesi AESK takımı birinci, Anadolu Üniversitesi Hidroana ikinci; Çukurova Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği Hidromobil Takımı da üçüncü oldu.

Elektromobil yarışına katılan 34 araçtan İstanbul Üniversitesi Milat 1453 takımı birinci sırada yer alırken, Trakya Üniversitesi Pehlivan Team ikinci, İstanbul Aydın Üniversitesi Elektroaydın üçüncü sırada yarışı tamamladı.

Yarışmada birinciye 25 bin TL maddi ödül verilirken, katılımcı takımlar ayrıca yerli ürünler, tasarımlar ve tanıtım faaliyetleri ile de ödüllendirildi.

Yerli Ürün Teşvik Ödülü

En az 3 yerli parça yapıp bunları teknik tasarım raporunda ve teknik kontrollerde başarıyla gösteren takımlara 8 ila 10 bin TL arasında Yerli Ürün Teşvik Ödülü sunuldu. Elektromobil kategorisinde ödül kazanan üniversiteler şöyle:

1. Pamukkale Üniversitesi Atay Takımı
2. Dokuz Eylül Üniversitesi DEMOBİL 35 Takımı
3. Orta Doğu Teknik Üniversitesi ODTÜ-TEK Takımı
4. Karabük Üniversitesi KBÜELAR Takımı

Hidromobil kategorisinde de; Yıldız Teknik Üniversitesi AESK Takımı ve Uludağ Üniversitesi UMAKİT Takımı Yerli Ürün Teşvik Ödülü aldı.

Tasarım Ödülleri

Tasarım ve yerlilik açısından üstün bulunan/yenilik getiren takımlara verilen 15 bin TL değerindeki ödül, Elektromobil kategorisinde teknik tasarım raporları ve araçlarının düşük enerji tüketimindeki başarıdan dolayı Atatürk Üniversitesi Atakar Takımı ile Çukurova Üniversitesi Çukurova Takımı arasında paylaşıldı. Hidromobil kategorisinde ise motor sürücü ve enerji yönetim sistemlerinin tasarımındaki başarı nedeniyle Afyon Kocatepe Üniversitesi Kocatepe Takımı ödüllendirildi.

Elektromobil kategorisinde kısıtlı imkanlarına karşın ilk kez katıldıkları organizasyonda gösterdikleri performans nedeniyle Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diriliş Takımı ile yarışlarla ilgili yaptıkları tanıtım faaliyetleri ve organizasyon süresince ekip ruhunu ortaya koyan çok yönlü çalışmaları nedeniyle Erciyes Üniversitesi Enerjist Takımı’na Kurul Özel Ödülü verildi.

Etkinlik konusunda toplumda farkındalık oluşturulmasına yönelik üstün faaliyet gösteren takımlara verilen Tanıtım ve Yaygınlaştırma Ödülü, Elektromobil kategorisinde okullara yönelik yapmış olduğu tanıtım çalışmaları nedeniyle KTO Karatay Üniversitesi KARGET ve Balkan turuyla ulusal ve uluslararası boyutta tanınırlığı sağladığı için Trakya Üniversitesi Pehlivan Takımı’na sunuldu.



ETH Zürih Üniversitesi'nden 4. Akademik Kamp'a Konuk Olan Dr. Arda Tüysüz, Elektrik Mühendisliği'nin Sorularını Yanıtladı...

“FÜTÜRİSTİK YAYINLARI TAKİP EDİN”

Banu Salman

EMO Basın- İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden mezun olan 1984-İstanbul doğumlu Dr. Arda Tüysüz, 4. Akademik Kamp'ta yaptığı ilgi çekici sunumunun ardından Elektrik Mühendisliği'nin eğitim hayatı ve mühendislik mesleğine ilişkin sorularını yanıtladı. Lisedeysken elektrik elektronik mühendisliğini hiç düşünmediğini, yurtdışı eğitim ve akademik kariyer hayatının EMO'nun düzenlediği ELECO konferansıyla başladığını anlatan Tüysüz, yurtdışında Ar-Ge çalışmalarının daha çok endüstri tarafından yürütüldüğünü ya da finanse edildiğini belirtirken, Türkiye'ye de üniversite-sanayi işbirliğini önerdi. Avrupa'da mühendis ihtiyacı nedeniyle yurtdışından gelen çok sayıda öğrenci olduğunu belirten Tüysüz, elektrik elektronik mühendisliği alanında katlanarak artan gelişmelere dikkat çekerek, “Dolayısıyla hakikaten, imkanlar bizim mühendisliğimizde dünya çapında çok sınırsız görünüyor” dedi. Genç öğrencilere ve meslektaşlarına ise insanın ufkunu açan “fütüristik, ayakları yere basmayan fikirleri” takip etmeleri önerisinde bulundu.

Önce sizi tanıyabilir miyiz? Arda Tüysüz kimdir?

Tüysüz: 1984 yılında İstanbul'da doğdum. Liseyi Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi'nde okudum. İTÜ Elektrik Mühendisliği'nden mezun oldum. O sırada güneş enerjili araba yarışları yapıyordu. Aslında hep genetik okumak istiyordum. Benim en büyük hayalim moleküler biyoloji ve genetik okumaktı. Ama ÖSS yüzünden kazanamadım. Öyle olunca Elektrik Mühendisliği Bölümü'ne girdim. Hiç de sevmiyordum elektrik mühendisliğini. Lisedeysken fizik derslerini ne sever, ne anlardım. Fizik'in içinde en sevmediğim elektrikti. Moment, statik falan onları biraz yapabiliyordum da elektrik, basit devreler falan onları hiç

yapamıyordum. İTÜ'de Elektrik Mühendisliği'ne girdikten sonra güneş enerjili araba yarışları yapılırken, o ekibin içinde yer aldım. Kurucu 2-3 üyesinden birisiydim, daha sonra başkanı oldum.

Arabanızın ismini hatırlıyor musunuz?

Tüysüz: Arıba, İTÜ'nün arısı. Bu süreçte kafa dengi arkadaşlarla beraber hocalarla yakından tanışma, hocalarla vakit geçirme, akademik çalışma nasıl ilerliyor, hocalar nasıl oturur, nasıl kalkarlar, neler konuşurlar, onların yanında zaman geçire geçire öğrendik. 2007 senesinde ELECO diye konferans düzenleniyordu.

ELECO ile Başlayan Yurtdışı Eğitim Hayatı

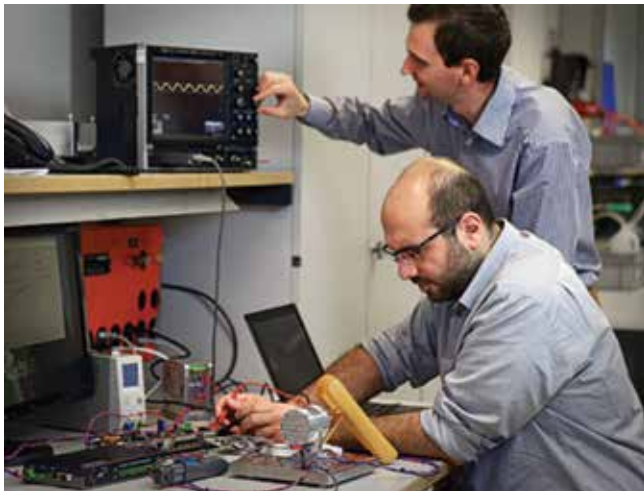
ELECO da EMO'nun etkinliği biliyorsunuz...

Tüysüz: İlk gittiğim konferanstır. Benim için çok özeldir ELECO. Bizim Nejat Tuncay, Özgür Üstün, Murat Yılmaz; bu 3 hocamız organizasyonda yer alıyorlardı. Bize dediler ki “Siz ilgili çocuklara benziyorsunuz, gelmek ister misiniz? Böyle uluslararası bir konferans var.” “Tabi, çok isteriz” dedik. Bizi Bursa'ya götürdüler. Orada yurtdışından gelen hocalarla tanıştık. Philip Crane diye bir hoca vardı. Amerika'lı. Şikago'dan University of Illinois'den. Onunla tanıştık. Konferanstan sonra bize dedi ki “Zamanım var. İstanbul'da nereye gideyim?” “Hocam, biz sizi gezdirelim” dedik. Onunla konuşarak “Almanya'ya yüksek lisans yapmaya gideceğiz” dedik. “Almanya'da De Doncker diye bir hoca var. Ona bir mail yazın, selamımı söyleyin” dedi. Ona bir mail yazdım. Dolayısıyla Almanya'ya gittiğimde de İTÜ'deki gibi hocaların yanında asistanlık yaparak vs, o ilişkiyi devam ettirebildim. Almanya'da yüksek lisansımı bitirdikten sonra burs alıp İsviçre'ye misafir öğrenci olarak gittim. Tezimi orada yazdım. Onu da bitirdikten sonra orada doktoramı devam ettirdim. Böyle adım adım bir yerden bir yere geçerek devam ettim.

Bir Sistem Üretip Çalıştığını Görmek...

Elektrik mühendisliğini sevmediğinizi ve hiç istemediğinizi söylediniz. Bugün Akademik Kamp'ta yaptığınız sunumda işinizi çok sevdiğinizi düşünmüştüm.

Tüysüz: Şu an çok seviyorum. Lisanstan sonra bir yol ayrımı vardı. Çıkabilirdim, çıkmadım. Yüksek lisanstan sonra, doktoradan sonra... Hala üniversitede devam ediyorum. Ama ÖSS esnasında bu kadar çok seveceğimi bilmiyordum.



Bu sevgi peki nasıl gelişti?

Tüysüz: İnsanın yaptığı bir şeyin çalıştığını görmesi, bir teknik sistem üretip bunun çalıştığını görmek çok güzel bir duygu. Mühendisliğin verdiği bir işe yarama hissi, belli bir problemi çözüyor olma hissi, belli bir grup insana yardım edebiliyor olma hissi bunlar çok güzel şeyler.

“İTÜ”de Eğitim Ne Kadar İyiymiş”**İki ülkedeki eğitim sistemini karşılaştırabilir misiniz? Farklılıklar ya da benzerlikler neler?**

Tüysüz: İsviçre’de doktora yaparken çok fazla ders almıyorduk, çok azdı ders yükümüz. Orayla o yüzden karşılaştırmam çok kolay değil. Ama söyleyebileceğim şu var; Almanya’dayken sürekli şunu dediğimi hatırlıyorum: “Bizim İTÜ’deki eğitim ne kadar iyiymiş.” Hakikaten biz temelleri çok sağlam yetiştirdik. Tek sıkıntı, özellikle daha teorik, matematik konularda “Bizim ne işimize yarayacak” deyip, çok dikkat etmediğimiz şeyler vardı. Öğrencilerin çok doğru kanallara edilememesinden kaynaklanıyor bence. Onun haricinde hakikaten çok iyi bir eğitim aldığımızı düşünüyorum. İkincisi de İsviçre’deki hocam elektrik mühendisliğine giriş gibi bir ders anlatıyor. İki dönem arka arkaya. 15 senedir aynı dersi anlatmasına rağmen o dersin olduğu her gün yanına yaklaşıyoruz çünkü o derse hazırlanıyor. Öğrencilerde iyi bir intiba bıraksın, o öğrenciler daha sonra yüksek lisans tezlerini yazmaya bizim yanımıza gelsinler, onların da iyileri yine doktora öğrencisi olarak yanımızda kalsınlar diye. Dolayısıyla eğitime çok önem veriliyor. Özellikle Zürih’te. O gün hocanın dersi varsa, o güne ne kadar önemli olursa olsun toplantı konulmuyor, o derse başkası yollanmıyor. Amerika’ya, Japonya’ya konferansa gittiği zaman bile o derse geri dönecek şekilde ayarlıyor programını. Bu da bizdekine oranla bir fark.

Fakülte seçiminde sizin de başınıza gelen, “İstediğim bölümü tercih edemedim” dediniz. O açıdan Avrupa’daki eğitimle karşılaştırabilir misiniz?

Tüysüz: O açıdan farklı. Çok özel bölümler olmadığı sürece, tıp vs. gibi çok yüksek talep olan bölümler olmadığı sürece İsviçre’de herhangi bir liseden mezun bir öğrenci istediği üniversiteye gidip istediği bölüme kaydolabiliyor. Üniversite öncesinde lise esnasında erken yaşlarda iyi öğrencileri seçip ayırıyorlar. Bizim Anadolu Lisesi sınavlarını seneler içinde öğretmenler kendileri yapıyorlar. Öğretmenlerin tavsiyesine göre ya teknik, ya fen lisesi farklı farklı liselere gidebiliyorlar. Fen lisesinden mezun olan öğrenciler istedikleri herhangi bir teknik üniversitenin herhangi bir bölümünde çalışmaya başlayabiliyorlar. Öyle olunca tabi bizim en önemli fark Türkiye’ye oranla, ben puanım yettiği için elektrik mühendisliğine gittim. Benim İsviçre’deki öğrencilerimin tamamı elektrik mühendisliğine çok ilgili oldukları için elektrik mühendisliğine geliyorlar.

Uyum sorununuz oldu mu?

Tüysüz: Uyum sorunun çok fazla olmadı. Yumuşak geçiş yaptım. Öğrenci olarak gittim. Asıl ilginizi çeken hangi lokantaya gidelim, hangi bara gidelim? Üniversiteyi okumak için oraya gelen insanlar vardı. Bir de benim gibi Türkiye’de okuyup master için yurtdışına gelenler vardı. Üniversiteyi Türkiye’de okuduğunuz zaman zaten yetişkin

bir insansınız, daha rahat uyum sağlayabiliyorsunuz. Açıkçası yurtdışında master yapan çok fazla arkadaşım oldu. Uyum sağlayamıyorum, bitirmeden döneceğim diyen hiç kimseyi hatırlamıyorum.

Ar-Ge’de Endüstri Ağırlığı**Sunumunuzda Ar-Ge’ye yönelik çalışmalar ve oradaki ortamdan söz ettiniz. Yasalar ve teşvikler çıkarılıyor ama uygulamada sorunlu görünüyor. Oradan yola çıkarak Türkiye’ye yönelik bir değerlendirme olur mu?**

Tüysüz: Açıkçası Türkiye’deki durumu çok detaylı bilmiyorum, ama yurtdışında, Almanya’da Ar-Ge endüstri tarafından ilerletiliyor. Endüstri belli bir problemi olduğunu, belli bir teknoloji geliştirirse rakiplerin önüne geçebileceğini düşünüyor, bu fikirle üniversiteye geliyor. Biz de üniversitede bu fikre bakıyoruz. İlk sorduğumuz şey; bununla biz mühendislikte bilimi ileri götürebilir miyiz, yayınlar yapabilir miyiz? Bu sadece şirketin ilgisini mi çeker, yoksa dünyada bütün meslektaşlarımızın yayınlarımızı okuyup faydalanabileceği bir konu mu? Eğer ikinci şekildeyse bunu yayımlayabileceğimize, başka insanların da sorunlarını çözebileceğine ikna oluyorsak o zaman projeye başlıyoruz. Proje endüstriden geliyor. Herhangi bir patent alınacaksa bu doğrudan endüstriye gidiyor ve onların önceliği oluyor. Sonuçta üniversitede olduğumuz için bizim en önemli görevimiz yayın yapıp, bulduklarımızı tüm dünyayla paylaşmak.

Bunun çelişkisini yaşıyor musunuz hiç?

Tüysüz: Onu yaşamamak içten değil. Çelişkisini yaşamak çok kolay. Ama sürekli yaptığımız bir şey olduğu için artık onu nasıl yürütmemiz gerektiğini biliyoruz. Eğer belli bir şirket, endüstri partneri; bize gelip yaptığımız bir çalışmayı finanse ediyorsa üretilen bilgi ilk olarak onlara sunuluyor. Onlar bunu patentlemek istiyorsa veya ürüne dönüştürmek istiyorlarsa ilk öncelik onlara ait. Ne zaman ki bilgi patenti alınarak, belli bir ürün geliştirilerek, onlar o avantajı sağladılar, ondan sonra biz yine yayınlarımızı yapıp bunu paylaşıyoruz.

Kendinizin üzerine düşündüğü, endüstri partneri sorunu nedeniyle yapamadığınız çalışmalar oluyor mu?

Tüysüz: Çok fazla olmuyor, o da bizim zengin bir okulda olmamızın verdiği bir şans. Hakikaten önemli olduğunu düşündüğümüz bir şey varsa onu finanse edecek kaynakları var okulun.

Türkiye için önerileriniz neler olur?

Tüysüz: Bir şekilde endüstri-sanayi işbirliği, bunun bir şekilde ilerletilmesi, her seviyede teşvik edilmesi. Tabi Ar-Ge’nin her seviyede teşvik edilmesi. Çünkü Ar-Ge biraz uzun vadeli bir şey.

Türkiye’de yapılan çalışmalardan orada gündeme gelen bir konu oluyor mu?

Tüysüz: Bilebildiğim kadarıyla yok. Türkiye’den uluslararası aktiviteleri olan hocalarımız var. Bu insanlar tanınmıyor,

onların referansları göz önüne alınıyor. Ne yazık ki kurumsal olarak üniversitemiz çok fazla bilinmiyor.

Endüstri geri dönüşü olmayan bir projeye girebiliyor mu? Ya da verdiği kaynağın heba olmasını göze alabiliyor mu?

Tüysüz: Endüstri özellikle dünyada başa oynayan gruplarsa, belli şirketler yeri geliyor bizim üniversitede yaptığımızdan çok daha ciddi Ar-Ge yapıyorlar. Eğer biraz daha akademik bir kısmı varsa, kendi rekabet edebildikleri alanın biraz dışındaysa, çok fazla bilgileri yoksa o zaman dışarıya üniversiteye gidiyorlar. Bunun kendilerine de ciddi bir biçimde faydası oluyor. Çünkü uzun yıllardır yapılan bir şey. Faydası olmasaydı bize gelmezlerdi. İnsanların bilimin ilerlemesi veya bizim yayın yapmamız gibi şeylerle ilgilenmiyorlar. Kendi teknolojilerinin gelişmesiyle ilgileniyorlar.

“İmkanlar Dünya Çapında Sınırsız Görünüyor”

Elektrik elektronik mühendisliğinin geleceğini nasıl görüyorsunuz?

Tüysüz: Özellikle benim çalıştığım alan, hareket kontrol sistemleri, 1900’lü yıllarda Buhar Devrimi’nden itibaren insanlar sürekli olarak hareket devrimiyle ilgili bir şeyler yapıyor. İlk önce buhar makinaları vardı. Daha sonra elektrik makinaları, daha sonra güç elektroniği sistemleri, şimdi internet of things dediğimiz daha karmaşık algoritmalar derken, sürekli kullanılabilirliği, yapılan yayınlar, çalışan insanların sayısı, sürekli exponansiyel (katlanarak) artıyor. Bu şekilde artmaya devam edecek gelecekte. Dolayısıyla hakikaten, imkanlar bizim mühendisliğimizde dünya çapında çok sınırsız görünüyor.

Avrupa’da özellikle elektrik elektronik mühendisliği tercihlerinin azaldığı, Avrupa’nın bu anlamda dünyadan işgücüne ihtiyacı olacağı söyleniyordu. Onunla ilgili bir bilginiz var mı?

Tüysüz: O doğru. Avrupa’da gelişmiş ülkelerde, mühendislik sonuçta çok ciddi emek isteyen, laboratuvarında çalışmayı isteyen, pratik çalışmayı gerektiren bir bilim dalı. Avrupa’da geri dönüşü de iyi. Yani mühendisler iyi hayatlar yaşayabiliyor, iyi maaşlar alabiliyorlar. Ama Avrupalı insanlar daha böyle finans, ekonomiyi tercih edebiliyorlar. Çok ilgili öğrenciler var. İsviçre’de çok ilgili öğrencilerimiz var. Ama mühendislik mesleğine ihtiyaç sürekli arttığı için, genç nüfus Avrupa’da da belli olduğu için Avrupa dışından çok gelen insan var.

Öğrencilere önerileriniz olur mu?

Tüysüz: Biz çok fazla yaptığımız işin nerelerde kullanıldığını, dünyada heyecan verici çalışmalar yapıldığını bilemeyebiliyoruz. Bizim şu an derslerde yaptığımız bir şey. Her dersin ilk ve son 15 dakikasını böyle fütüristik, asla gerçekleşmeyecek ama enteresan olan uygulamalara ayırıyoruz. Benim öğrencilere de tavsiyem, bu tarz yayınları okuyup, çok fazla ayakları yere basan fikirler olmasa bile insanın ufkunu genişletmesi açısından yurtdışında yapılan bu tarz şeylere en azından göz atmaları.

Bundan sonraki hayatınızı nasıl planlıyorsunuz? Akademik anlamda Türkiye’ye dönmeyi düşünüyor musunuz?

Tüysüz: Türkiye tabii memleket, illa ki bir noktada dönmek istiyorum, ama çok farklı etkenler var. Sırf profesyonel değil. İnsanın özel hayatıyla ilgili de farklı parametreler var. Dolayısıyla bir noktada dönmeyi istiyorum. Hem ülkeye katkı sağlayabilmek, hem ailemle beraber olabilmek için, ama önümüzdeki birkaç sene içinde değil. ■



YÜK BESLEME MALİYET ANALİZİ AÇISINDAN, Li-FePO₄ TABANLI ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMİ İLE DİZEL ELEKTRİK JENERATÖRÜNÜN KARŞILAŞTIRILMASI

Taner Çarkıt

1. Giriş

Artan nüfus ve sanayileşmeden kaynaklanan enerji gereksinimi dünyanın kısıtlı fosil kaynaklarından karşılanamamakta, enerji üretimi ve tüketim ihtiyacı arasındaki açık hızla büyümektedir. Fosil yakıtların bir süre sonra tükeneceği de yadsınamayacak bir gerçektir [1]. Diğer taraftan, geleneksel enerji üretim yöntemleri bugün çevre kirliliğinin önemli nedenlerinden biridir. Endüstriyel faaliyetler sonucunda her yıl atmosfere yaklaşık 20 milyar ton karbondioksit, 100 milyon ton kükürt bileşikler, 2 milyon ton kurşun ve diğer zehirli kimyasal bileşikler salınmaktadır. Türkiye’de elektrik enerjisinin yüzde 70’i çevre kirliliği yaratan ve küresel ısınmaya yol açan fosil yakıtlardan (yüzde 31 doğalgaz; yüzde 29 linyit, yüzde 10 petrol türevleri, taş kömürü, vb.) elde edilmektedir [2].

Yenilenebilir enerji kaynakları, sürdürülebilirlerdir ve dünya genelinde kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi elde etmek ve bu enerjiyi depolamak enerji açığını kapatabilmek için en etkin çözüm olarak görülmektedir. Rüzgâr sistemlerinde ve fotovoltaik sistemlerde olduğu gibi, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketim merkezlerine uzak olması, üretimin kararlı olmaması, iklim şartlarından etkilenmesi, bununla birlikte hava tahmininin yeteri kadar doğru yapılamaması gibi nedenler, enerji depolama sistemlerinin önemini giderek artırmaktadır [3].

Günümüzde bütün modern enerji sistemleri arz güvenilirliği, sistem kararlılığı, enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması, iletim/dağıtım problemlerinin ve maliyetlerinin minimize edilmesi gibi birçok nedenler ile enerjinin depolanmasını zorunlu kılmaktadır [4]. İyi bir enerji depolama sisteminin sahip olması gereken bazı özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Yüksek depolama kapasitesi,
- Yüksek şarj/deşarj verimi,
- Kendiliğinden boşalmanın ve kapasite kayıplarının az olması,
- Uzun ömürlü olması,
- Maliyetlerin düşük olması,
- Yüksek enerji yoğunluğuna sahip (kWh/kg veya kWh/litre) olmasıdır.

Enerji depolama teknolojilerinin geliştirilmesi, gerilim düşmesi ve kesintiler gibi güç kalitesi problemlerinin hem sistem hem de donanım düzeyinde ele alınan çözümlerinde büyük önem taşımaktadır [5].

Enerji depolama sistemlerinin (EDS) önemi her geçen gün artmaktadır. Hayatımızın vazgeçilmezi haline gelen EDS’nin kullanım yerleriyle ilgili bazı örnekler şöyle verilebilir:

- Elektronikte: Her türlü elektrik-elektronik, elektronik donanımda, sabit ve mobil cihazlar için dahili güç kaynağı olarak kullanılabilir.*
- Elektrik Sistemlerinde: Ulusal elektrik şebekesi ve bağımsız sistemler gibi sabit elektrik üretim ve dağıtım sistemleri için enerji depolamada kullanılabilir.*
- Havacılık ve Uzay Alanında: Kara, hava, deniz ve uzaydaki araçların güç temininde kullanılabilir.*
- Günlük Yaşamda: Yenilenebilir enerji kaynaklarının ürettiği dalgalı enerjinin depolanmasında ve daha sonrasında sabit bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesinde kullanılabilir [6].*
- Askeri Alanda: Askeri birliklerde güvenliği artırmak ve sabotajları önlemek için kullanılabilir (Kalekollar, askeri birlikler, vb.).*
- Kesintisiz Güç Kaynağı (UPS) Olarak: Stadyumların, benzin istasyonlarının, elektrik santrallerinin, hastanelerin, markelerin, her türlü görüntü ve sesli sistemlerin, bankala-*

Türkiye’de elektrik enerjisinin yüzde 70’i çevre kirliliği yaratan ve küresel ısınmaya yol açan fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Fosil yakıtların bir süre sonra tükeneceği de yadsınamayacak bir gerçektir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi elde etmek ve bu enerjiyi depolamak enerji açığını kapatabilmek için en etkin çözüm olarak görülmektedir.

rn, bilgi işlem sistemlerinin, yazarkasaların elektrik kesintisinden zarar görmemesi için UPS olarak kullanılabilir.

Elektrik üretim şirketlerinin kararlı ve sabit bir şebeke voltajı temin edememelerinin yanında, tabiat şartları (yıldırım vb.) ve hassas cihazların yakınlarında bazı yüksek güçlü makine ve motorların devreye girmesi ve devreden çıkması ile şebekede ani voltaj düşmesi ve yükselmesiyle sıkça karşılaşmaktadır. Karşılaşılan problemlerin çeşitlenmesi ile bunlara karşı alınacak tedbirler de değişmekte ve çeşitlenmektedir [7].

2. Lityum Tabanlı EDS'nin Emsallerine Göre Avantajları

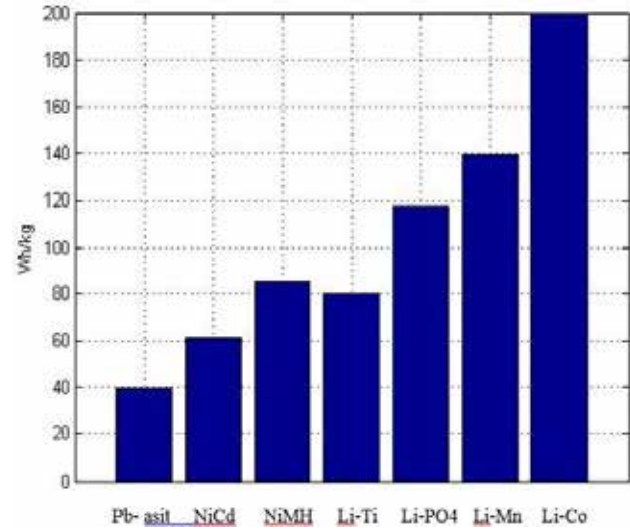
Bir EDS'nin içerdiği enerji, depolama sistemlerinin tabanında kullanılan pil yapılarının yük altında gösterdiği ortalama deşarj gerilim değeri ile nominal kapasite değerinin çarpımına eşittir ve Watt (W) olarak ifade edilir. Birim zamanda, örneğin bir saat içerisinde elde edilen enerji miktarı ise Watt-saat (Wh) cinsinden verilir. EDS'lerin enerji değerleri birbirinden farklıdır ve bu sistemlerin temelinde kullanılan batarya/pil blok yapılarının sahip oldukları bu değerler, kilogram (kg) cinsinden ağırlıklarına veya litre (lt) cinsinden hacimlerine bölünmeleri sonucunda enerji yoğunlukları bulunmaktadır[8].

Şekil-1'de EDS'lerin temelini oluşturan farklı yapılarıdaki batarya/pil yapılarının temel enerji yoğunlukları verilmiştir. Lityum tabanlı sistemler diğer sistemlere göre yüksek enerji yoğunluğuna ve Tablo-1'de görüldüğü gibi yüksek nominal gerilime sahiptir [9].

Tablo 1: EDS Hücre Yapılarının Nominal Gerilimleri

EDS Yapısındaki Depolama Sistemi	Nominal Gerilim (V)
Sekonder Lityum	3.0-3.6
Sekonder Ni-Cd	1.2
Sekonder Ni-MH	1.2
Sekonder Bakım Gerektirmeyen Pb-Asist	2.0
Sekonder Lityum-İyon	3.6
Sekonder Lityum-Polymer	3.6

*Sekonder: Şarj edilebilir



Şekil 1: Farklı Tip EDS Tabanlarının Enerji Yoğunlukları

Lityum temelli EDS'lerin diğer depolama yöntemlerine göre üstünlükleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Çok uzun depolama ömürlerinin olması,
- Uzun süreyle sabit gerilim sağlayabilmeleri,
- Düşük ve yüksek sıcaklıklarda kullanıma imkan sağlamaları,
- Yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmaları,
- Yüksek oranda elastikiyet göstermeleri,
- Yüksek şarj verimine sahip olmaları,
- Çevrim ömürlerinin fazla olması [10].

Lityum tabanlı sistemlerin içinden Li-FePO₄'nin diğer lityum tabanlı sistemlere göre üstün özellikleri de (güvenilir olması, çevre dostu olması vb) Tablo-2'de gösterilmiştir.

3. Dizel Jeneratörde 1 kVA İçin Yakıt Maliyeti

Yeni nesil jeneratör motorları eski tip motorlara nazaran daha çok elektronik donanıma ve yapıya sahiptir, buna bağlı olarak verimleri de artmaktadır. Motorların yakıt sarfiyatı ise teorik olarak; genelde kullanılan gücün rakamsal de-

Tablo 2: Li-FePO₄'nin Diğer Lityum Tabanlı Sistemlere Göre Üstünlükleri

Teknoloji	Li-PO ₄	Li-CoO ₂	LiMn ₂ O ₄	Li(NiCo)O ₂	Li ₂ S
Güvenlik	En güvenli	Sabit değil	Kabul edilebilir	Sabit değil	Güvenli
Çevreye Duyarlılık	En çevre dostu	Çok tehlikeli	Kabul edilebilir	Çok tehlikeli	Sülfür nedeni ile zararlı
Çevrim Ömrü	En iyi	Kabul edilebilir	Kabul edilebilir	Kabul edilebilir	Kabul edilebilir
Güç/Ağırlık Yoğunluğu	Kabul edilebilir	İyi	Kabul edilebilir	İyi	En iyi
Uzun Dönemde Maliyet	En ekonomik	Yüksek	Kabul edilebilir	Yüksek	-
Sıcaklık Aralığı	Çok iyi (-20C...+70C)	İyi (-20C...+55C)	+55C üzerinde performans çok düşer	İyi (-20C...+55C)	İyi (-20C...+65C)

ğerin 1/4'ü kadardır [11]. Örneğin 30 kVA Jeneratörün yakıt sarfiyatı $30/4 = 7.5$ lt/h olduğu söylenebilir. Motorların tükettiği yakıt markaya göre değişiklik gösterse de genel olarak birbirine yakın değerlerdedir. Motorun gücü büyüdükçe bu 1/4 oranı, 1/5 oranına yaklaşmaktadır [12]. Tablo-3'de bazı motorların güçleri ve yakıt sarfiyatı verilmektedir [13].

Aynı şekilde, kurulu 80 kVA dizel jeneratör, bir saatte yaklaşık 20 lt yakıt tüketmektedir [11-13]. Halen, ülkemizde dizel yakıt litre fiyatı 1.23 dolar (\$) civarındadır[14]. Bu durumda 1 kVA için yakıt (lt) ve tüketim maliyeti Denklem (1) ve Denklem (2)'de gösterilmektedir.

$$80 \text{ kVA için yakıt tüketim maliyeti;} \\ (20 \text{ lt/h}) \cdot (1.23 \$) = 24.6 \text{ lt\$/h} \quad (1)$$

$$1 \text{ kVA dizel jeneratörün yakıt tüketim maliyeti;} \\ (24.6 \text{ lt\$/h}) / (80 \text{ kVA}) = 0.30 \text{ lt\$/hkVA} \quad (2)$$

olarak hesaplanmaktadır.

4. EDS'de 1 kVA İçin Elektrik Maliyeti

80 kVA güce sahip olan EDS'nin tam çevrim verimi yüzde 80 ve üzeri olduğundan, tam yükte (yüzde 100) çalışabilmesi için şarj faktörü 1.2 olarak kabul edilirse, 80 kVA EDS'nin şarj edilebilmesi için gerekli enerji;

$$(80 \text{ kVA}) \cdot (1.2) \cong 96 \text{ kVA}$$

olarak hesaplanmaktadır [15].

Tablo 3: Jeneratör Motorlarının Güce Göre Yakıt Tüketim Miktarı

Jeneratör Gücü kW	Jeneratör Gücü kVA	Ortalama yakıt tüketimi (lt)
20	25	6.1
60	75	18.2
75	94	23.1
150	188	41.3
300	375	81.4
500	625	135.1
1000	1250	269.1
2000	2500	537.1

Ülkemizde 1 kWh elektrik fiyatı 0.66 dolar civarındadır [16-17]. EDS için CosΦ değeri 0.95 olarak alınırsa, 96 kVA için toplam elektrik tüketim maliyeti Denklem (3)'te gösterilmektedir [13].

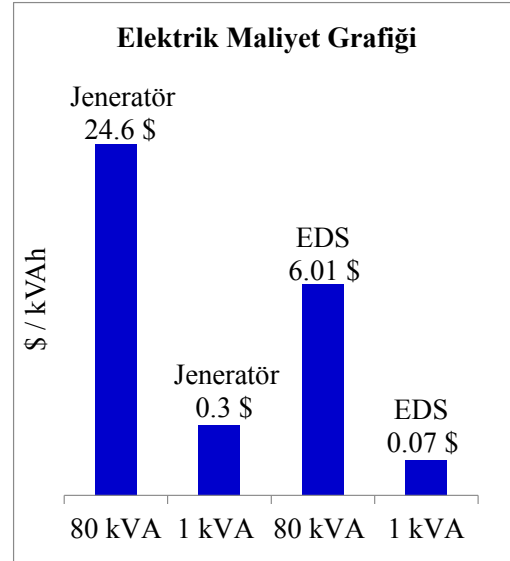
$$(96 \text{ kVA}) \cdot (\text{Cos}\Phi) \cdot (0.66 \$) \cong 6 \$/\text{kVA} \quad (3)$$

1 kVA şarj için gerekli elektrik tüketim maliyeti ise Denklem (4)'te gösterildiği gibi şu şekildedir;

$$(6 \$) / (80 \text{ kVA}) \cong 0.07 \$/\text{kVA} \quad (4)$$

80 kVA'lık dizel jeneratör ile 80 kVA'lık EDS'nin birim elektrik (1 kVA) üretim maliyeti karşılaştırma grafiği Şekil-2'de gösterilmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi 80 kVA kapasiteye sahip dizel elektrik jeneratörün tam yükte çalışabilmesi için 24.6 dolarlık dizel yakıt, bu jeneratörden

elde edilen birim elektrik (1 kVA) miktarının karşılanabilmesi için 0.3 dolarlık dizel yakıt gerekmektedir. Öte yandan 80 kVA kapasiteye sahip EDS'nin tam yükte çalışabilmesi için 6.01 dolarlık elektrik enerjisi, bu EDS'den elde edilen birim elektrik (1 kVA) miktarının karşılanabilmesi için 0.07 dolarlık elektrik enerjisi gerekmektedir.



Şekil 2: 80 kVA'lık Dizel Jeneratör ile 80 kVA'lık EDS'nin Birim Elektrik (1 kVA) Üretim Maliyeti

5. 40 kVA'lık, 80 kVA'lık, 175 kVA'lık Dizel Jeneratörler İle 80 kVA'lık EDS'nin Şarj Edilmesi

380 VAC (3 faz, 1 nötr, trafoda topraklı) giriş gerilimine sahip EDS (Li-FePO₄ tabanlı) hızlı şarj ile en kısa 2 saatte şarj edilebilmektedir ve çıkışta faz başına 32 A'den daha fazla akım çekilmemesi gerekmektedir[15]. Eşdeğer bir jeneratör (80 kVA) ile şarj edildiğinde, jeneratörün yakıt maliyeti Denklem (5)'te gösterilmektedir.

$$(2h) \cdot (20 \text{ lt/h}) = 40 \text{ lth} \quad (5)$$

80 kVA dizel jeneratör ile 80 kVA'lık EDS'yi tam olarak şarj edebilmek için gerekli yakıt maliyeti Denklem (6)'da gösterilmektedir.

$$(1.23 \$) \cdot (2 \text{ h}) \cdot (20 \text{ lt}) \cong 49.2 \$ \quad (6)$$

Daha yüksek çıkış gücüne sahip jeneratör kullanılırsa yakıt tüketimi de artacaktır. Örneğin; 175 kVA'lık jeneratör kullanılarak 80 kVA'lık EDS'yi şarj etmek istendiğinde saatlik yakıt tüketimi ve yakıt tüketim maliyet hesabı Denklem (7)'de gösterilmektedir.

$$(175 \text{ lt}) \cdot (1/4) = 43.75 \text{ lt}$$

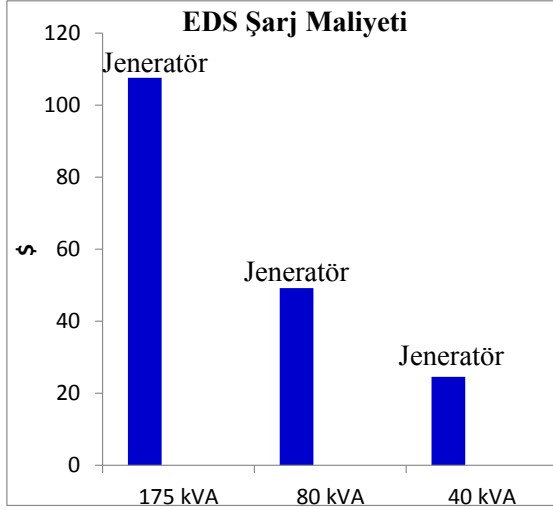
$$(43.75 \text{ lt}) \cdot (2 \text{ h}) = 87.5 \text{ lth}$$

$$(43.75 \text{ lt}) \cdot (2 \text{ h}) \cdot (1.23 \$) = 107.62 \$\text{lth} \quad (7)$$

Buna karşılık daha küçük çıkış gücüne sahip jeneratör kullanılırsa yakıt tüketimi Şekil-3'te gösterildiği gibi daha az olacaktır. Örneğin; 40 kVA'lık jeneratör kullanılarak 80 kVA'lık EDS şarj etmek istendiğinde gerekli yakıt ve yakıt maliyeti Denklem (8)'de hesaplanmaktadır.

$$40 \text{ lt}/4 = 10 \text{ lt}$$

$$(10 \text{ lt/h}) \cdot (2 \text{ h}) \cdot (1.23 \$) \cong 24.6 \$\text{lt} \quad (8)$$



Şekil 3: Farklı Güçlerdeki Jeneratörler ile 80 kVA'lık EDS'nin Şarj Maliyeti Grafiği

6. Kullanım Yerinde Maliyet (1 kVA yük için)

1 kVA'lık yükün 75 saat çalıştırılabilmesi için jeneratörün de 75 saat çalıştırılması gerekir.

40 kVA'lık jeneratörün 75 saatte yakıt tüketim maliyeti aşağıda hesaplanmaktadır.

$$(40 \text{ lt/4}) \cdot (75 \text{ h}) \cdot (1.23 \$) = 922.5 \$\text{lt}$$

80 kVA'lık jeneratörün 75 saatte yakıt tüketim maliyeti aşağıda hesaplanmaktadır.

$$(80 \text{ lt/4}) \cdot (75 \text{ h}) \cdot (1.23 \$) = 1845 \$\text{lt}$$

175 kVA'lık jeneratörün 75 saatte yakıt tüketim maliyeti aşağıda gösterilmektedir.

$$(43.75 \text{ lt}) \cdot (75 \text{ h}) \cdot (1.23 \$) = 4035.9 \$\text{lt}$$



Aynı güce sahip dizel jeneratör ile EDS'nin yük besleme maliyetleri karşılaştırıldığında, EDS'nin açık ara tasarruflu ve birim güç başına maliyetinin yadsınamayacak ölçüde az olduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan EDS'nin uzun yıllar herhangi bir bakım ve parça değişimi göstermeyeceğinden çok daha ekonomik olacağı açıktır.

7. Sonuç

Aynı güce sahip dizel jeneratör ile EDS'nin yük besleme maliyetleri karşılaştırıldığında EDS'nin açık ara olarak tasarruflu olduğu ve EDS'nin birim güç başına maliyetinin yadsınamayacak ölçüde az olduğu analizler sonucunda anlaşılmaktadır. Ayrıca, jeneratör boşa ve/veya rölantide çalışması durumunda her halükarda tam yükteki yakıtın yaklaşık yüzde 80'ini tüketmektedir. Dizel jeneratörün her 100 saatlik çalışmasında ve ayrıca belirli aralıklarla yapılması gereken işletme bakım maliyetleri (Yağ değişimi, akü değişimi, yakıt filtresi, hava filtresi, yağ filtresi, elektronik ve mekanik parça değişimi... vs) vardır. Diğer taraftan EDS'nin uzun yıllar herhangi bir bakım ve parça değişimi göstermeyeceğinden çok daha ekonomik olacağı açıktır.

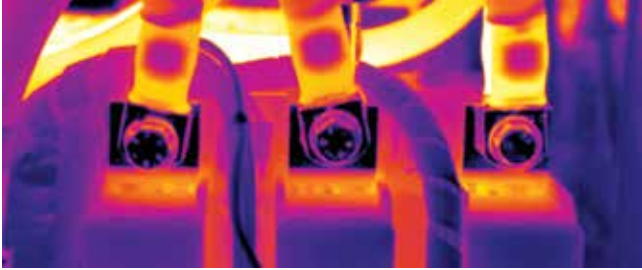
Referanslar

- [1] H.Kumbur, Z.Özer, H.D.Özsoy, E.D.Avcı, "Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması", MÜ, 2005
- [2] A.Froggatt, "The liberalisation of Europe's electricity markets – Is the Environment Paying the Price for Cheap Power", Greenpeace, s. 13, Mayıs 2000.
- [3] H.B.Çetinkaya, "Enerji Yönetimi ve Enerji Verimliliği Açısından Akıllı Şebekeler ve SCADA uygulamaları", 3' üncü Ulusal Enerji Verimliliği Forumu ve Fuarı, 2012
- [4] http://www.normenerji.com.tr/menu_detay.asp?id=7965
- [5] Ö.Gencer, "Dalgacık Dönüşümü Tabanlı Dinamik Gerilim Düzenleyici Tasarımı", Doktora Tezi, KOÜ, 2006
- [6] http://www.emo.org.tr/ekler/2863E1979493264_ek.pdf
- [7] M. Alçı, S. Kara, "Elektronik Devre Tasarımında Op-Amp ve Lineer Tümdevre", p:10/31-34, Temmuz 2000
- [8] S.Arna, "Taşınabilir Pil ve Bataryalar", Mart 2007
- [9] L.Çetin, "Yakıt Hücreleri ve Piller", deu, Kasım 2011
- [10] The World of Batteries (Functions, Systems Disposal) GRS Batterien, Germany, p:9, 2007
- [11] İŞBİR Elektrik Sanayi A.Ş., <http://www.isbirelektrik.com.tr/>
- [12] Genpower Generator, "http://www.air-kam.com/files/gnt-13-220.pdf"
- [13] <http://www.gucbirjeneratör.com/sayfalar.asp?Language-ID=1&cid=4&id=159>
- [14] http://tr.globalpetrolprices.com/Turkey/gasoline_prices/
- [15] ASPİLSAN Enerji Sanayi Ve Ticaret A.Ş., <http://www.aspilsan.com/fbilgi.asp>
- [16] TEDAŞ, Güncel Fonlu Elektrik Birim Fiyatları, 2015
- [17] EPDK, <http://enerjienstitusu.com/elektrik-fiyatları/>

TERMAL VIDEO GÖRÜNTÜLEME

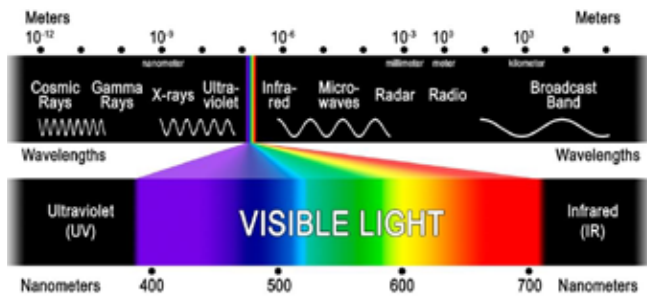
Bayram Demirci/GENET Teknoloji/AR-GE Md.
Ceren Korkmak/GENET Teknoloji/Thermal Video Dept. Sorumlusu

Doğada her bir nesnenin kendine ait, insan gözünün göremediği ve dış ortama saldırdığı bir ısı enerjisi vardır. Termal görüntüleme sisteminde bu ısı enerjisi yakalanıp, ısı'nın derecesine göre renklendirilerek bir görüntü elde edilir. Elde edilen bu görüntüde, ısı kaynağındaki sıcak bölgeler koyu renkle, soğuk bölgeler ise mavi renk ile gösterilir. Böylelikle gelen ısı'nın kaynağına göre cismin şekli oluşturulur.



Arka alanı siyah olan bir duvar düşünün ve önünde de bir siyah çanta... İnsan gözünün bunu görmesinin ne kadar zor olduğunu tahmin etmek zor olmasa gerek. Çünkü insan gözü nesnenin resmini oluşturmak için ışığa ve renge gereksinim duyar. Termal kameralarda ise durum çok farklıdır. Her iki nesnenin de siyah olma durumunda bile ısı farklılığından dolayı çantanın görünümünü kolaylıkla resim olarak oluşturulabilecektir.

Nesneler -273 derece üzerinde olduğunda yaydıkları termal enerji, kızılötesi aralığında yani X ışınları ile Gama ışınları arasındadır (900-14000 nanometre). Termal kameralar kızıl ötesi aralığındaki ısı enerjisini nesneye temas etmeden, üzerindeki lenslerin boyutlarına göre çeşitli mesafelerden algılayabilmektedir.



Termal kameralar, nesnenin ortama yaydığı kızılötesi enerjiyi, kameranın lensi tarafından (Bu lenslerin birçoğu germanyumdan yapılmıştır) algılayarak kamera içindeki kızılötesi dedektöre gönderir. Dedektör resmin işlenmesi için bilgileri sensöre gönderir. Bu işlemlerin sonucunda bilgiler bizim görebileceğimiz bir resme dönüştürülür. İşte bu süreç termografi olarak adlandırılır. Yani kızılötesi ışınlarının gözle görülebilecek şekilde resme dönüştürülmesi sürecine termografi denir.

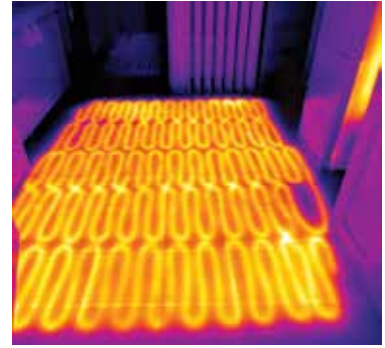
Kullanım Alanları

Termal görüntüleme, günümüzde sadece güvenlik amaçlı değil, farklı birçok alanda da kullanılmaktadır. Güvenlik

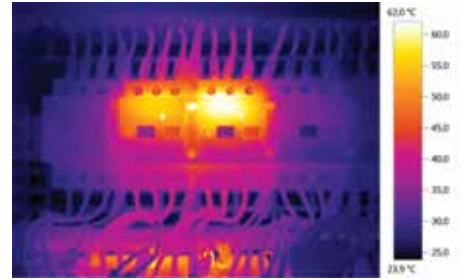
alanındaki kullanıma verilecek en iyi örnek ısıya duyarlı füzeler, sınır hatlarında kullanılan ve sınır geçişlerini kontrol eden termal kameralardır. Termal görüntüleme yöntemi ile 0 lüks karanlıkta dahi görüntü alınabildiği için, özellikle sınır bölgelerinin güvenliğinde sıkça kullanılmaktadır. Diğer kullanım alanlarına bakacak olursak;

- Buhar, basınçlı gaz, sıcak su, sıcak hava taşıyan sistemlerin kaçaqlarının tespiti:

Ayarlanmış olan dereceden daha düşük ya da daha yüksek derecelere ulaşılması durumunda bu bileşenler problem üreteceği için, termal görüntüleme ile sorunu öncesinden algılayabilmek mümkündür.



- Elektrik panoları, iletim hatları, aşırı yüklenen enerji sistemlerinin bağlantı hataları ve gereğinden fazla yüklenip ısı yaran yerlerinin tespiti:



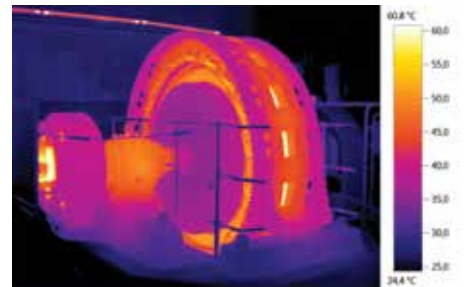
Aşağıda yer alan bileşenlerdeki düzensiz enerjiyi, gevşek ya da aşınmış bağlantıları bulmak için termal kameralar kullanılmaktadır.

- Trafo
- Dağıtım Panelleri
- Aydınlatma Devresi Kontrolleri
- Şalterler
- Elektrik Kabloları

- Motor, rulman, dönen parçaların yağlanmamasından kaynaklanan sürtünme ve oluşturduğu yerlerin tespiti:

Arızalı ve aşırı ısınan motorlar ve jeneratörler ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde çeşitli problemleri de beraberinde getirir. Termal görüntüleme ile aşağıdaki bileşenlerde oluşabilecek muhtemel problemler önceden belirlenebilir.

- Elektriksel Bağlantılar
- Fan Soğutmalı Motorlar
- Rulmanlar
- Sargı Yalıtımları

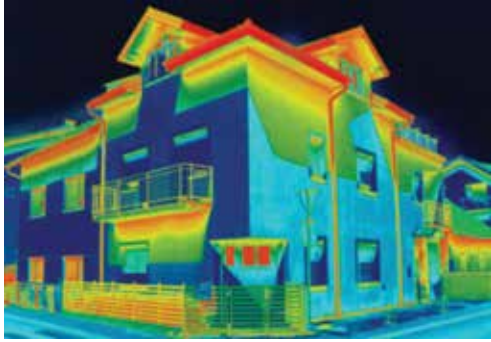
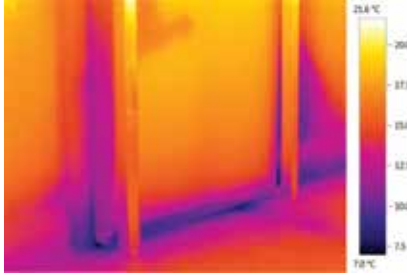


- Konut, iş merkezi gibi binaların enerji verimliliğinin ölçülmesinde, enerji sarfiyatının düzeltilmesi için sorunlu bölgelerin tespiti:

Bina ısı yalıtım materyalleri iç ortam ısını dış ortam ısından ayırmak için ve genellikle aşağıdaki alanlarda kullanılır.

- Çatılar
- Duvarlar
- Isı yalıtım malzeme bitim noktaları
- Kapılar ve pencereler

- Su kaçağı tespiti, rutubet nem kontrolü.



Çözünürlük Değerleri

Modern termal kameraların görüntüleri ve kullanımları normal kameralarla benzerlikler taşımaktadır. Normal kameralarda kullanılan CCD

ve CMOS görüntü sensörleri görünebilir ışıkları alabilecek şekilde tasarlanmıştır; kızıl ötesi ışığa karşı duyarlı değildirler. Bu yüzden birçok termal görüntüleme kamerası özellikle bu iş için üretilmiş FPA (Focal Plane Arrays-Yüze Odaklı Diziliş) görüntü sensörleri kullanmaktadır. FPA'lar daha uzun dalga boylarına cevap verebilmektedir. Termal kameralar da yapısal farklılıkları olmasına rağmen sonuçta normal kameralar gibi görüntü oluşturdıkları için oluşturulan görüntünün çözünürlüğü, analiz açısından önemlidir. Teknolojinin gelişimi ile beraber 160x120 piksel çözünürlükte görüntü oluşturabilenlerin yanı sıra 320x240 piksel boyutta görüntü oluşturabilen kameralar pazarda yer almaktadır. Termal kamera konusunda 1950'den bu yana yapılan çalışmalar ile 640x480 çözünürlüklü kameraların üretimine ulaşılmıştır. Şu an en iyi termal kamera çözünürlüğü 640x480 piksel çözünürlüktür. Yani $640 \times 480 = 307.200$ piksel ile daha uzaktan daha fazla detay görmenizi sağlar. Çözünürlükleri normal optik ya da IP kameralardan düşüktür. En sık kullanılan çözünürlük değerleri; 160×120 , 320×240 , 640×512 'dir.

Termal Cihaz Türleri

Termal kameraların kullanım alanlarının çok geniş olmasından dolayı, cihaz çeşitliliği açısından da çok seçenek ve türleri vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir:

- Sabit IP Termal Kamera
- Hareketli IP Termal Kamera
- Mobil Termal Kamera
- Telefon Bazlı Termal Kamera

Sabit IP Termal Kameralar

Üzerlerinde bulunan dahili web sunucu sayesinde IP adresini tarayıcı üzerine yazarak doğrudan kameranın ara yüzüne bağlanabileceğiniz ve termal görüntü alabileceğiniz bir tür IP termal kameralardır. Üzerlerinde kullanılan lense göre 25 metre ile 2 km arasında termal görüntüleme yapma olanağı sunmaktadırlar. Bu kameralar genelde dış ortam kullanımına uygun kameralar olduğu için çok zor şartlarda dahi 7/24 termal görüntü alabilmektedir. Yağmurlu, karlı, pus ya da sisli havalarda dahi görüntü alabilmenize olanak verir. Özellikle sınır hatlarında ve video analiz yapılma ihtiyacı duyulduğunda sıkça kullanılır.



Hareketli IP Termal Kameralar

Sabit termal kameralardan farkı üzerlerinde yatay ve dikey dönüş yapmasına olanak sağlayan motorların bulunmasıdır. Bu sayede istenilen herhangi bir bölgeye çevrilip termal görüntü alınabilir. Birden fazla kamera kullanmak yerine alternatif çözümdür.



Mobil Termal Kameralar

Mobil termal kameralar daha çok saha personellerinin kullandığı ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle;

- Avcılık
- Elektriksel cihazların kontrolü
- Su ve ısı kaçaklarının kontrolü
- Makine parçalarının kontrolü

gibi alanlarda mobil termal cihazlar sıkça kullanılmaktadır.



Telefon Bazlı Termal Kameralar

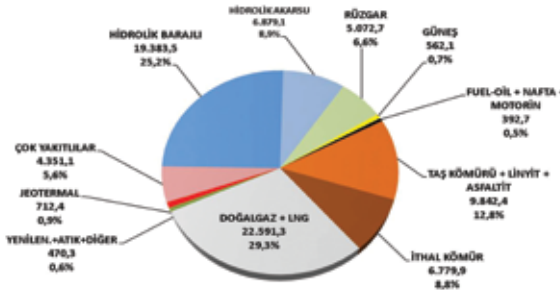
Bu ürünler, mobil termal kamera ihtiyacını gideren ürünlerin başında gelmektedir. Doğrudan telefona bağlanarak çalışmaları nedeniyle ek bir enerji kaynağına ihtiyacı olmayan bu cihazların kurulumu ve kullanımı çok basittir. Son kullanıcılar için satın alınabilir seviyelerine inen fiyatları sayesinde önümüzdeki yıllarda bu tarz ürünlerin çokça görüleceğini şimdiden kestirebiliyoruz.



Kaynaklar

- 1) <http://www.thermal.com/>
- 2) <http://termal.video/>
- 3) <https://en.wikipedia.org/wiki/Thermography>
- 4) http://www.thermalcam.eu/software/thermal-detection?gclid=CjwKEAajwxeq9BRDDh4_MheOnvAESJABZ-4VTqjdhl1clciNO_ZQgmMNxiL7xzTFTnMqc-R-A6WT-BwPqxoCeALw_wcB
- 5) https://en.wikipedia.org/wiki/Thermographic_camera
- 6) <http://monroeinfrared.com/infrared-inspections/ir-for-security>
- 7) <http://www.hgh-infrared.com/Products/Thermography-for-industry>
- 8) <https://www.jenoptik.com/products/cameras-and-imaging-modules/thermography-camera>

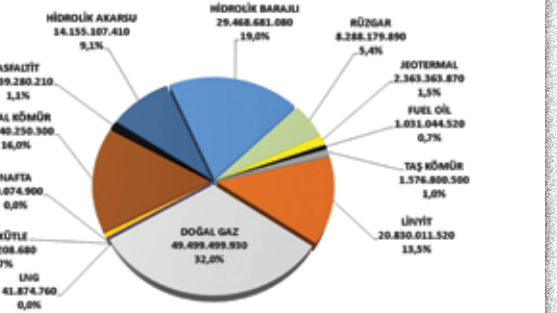
TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜ - 2016 TEMMUZ SONU



KURULU GÜÇ (07/2016) : 77.037,5 MW

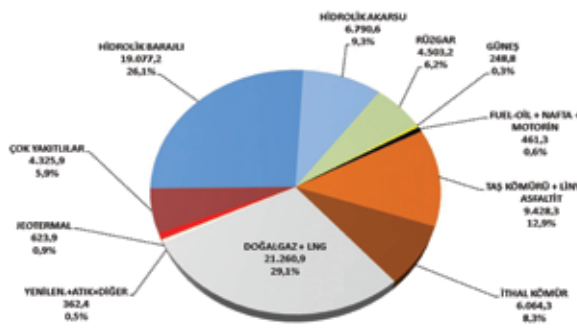
Kaynak: TEİAŞ, 18.08.2016

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ÜRETİMİ - 2016 TEMMUZ SONU

ÜRETİM (07/2016) : 154.864.377.570 kWh
[TÜKETİM (07/2016) : 157.662.418.980 kWh]

Kaynak: TEİAŞ, 18.08.2016

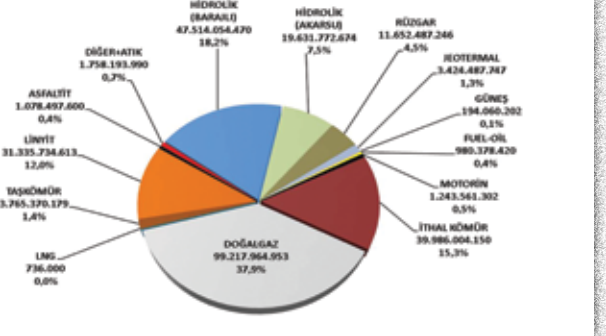
TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜ - 2015



KURULU GÜÇ (2015): 73.146,7 MW

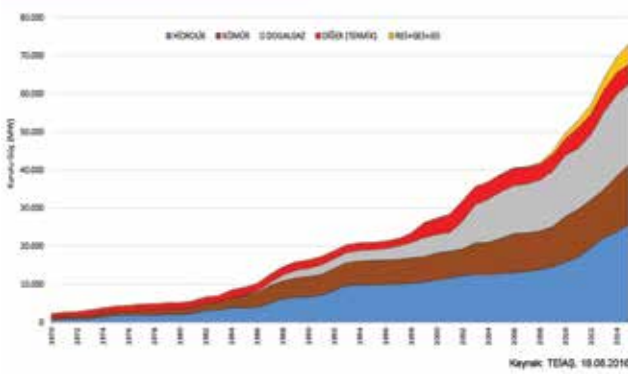
Kaynak: TEİAŞ, 18.08.2016

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ÜRETİMİ - 2015

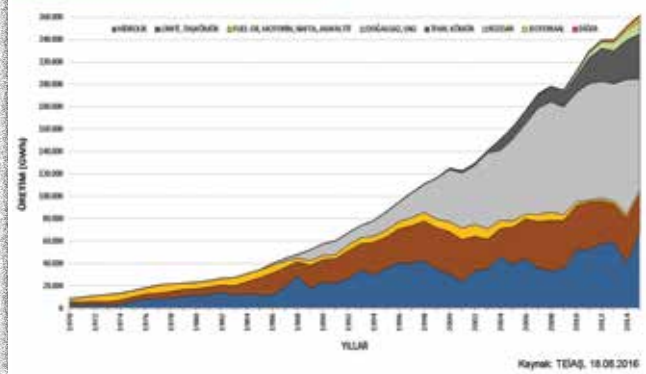
ÜRETİM (2015) : 261.783.303.546 kWh
[TÜKETİM (2015) : 265.724.353.916 kWh]

Kaynak: TEİAŞ, 18.08.2016

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜNÜN DEĞİŞİMİ (1970 - 2015)



TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNİN DEĞİŞİMİ (1970 - 2015)



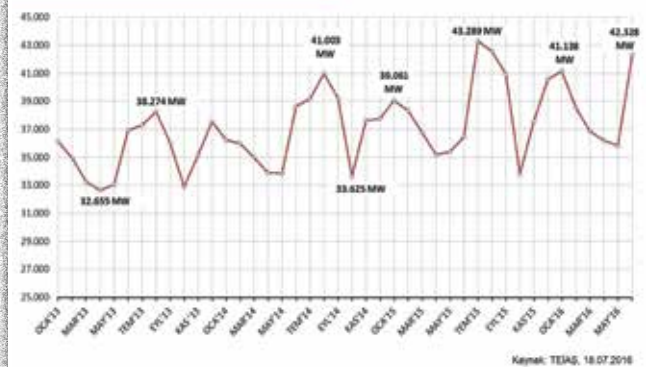
TARİFELER (Temmuz - Eylül 2016)

DAĞITIM SİSTEMİNDEN ENERJİ ALAN TÜKETİCİLER İÇİN AKTİF ENERJİ TARİFESİ

ABONE GRUBU (TEK TERİMİ)	Tek Zamanlı Aktif Enerji (kWh)	Üç Zamanlı - Aktif Enerji (kWh)			Reaktif Enerji (kVArh)
		Gündüz (08-17)	Kesir (17-21)	Gecik (21-08)	
Sanayi (Yüksek Gerilim)	26,0173	25,8841	41,7976	14,4058	15,3431
Sanayi (Alçak Gerilim)	29,0697	28,9365	44,8500	17,4582	15,3431
Ticarethane	33,4760	33,3374	50,2713	21,1035	15,3431
Mesken	33,1833	33,0447	49,9784	20,8112	
Tarımsal Sulama	29,4477	29,3211	44,7888	18,1475	15,3431

Kaynak: EPDK - 18.07.2016

SİSTEM AYLIK MAKSİMUM ANİ PUANTI - MW





BOR RAPORU

Hazırlayan: TMMOB
Yayımlayan: TMMOB
ISBN: 978-605-01-0883-5
Baskı: 1. Baskı, Mayıs 2016

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), Türkiye'nin önemli ve stratejik kaynağı olan bor madenlerine ilişkin hazırladığı raporu yayımladı. "Bor Raporu" adlı eserde; bor ve bor ürünleri, üretim yöntemleri, kullanım alanları, bor üretim, tüketim ve ticareti ile bor madeni özelleştirme uygulamaları değerlendiriliyor ve yasal duruma ilişkin bilgi aktarılıyor.

Raporun TMMOB Yönetim Kurulu imzalı sunuş yazısı, Nelson A. Rockefeller'in ABD Başkanı Eisenhower'e 1956'da yazdığı gizli mektuptan satırlarla başlıyor. Mektuptan, "...Türkiye gibi ülkelere yapılacak yardımlar ve açılacak krediler öncelikle askeri nitelikte olmalıdır. Oltaya yakalanmış balığın yeme ihtiyacı yoktur. Geliştirilmiş ekonomik yardım, Türkiye gibi ülkelerde bazı durumlarda düşünülenin tam tersi sonuç verebilir, yani bağımsızlık eğilimlerini artırıp; mevcut askeri planlarımızı zayıflatırabiliriz. Bu tür ülkelere yapılacak yardım, bize bağlı hükümetleri iktidarda tutacak ve ABD'ye düşman unsurları zararsız hale getirecek biçim ve miktarda olmak zorundadır..." satırlarına yer veriliyor. Mektupta şifrelenen emperyalizmin hiçbir ulusal kural, düzenleme ve sınırlama ile karşılaşmayacağı küresel bir sömürü ortamı yaratmak için dünyayı yeniden şekillendirdiği vurgulanıyor.

Sömürü ve talanın yaşamın her alanına hakim olduğuna dikkat çekilen sunuş yazısında, bu alanların en önemlilerinden birinin de doğal kaynaklar olduğu, emperyalist ülkelerin, geri bırakılmış ülkelerin madenlerine "bir şekilde" el koyarak söz konusu kaynakları kendi amaçlarına uygun olarak değerlendirdiği vurgulanıyor. Küresel ve yerel ölçekte tekelleşmelerin giderek arttığına işaret edilen sunuş yazısında, "Ülkemizin en önemli doğal kaynaklarının başında gelen ve dünya rezervlerinin % 73'üne sahip olduğumuz bor madenleri de bu kapsamda ele alınmalı ve değerlendirilmelidir" görüşü dile getiriliyor.

Yazıda, TMMOB ve bağlı odalarının bor rezervlerinin yerli veya uluslararası çıkar gruplarının işletilmesi girişimlerine, halkın ve ülkenin çıkarlarına ters düştüğü için karşı çıktığı ve bugüne kadar her türlü özelleştirme girişimini boşa çıkarttığı vurgulanıyor.

Raporun birinci bölümünün başlığını, "Bor Madenciliklerinin Gelişimi" oluşturuyor. Bor madeninin ülkemizde tarihsel sürecinin değerlendirildiği ikinci bölüm de, "Ülkemizde Bor İşletmeciliği Tarihesine Kısa Bir Bakış" başlığını taşıyor. Raporun üçüncü bölümünde, "Bor Nedir" başlığı ile bor ve bor mineralleri, doğada bor minerallerinin oluşumu, Türkiye bor rezervlerinin genel değerlendirmesi yapılarak, bor rezervlerine ilişkin bilgi veriliyor. Dördüncü bölümde "Bor Ürünleri ve Üretim Yöntemleri"; beşinci bölümde "Bor Ürünlerinin Kullanım Alanları"; altıncı bölümde de "Üretim, Tüketim ve Ticaret" konusunda bilgi aktarılıyor. Raporun yedinci bölümünde "Bor ve Sağlık" başlığı altında bor elementinin insan sağlığı üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri ele alınıyor. "Özelleştirme Girişimleri" başlığı ile sunulan seçkiniz bölümde özelleştirme konusunda atılan adımlar ve TMMOB'nin buna karşı yürüttüğü çalışmalar anlatılıyor. Raporun dokuzuncu bölümünde mevzuat hakkında bilgi veriliyor. Onuncu bölümde "Uluslararası Bor Araştırma Enstitüsü", on birinci bölümde ise "Sık Gündeme Gelen Konular" başlığı altında bor madenleri konusunda en sık karşılaşılan sorular ve yanlış değerlendirmelere yanıtlar veriliyor.

Toplam 60 sayfadan oluşan Rapor, <http://www.tmmob.org.tr> adresinden veya TMMOB İKK Temsilciliklerinden edinilebilir.



ANKARA'NIN ELEKTRİK SORUNU

Hazırlayan: EMO Ankara Şube
Yayımlayan: EMO
Yayın No: EK/2016/650
ISBN: 978-605-01-0897-2
Baskı: 1. Baskı, Ankara, Elektronik Baskı
Şubat 2016

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Ankara Şubesi'nin 1977 yılında yayımladığı "Ankara'nın Elektrik Sorunu" adlı kitap, EMO tarafından elektronik ortamda tekrar okuyucu ile buluşturuldu. Ülkenin yaşadığı enerji krizleri ve dışa bağımlı yapının Ankara'ya etkilerinin anlatıldığı kitap, okuyucuyu Başkent'in enerji tarihinde kısa bir yolculuğa çıkartıyor.

Kitabın girişinde, Ankara'nın Türkiye'nin ikinci kalabalık kenti olduğu anımsatılarak, elektrik ve diğer sorunların çarpık kapitalist sistemden kaynaklandığı, Ankara'nın özel koşullarının da bu sorunları daha da ağırlaştırdığı ifade ediliyor. Kitapta, Ankara'yı ve diğer bütün yerleşim yerlerini yaşanabilir bir şekle sokmak için mücadele etmenin tüm ilericilerin görevlerinden biri olduğu belirtiliyor.

Kitabın ilk bölümünde "Kentin Tarihiçesi" başlığı altında kısaca Ankara'nın tarihsel süreç içinde gelişimi anlatılıyor. "Ankara Elektrik Kesintilerinin Tarihiçesi" başlığı ile sunulan ikinci bölümde, Ankara'nın elektrikle tanıştığı 1925 yılından itibaren kurulan elektrik santralleri, yapılan çalışmalar, elektrik sorununa aranan çözümler ve donanımlı personelin olmamasından kaynaklı sıkıntılar aktarılıyor. "Ankara Elektrik Dağıtım ve Şebeke Tesisleri'nin Gelişimi" başlıklı üçüncü bölümde de 1925- 1972 yılları arasında elektrik üretim ve dağıtımına ilişkin bilgi verilirken, bu konuda hazırlanan çizelgeler paylaşılıyor.

Kitabın dördüncü bölümünü "EGO'nun Elektrik Enerjisi Sorununa Çözüm Getirme Çalışmaları" başlığı oluşturuyor. "Şebeke Genişletilmesi ve Yenilenmesini Gerektiren Önemli Etkiler" başlıklı beşinci bölümde, mevcut elektrik şebekesini yenileme ve genişletme nedenleri ve bu konuda yapılanlar anlatılıyor. Kitabın "Ankara'daki Elektrik Kesinti, Kısıntı ve Nedenleri" başlıklı altıncı bölümünde de, EGO ve TEK'in sisteminden kaynaklı kesinti ve kısıntılara yönelik değerlendirmelerde bulunuluyor. "Ankara'nın Elektrik Sorunlarının Nedenleri" başlıklı yedinci bölümde ise Türkiye'nin elektrik enerjinde dışa bağımlılığı, enerji krizinin tüm ülke ile birlikte Ankara'ya da etkileri, hızla artan nüfus ve kentleşmeye paralel olarak büyümenin gerektirdiği uzun vadeli enerji planlanması yapılmaması, işletme ve şebeke sorunları ile finans sorunu detayları ile aktarılıyor.

"Bugün içinde bulunduğumuz koşullarda Ankara şehri elektrik sorununu, ülkenin elektrik sorunundan bağımsız düşünmek olanaksızdır. Konunun somut çözümü, enerji politikasının belirlenmesi ve hizmet bütünlüğünün sağlanması ile mümkündür" ifadesinin yer aldığı kitapta, yaşanan sorunların çözümüne için öneriler de sıralanıyor. Kitapta enerji kayıplarını giderici önlemler alınması ve ülke çıkarına uygun, öz kaynaklara dayalı bir enerji politikası izlenmesi gerektiğinin altı çiziliyor.

Toplam 33 sayfadan oluşan kitaba <http://kitap.emo.org.tr> adresinden ulaşabilirsiniz.



PIC18 MİKROKONTROLÖR KOMPAKT FLAŞ PROJELERİ

Hazırlayan: Prof. Dr. Doğan İbrahim
Yayımlayan: EMO
Yayın No: EK/2016/651
ISBN: 978-605-01-0895-8
Baskı: 1. Baskı, Ankara, Elektronik Baskı
Haziran 2016

Prof. Dr. Doğan İbrahim'in, "PIC18 Mikrokontrolör Kompakt Flaş Projeleri" adlı kitabı, Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) tarafından elektronik kitap olarak yayımlandı. Endüstride ve elektronik cihazlarda çok sık kullanılan PIC18 serisi mikrodeneleyiciler

ile ilgili uygulamaların ele alındığı kitap, endüstri çalışanları ve üniversitelerin ilgili bölümleri ve konuyla ilgilenenler için kaynak kitap özelliği taşıyor.

Kitabın önsözünde Prof. Dr. Doğan İbrahim; 1970'li yılların sonlarında ilk mikroişlemcilerin üretildiği ve bundan dolayı elektronik ve bilhassa bilgisayar endüstrisinde çok büyük değişiklikler olduğu, sayısal elektronik cihazların yerlerini mikroişlemci tabanlı sistemlerin aldığı; mikroişlemcilerin sadece sayısal uygulamalarda değil, analog uygulamalarda da kullanılmaya başlandığını vurguluyor.

Mikroişlemcilerin, son derece kullanışlı olmalarına rağmen en büyük dezavantajının herhangi bir sistem tasarımı için gerekli olan elektronik parça sayısının yüksekliği olduğuna işaret eden İbrahim, 1980'li yıllarda bir mikroişlemci sistemini meydana getiren elektronik parçaların birleştirilerek mikrokontrolör entegre devrelerinin üretildiğini belirtiyor. Hafıza kartlarının kullanım alanlarına değinen İbrahim, profesyonel uygulamalarda en yaygın olarak kullanılan kompakt flaş kartları hakkında da bilgi veriyor.

Kitap, "Mikrokontrolör Sistemleri, PIC18 Mikrokontrolör Ailesi, Hafıza Kartları, MikroBasic ile Programlama, Basit MikroBasic Projeleri, MikroBasic Simülasyonu, MikroBasic Devre-İçi Bökük-Savar, MikroBasic Kompakt Flaş Kart Fonksiyonları, Kompakt Flaş Kart Projeleri, Kompakt Flaş Dosyalama Projeleri, Gerçek Zaman Tarih ve Saat" başlıklı bölümlerden oluşuyor.

Toplam 262 sayfa olan kitaba elektronik ortamda <http://kitap.emo.org.tr> adresinden ulaşabilirsiniz.

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI 45. DÖNEM KURULLARI

EMO YÖNETİM KURULU		EMO ONUR KURULU	EMO DENETLEME KURULU	TMMOB YÖNETİM KURULU ÜYESİ CENGİZ GÖLTAŞ
BAŞKAN	HÜSEYİN YEŞİL	NAZMIYE RAHİME TİĞREK	GİYASİ GÜNGÖR	
BAŞKAN YRD.	KÜBÜLAY ÖZBEK	İRFAN ŞENLİK	MUSA TAŞ	
YAZMAN	HÜSEYİN ÖNDER	SUAT YILMAZ	ERDAL ARSLAN	TMMOB YÜKSEK ONUR KURULU ÜYESİ YUSUF BOZKURT
SAYMAN	İBRAHİM AKSÖZ	İSA GÜNGÖR	AHMET YILMAZ	
ÜYE	YUSUF GÜNDOĞAN	ERHAN KARAÇAY	DEVİRİM SARI	TMMOB DENETLEME KURULU ÜYESİ MUSTAFA ASIM RASAN
ÜYE	KADİR ÖZKAN		AHMET TURAN AYDEMİR	
ÜYE	BAHADIR ACAR		NACİ BASMACI	

ADANA		DİYARBAKIR		KOCAELİ	
BAŞKAN	MEHMET MAK	BAŞKAN	MEHMET ORAK	BAŞKAN	ETHEM ATALAY TERCAN
YAZMAN	İLHAN YILDIRIM	BAŞKAN YARDIMCISI	NEVAL ŞİMŞEK	BAŞKAN YARDIMCISI	NURİ AYKUT HALAMOĞLU
SAYMAN	İBRAHİM EFDAL ÇİÇEKDEMİR	YAZMAN	MEHMET TANRIKULU	YAZMAN	SUAT ÖZKOÇ
BAŞKAN YARDIMCISI	DERYA OLPAK KADEŞ	SAYMAN	ALİCAN ÇETINKAYA	SAYMAN	SALİH BÖREKÇİOĞLU
Yönetim Kurulu Üyesi	BİLAL TANBUROĞLU	Yönetim Kurulu Üyesi	ARMANC EŞİN	Yönetim Kurulu Üyesi	BAYRAM ETKAR
Yönetim Kurulu Üyesi	TURGAY KÖKTEN	Yönetim Kurulu Üyesi	MEHMET CEYLAN	Yönetim Kurulu Üyesi	KEREM BİYİKLİ
Yönetim Kurulu Üyesi	MEHMET ÇAĞRI ÇETİNER	Yönetim Kurulu Üyesi	VAHDETTİN YETKİN	Yönetim Kurulu Üyesi	İSMAİL ÜRETÜRK
ŞUBE DENETÇİSİ	ALİ ERASLAN	ŞUBE DENETÇİSİ	MEHMET VEYSİ ÇEVİRİM	ŞUBE DENETÇİSİ	KAZİM POLAT
ŞUBE DENETÇİSİ	ŞÜKRÜ SARIMSAKCI	ŞUBE DENETÇİSİ	YUSUF KEMAL IŞIK	ŞUBE DENETÇİSİ	KAMİL ERBAY
ŞUBE DENETÇİSİ	MEVLÜT BULGUR	ŞUBE DENETÇİSİ	MEHMET GARİP AY	ŞUBE DENETÇİSİ	HAKAN EMİNÇE

ANKARA		ESKİŞEHİR		MERSİN	
BAŞKAN	FATİH KAYMAKÇIOĞLU	BAŞKAN	HAKAN TUNA	BAŞKAN	SEYFETTİN ATAR
BAŞKAN YARDIMCISI	ŞAKİR AYDOĞAN	BAŞKAN YARDIMCISI	ENDER KELLEÇİ	BAŞKAN YARDIMCISI	ALKAN ALKAYA
YAZMAN	ALAATTİN ALİ YOLCU	YAZMAN	CUMHUR BURAK ÇIRAKOĞLU	YAZMAN	HASİP SELÇUK
SAYMAN	GÖKHAN HÜZMELİ	SAYMAN	ONUR OLUKLULU	SAYMAN	İSMAİL ALKAYA
Yönetim Kurulu Üyesi	ŞULE ARSLAN	Yönetim Kurulu Üyesi	ALKAN ULUKOCA	Yönetim Kurulu Üyesi	HANİFİ YAYICI
Yönetim Kurulu Üyesi	ONUR KOÇAK	Yönetim Kurulu Üyesi	ZELİHA AZİRET	Yönetim Kurulu Üyesi	AHMET SERT
Yönetim Kurulu Üyesi	BARÇA GÜNEY	Yönetim Kurulu Üyesi	AYKUT KADİR KOZANDAĞI	Yönetim Kurulu Üyesi	UMUT TEMİZKAN
ŞUBE DENETÇİSİ	İBRAHİM SARAL	ŞUBE DENETÇİSİ	İRFAN SATIR	ŞUBE DENETÇİSİ	SAFFET ÖZDEMİR
ŞUBE DENETÇİSİ	SADRETTİN EREN	ŞUBE DENETÇİSİ	MAHMUT UĞUR KOLCA	ŞUBE DENETÇİSİ	CANER DOĞRU
ŞUBE DENETÇİSİ	ATILA DEMİRCİ	ŞUBE DENETÇİSİ	FERHAT TABAK	ŞUBE DENETÇİSİ	VEYSEL BAYSAL

ANTALYA		GAZİANTEP		SAMSUN	
BAŞKAN	İLHAN METİN	BAŞKAN	İSLİM ARIKAN	BAŞKAN	MEHMET ÖZDAĞ
BAŞKAN YARDIMCISI	ŞABAN TAT	BAŞKAN YARDIMCISI	MUZAFFER ÖZTURAN	BAŞKAN YARDIMCISI	ADNAN KORKMAZ
YAZMAN	ÇİĞDEM İŞIKYÜREK	YAZMAN	MUSTAFA ÇELİKKOL	YAZMAN	MURAT KARDAŞ
SAYMAN	MURAT SÖNMEZ	SAYMAN	BÜLENT DAŞOLUK	SAYMAN	TARİK TARHAN
Yönetim Kurulu Üyesi	FERHAT YAMAK	Yönetim Kurulu Üyesi	HALİL İRFAN TUZCU	Yönetim Kurulu Üyesi	ERCAN İŞÇİ
Yönetim Kurulu Üyesi	ÖZLEM TEMEL BİYİKLİ	Yönetim Kurulu Üyesi	BÜNYAMİN SAĞLAM	Yönetim Kurulu Üyesi	TAMER BİLAL
Yönetim Kurulu Üyesi	EROL YALÇIN	Yönetim Kurulu Üyesi	KEMAL TANKUT	Yönetim Kurulu Üyesi	İBRAHİM DENİZ SAYGILI
ŞUBE DENETÇİSİ	ERTUĞRUL GAZİ ÜNAL	ŞUBE DENETÇİSİ	HALİL UĞUR	ŞUBE DENETÇİSİ	ALİ KOÇ
ŞUBE DENETÇİSİ	SUAT KAŞ	ŞUBE DENETÇİSİ	KALENDER KORKMAZ	ŞUBE DENETÇİSİ	HASAN KABLAN
ŞUBE DENETÇİSİ	TARİK ATAKUL	ŞUBE DENETÇİSİ	MEMİK DEMİR	ŞUBE DENETÇİSİ	GÜL GÜNEŞ HÜLYA YALIN

BURSA		İSTANBUL		TRABZON	
BAŞKAN	REMZİ ÇINAR	BAŞKAN	EROL CELEPSOY	BAŞKAN	HASAN KARAL
BAŞKAN YARDIMCISI	TUNÇ ALADAĞLI	BAŞKAN YARDIMCISI	HÜSEYİN ERGUN DOĞRU	BAŞKAN YARDIMCISI	HALİL İBRAHİM OKUMUŞ
YAZMAN	AYTAÇ SEVİM	YAZMAN	TUĞÇE ÇAKIRCA EKŞİOĞLU	YAZMAN	ADEM YARDIM
SAYMAN	BURAK ÖZGEN	SAYMAN	HASAN ECE	SAYMAN	EMRE AKYÜZ
Yönetim Kurulu Üyesi	SEDAT GÖKMENOĞLU	Yönetim Kurulu Üyesi	DAĞISTAN BEKİROĞLU	Yönetim Kurulu Üyesi	HÜSEYİN KARASOY
Yönetim Kurulu Üyesi	OSMAN AYKUT BAŞKAN	Yönetim Kurulu Üyesi	TAYFUN İŞBİLEN	Yönetim Kurulu Üyesi	TUNCAY DEĞERMENÇİ
Yönetim Kurulu Üyesi	MUTLU YILMAZ	Yönetim Kurulu Üyesi	OĞULCAN GÜLDEREN	Yönetim Kurulu Üyesi	ÖZER ÖZTÜRK
ŞUBE DENETÇİSİ	SABİHA CESUR	ŞUBE DENETÇİSİ	MEHMET ÇAĞDAŞ	ŞUBE DENETÇİSİ	VOLKAN ÇOLAK
ŞUBE DENETÇİSİ	HALİL İBRAHİM BAKAR	ŞUBE DENETÇİSİ	GANI AKSU	ŞUBE DENETÇİSİ	MURAT GÜNAYDIN
ŞUBE DENETÇİSİ	KEMAL RODOPLU	ŞUBE DENETÇİSİ	GÖKHAN SERDAR ÖZCANLAR	ŞUBE DENETÇİSİ	MUHAMMET BAKİ

DENİZLİ		İZMİR	
BAŞKAN	BÜLENT PALA	BAŞKAN	MAHİR ULUTAŞ
BAŞKAN YARDIMCISI	EYLEM ÖLMEZOĞLU POYRAZ	BAŞKAN YARDIMCISI	MÜKREMİN ZÜLKADİROĞLU
YAZMAN	ARİF DÖNMEZ	YAZMAN	MURAT KOCAMAN
SAYMAN	FATİH MARDİNOĞLU	SAYMAN	HASAN ŞAHİN
Yönetim Kurulu Üyesi	BURCU CEREN SARİOĞLU	Yönetim Kurulu Üyesi	CEVAT ŞAHİN
Yönetim Kurulu Üyesi	MUSTAFA DEVECİ	Yönetim Kurulu Üyesi	MEHMET GÜZEL
Yönetim Kurulu Üyesi	MAHMUT KAYA	Yönetim Kurulu Üyesi	SEMRA YAMIŞ
ŞUBE DENETÇİSİ	HAKAN ETHEM DEMİRHAN	ŞUBE DENETÇİSİ	ALİ FUAT ÖZBAY
ŞUBE DENETÇİSİ - YEDEK	ERDEM DURMAZ	ŞUBE DENETÇİSİ	AHMET ÖZTÜRK
ŞUBE DENETÇİSİ - YEDEK	TURAY VOLKAN AYANOĞLU	ŞUBE DENETÇİSİ	HÜRRİYET ŞİMŞEK



1954

ELEKTRİK
MÜHENDİSLİĞİ

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI ŞUBELERİ

ADANA ŞUBE

ADRES: Reşatbey Mah. Cumhuriyet Cd. No: 35/C
Asmakat Asmakat Seyhan-Adana
TELEFON: +90 322 4583838
FAKS: +90 322 4582450
GSM: +90 533 7228001
E-POSTA: adana@emo.org.tr

ANKARA ŞUBE

ADRES: İhlamur 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: Arifiye Mah. Yalbü Sk. Yılmazlar İş Merkezi
No: 18 Kat:1/1 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: 1337 Sk. No: 16 Kat:8 Ashan
Çankaya-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	Temsilci Adı	Temsilcilik Adresi	Temsilcilik Telefon	Temsilcilik Faks
Adıyaman Temsilciligi	Gaziantep	Mustafa Murat Ertürk, Derya Demir, Vahap Yıldırım, Mustafa Öztürk, Rıza Durmuş	Mustafa Murat Ertürk	Yavuz Sultan Selim Mah. Mehmet Akif Cad. No:7	416 21 31603	416 21 40975
Afyon Temsilciligi	Ankara	Çetin İnce, Çihan Şahin	Çetin İnce	Dumlupınar Mah. 2. Cad. No:2/3 Tokman Apt	272 21 40555	272 21 42730
Ağrı Temsilciligi	Diyarbakır	Mahmut Özhan, Çağlar Kılıç, Ferhat Özkan Çapar, Hamit Sönmez, Muhammed Onur Polat	Mahmut Özhan	Cumhuriyet Cad. Ağrı Ticaret Merkezi K:3 No:22		
Akhisar İlçe Temsilciligi	Izmir	Sedat Özcan	Sedat Özcan	Paşa Mah. 28. Sokak No:12/B	236 41 37368	
Aksaray Temsilciligi	Ankara	Faruk Bozkurt, Ramazan Koçak, Volkan Yüksel, Yılmaz Öngün	Faruk Bozkurt	3. Nolu Belediye İşhanı Sarraflar Cad. K:2	382 21 27176	
Akşehir İlçe Temsilciligi	Ankara	Çihan Demiral, Taner Somuncu, Mustafa Aykut Başoğlu,	Çihan Demiral	Ceydel Köksal Cad. No:7	332 81 33159	332 81 33637
Alanya Temsilciligi	Antalya	Unut Miriçlioğlu, Ali Aras	Unut Miriçlioğlu	Kadıpaşa Mah. Süğözü. Cd. Yılmaz Apt. No:8/11	242 51 19377	242 51 19377
Akşehir İlçe Temsilciligi	Izmir	Akif Çınar, Hüseyin Cahit Kılıç	Akif Çınar	Beşyüzlü Mah. Hanlar Cad. No:75	236 65 37665	236 65 37665
Alağada İlçe Temsilciligi	Izmir	Murat Kuzumoğlu, Ferhat Lek	Murat Kuzumoğlu	Kurtuluş Mah. Fevzipaşa Cd. No:108/A	232 61 65856	232 61 65857
Anasay Temsilciligi	Samsun	Metin Ahsen Durusoy, Alayaz Öz	Metin Ahsen Durusoy	Ziyapaşa Cad. Özkök İşmerkezi No:17/B-4	358 21 22067	
Anamur İlçe Temsilciligi	Mersin	Unut Katik, Ahmet Onur Kınımaz, İbrahim Çağdaş Anacı	Unut Katik	Yeşilyurt Mahallesi Kıbrıs Caddesi Cumhuriyet Apt. No:58/C	324 81 48088	324 81 48088
Arvin Temsilciligi	Trabzon	Ahmet Faruk Açıkgöz, Fatih Yaşar	Ahmet Faruk Açıkgöz	Orman Beige Müdürlüğü Makine İkmal Şp Müdürlüğü Çarşı Mah İnönü Cad No:71 Merkez	466 21 26661	466 21 26619
Aydın Temsilciligi	Izmir	Hatuk Demirci, Hatili Yorgancı, Orhan Arslan, Salih Eğerci, Ergün Evran	Hatuk Demirci	Kurtuluş Mah. 32. Sok. No:35/A	256 21 24762	
Aydınlık İlçe Temsilciligi	Bursa	Mesut Nail Akın, Erol Kınık	Mesut Nail Akın	Sural Pasajı No:48	266 31 24658	266 31 21251
Bakırköy İlçe Temsilciligi	İstanbul	Rasim Doğan, Yüksel Mengünoğlu, Reşat Murat Gorgü, Ziya Torun	Rasim Doğan	İncirli Cad. No:6 Akbulut İş Merkezi Kat:4 Daire:11/4	212 56 12101	212 54 38434
Balıkesir Temsilciligi	Bursa	Mehmet Nazmi Kacar, Selçuk Sarıtaş, Mehmet Fatih Şenergin, Yahya Tosun, Ozer Doğmuş	Mehmet Nazmi Kacar	Dumlupınar Mh. Yazıcı-Sunak Sk. Emir İşhanı K:4 No:11	266 24 42297	266 23 90450
Bandırma İlçe Temsilciligi	Bursa	Murat Yazıcı, Nergis Güney, Muthu Onganar, Melike Dönmez, Tayfun Tutar	Murat Yazıcı	Paşakent Mahç Şehit Şener Köksal Cad. Pervin Sitesi No:6/A-31	266 71 36251	266 71 36251
Bartın Temsilciligi	Kocaeli	Mahmut Demirok, Necmettin Samancıoğlu, Mustafa Dincer, Cahit Bilal	Mahmut Demirok	Kirtepe Mah. Cumhuriyet Cad. Ağah Bey İş Merkezi 1. Kat No:12	378 22 78075	378 22 78095
Batman Temsilciligi	Diyarbakır	İbrahim Yıldız, Seyithan Kaya, Çidem Cansar, Bilal Altunç, Fırat Altun	İbrahim Yıldız	Meydan Mah. 2000 İş Merkezi K:4 No:410	488 21 33230	
Bayburt Temsilciligi	Trabzon	Ozan Özkan, Fatih Korkusuz, İsmail Kelleci	Ozan Özkan	Türk Telekom A.Ş. Bayburt İl Müdürlüğü	458 55 53000	458 55 51015
Bergama İlçe Temsilciligi	Izmir	Nadir Geçgin, Ali Boyram	Nadir Geçgin	Yeni Belediye İşhanı Zemin Kat No:12	232 63 20481	232 63 2878
Biga İlçe Temsilciligi	Bursa	Serkan Yılmaz, Selin Nehir	Serkan Yılmaz	Hamidbey Mh. İnönü Cd. No:60 Biga/Çanakkale	286 31 65028	286 31 67950
Bilecik Temsilciligi	Eskişehir	Suat Zafar Meriçelli, Erdem Gedik	Suat Zafar Meriçelli	İsmet Paşa Mah. Atatürk Bulvarı Dinkur Apt. No:31/6	228 21 27570	228 21 27570
Bitlis Temsilciligi	Diyarbakır	Unut Selçin, Abdullâh Aktar, Mehmet Sakin Yılmaz	Unut Selçin	An Telsiz 17. İletim Tesisi Ve İşletme Grup Müd. Taivran Bakım Ve İşletme Fatih Mah. Yeni Saray Yarı		
Bodrum İlçe Temsilciligi	Denizli	İsmail Sever, Hikmet Arslanparçası, Tanın Sanlı, Mehmet Ali Timurhan, Temel Özenniş	İsmail Sever	Temel Yapı İş Mktz. Toplu Konut Alanı K:2 No:1	252 31 71501	252 31 71501
Bolu Temsilciligi	Kocaeli	İsmail Doğanador, Erman Beentepe, Murat Armutcu	İsmail Doğanador	Tabaklar Mah. Ferit Talay Cad. Turisat Apt.6/11	374 21 23435	374 21 23435
Burdur Temsilciligi	Antalya	Mehmet Çiğn, Meltem Güler	Mehmet Çiğn	Burç Mh. 2. Tuna Sok. Sila Apt. No:6/B	248 23 31116	248 23 31116
Çanakkale Temsilciligi	Bursa	Erkan Güçyetmez, Göktürk Arslan, Yücel Yaşar, Ali Rıza Sağcan, Mehmet Kaşkeröğlu	Erkan Güçyetmez	Barbaros Mahallesi Troya Caddesi Yaşam Evleri D Blok No:2	286 21 23399	286 21 83252
Çankırı Temsilciligi	Ankara	İsmail Ulutaş	İsmail Ulutaş	Buğday Pazarı Mah. İş Kur İş Hanı No:7/69	376 21 32405	376 21 32405
Çerkezköy İlçe Temsilciligi	İstanbul	Ahmet Çuhadaroğlu, Erol Çelinkaya, Cemal Demir, Zafar Tokuş	Ahmet Çuhadaroğlu	Meydan Plaza İş Merkezi G.O.P Mahallesi K:3 No: 307	282 72 67017	282 72 67017
Çorlu İlçe Temsilciligi	İstanbul	Muharrem Okur, Doğan Turgut, Seyit Ahmet Bak, İsmail Bul, Adnan Haluk Erkan	Muharrem Okur	Eski Hükümet Cad. Kurtgöz İşhanı No:2/28	282 65 31666	
Çorum Temsilciligi	Samsun	Aydın Taşkın	Aydın Taşkın	Gazi Cd. Mahmut Akaydın İş Merkezi No:17 K:7/23	364 22 40406	364 22 40406
Didim İlçe Temsilciligi	Izmir	Nuran Aslan, Yakup Erkan	Nuran Aslan	Cumhuriyet Mah. İnönü Bulv. No:150/A	256 81 11838	256 81 11838
Düzce Temsilciligi	Kocaeli	Okan Eren Kuru, Erol Topuz, Hakan Çelik,	Okan Eren Kuru	Kültür Mh. İstanbul Cd. Spor Sk. İbrahimioğlu İş Merkezi N.129 Kat.2	380 52 47404	380 52 47404
Edirne Temsilciligi	İstanbul	Tarik Elker, İsmail Arda, Öğür Mercanlı	Tarik Elker	Mihapçağa Mh. İnönü Cd. Erdi Apt. K:1 No:1	284 21 36915	284 21 22680
Edremit İlçe Temsilciligi	Bursa	Veysel Çağlar, Işık Coban	Veysel Çağlar	İnönü Cd. 1. Sk. No:9 Kat:1	266 37 9589	266 37 37806
Elazığ Temsilciligi	Diyarbakır	Selçuk Albayrak, Mehmet Emir	Selçuk Albayrak	İzelpaşa Mh. Şehit Binbaşı Sabri Sk. No:1/2	424 23 86557	424 23 80272
Elbistan İlçe Temsilciligi	Gaziantep	Abdurrahman Şakalar, Turgut Taşolar, Hüseyin Bayır	Abdurrahman Şakalar	Güneşli Mah. Meydana Cad. Kale İş Merkezi No:1/1 K:2	344 41 32244	
Ereğli İlçe Temsilciligi	Ankara	Ali Turhan, İsmail Yalçın	Ali Turhan	Rasim Erel Cad. Kılıçhan İşhanı Kat:2 No:25	332 71 34454	332 71 34454
Erzincan Temsilciligi	Ankara	Ayhan Uygun, Recep Karataç, Ümit Aykan	Ayhan Uygun	Ordu Cad. Selimoğlu İşhanı No: 222	446 21 42212	446 21 42212
Erzurum Temsilciligi	Ankara	Namiye Sınırkaya, Emre Doğan, Halil Yalçınkaya	Namiye Sınırkaya	Vani Elendi Cad. Fırat İşmerkezi No:4 Daire:1 Yakutiye/Erzurum	442 23 84077	442 23 84077
Fethiye İlçe Temsilciligi	Denizli	Veil Öner, Sermet Mustafa Ünal, Muzaffer Lük, Damla Olgun	Veil Öner	Tuzla Mah. 557. Sokak Emelim Yapı Koop. No:9 D:3	252 61 23040	252 61 23040
Fineke İlçe Temsilciligi	Antalya	Doğan Yıldırım, Ramazan Oktay	Doğan Yıldırım	Cumhuriyet Cad. Sanbey İşhanı K: 1/2	242 85 55434	
Gebze İlçe Temsilciligi	Kocaeli	Veysel Suludere, Murat Korkmaz, Murat Çiftçi, Mehmet Cüneyt Tufekçioğlu, Pınar Demir	Veysel Suludere	Timmob Binası Adliye Cad. No: 25 0262 6444825	262 64 32805	262 64 44826
Gemlik İlçe Temsilciligi	Bursa	Aziz Cem Erbakan, Fatih Ulaşmış, Mustafa Öztürk, İsmail Hakkı Canus	Aziz Cem Erbakan	İstiklal Cad. İrmak Sk. Batum İşh. K:1 No:8 Gemlik/Bursa	224 51 33177	224 51 33177
Giresun Temsilciligi	Trabzon	Tacetin Özkılıç, Beytullah Özbayram, Mustafa Yakarışık	Tacetin Özkılıç	Hacımkat Mah. Cemal Gürsel Cad. No:77/B	454 21 60488	454 21 60488
Gölcük İlçe Temsilciligi	Kocaeli	Hayri Saral, Recep Vastı Sıvış, Güracan Deniz	Hayri Saral	Merkez Mh. 19 Mayıs Cd. N:2/D Gölcük	262 41 23865	262 41 23215
Gümüşhane Temsilciligi	Trabzon	Hakan Bılgıç	Hakan Bılgıç	Karaer Mah. Atatürk Cad. No:60 K:2	456 21 31678	456 21 31678
Hakkâri Temsilciligi	Diyarbakır	Adem Çatdı, Özgen Çaman, Hamdullah Temel, Evren Taş	Adem Çatdı	Telekom İl Müdürlüğü Tekre Karvsağı	438 55 51000	438 55 51000
Hatay Temsilciligi	Adana	Ali Doran, Hasan Horoz, Mustafa Temiz, Cem Hüzneli, Adnan Orukoğlu	Ali Doran	Armütü Mah. Uluk Sokak No:28	326 22 53300	326 22 51300
İğdır Temsilciligi	Trabzon	İbrahim Aktaş	İbrahim Aktaş	Soğulu Mah. Rıza Yalçın Cad. Mevlana Sok. No:8	476 22 61853	476
İnegöl İlçe Temsilciligi	Bursa	Doğan Temizkan, Sinan Özcan, Metin Balaban	Doğan Temizkan	Osmaniye Mh. Şebboy Cd. Ortide Sokak No: 3	224 71 23659	224 71 23651
İskenderun İlçe Temsilciligi	Adana	Ahmet Bülent Bozdoğan, Kenan Sapmaz, Cemil Reyhaniye, İler Tellioglu	Ahmet Bülent Bozdoğan	Çay Mah. Tayfur Sokmen Bulvarı İskenderun Plaza No:19 K:1 D:41	326 61 36382	
İsparta Temsilciligi	Antalya	Güler Merdan, Melahat Inclı Alay, Yavuz Büyükbayram	Güler Merdan	Yayla Mah. 130. Cad. No:10 Gürcan Apt. Kat 1	246 21 83352	246 21 83352
Kadıköy İlçe Temsilciligi	İstanbul	Recep Cem Erkanlı, Hüseyin Orman, Mahmut Serhat Demirhan, Saadet Nurullah Gülec, Nermi Vardi Karal	Recep Cem Erkanlı	Kozyatağı Mah. Çardak Sok. Şaşmaz Sitesi B1 Blok No:2 Daire 10	216 38 99595	216 38 99464
Kahramanmaraş Temsilciligi	Gaziantep	Bahattin Uyulucu, Bünyamin Sağlam, Mustafa Şekelli, Kalender Korkmaz, Ahmet Serdar Yılmaz	Bahattin Uyulucu	İsmetpaşa Mah. Yeni Hükümet Cad. No:18 Fatih İşhanı K:3/11	344 22 59609	344 22 19955
Karabük Temsilciligi	Kocaeli	Mehmet Erol, Ahmet Bürümcek, Sadık Kelenci	Mehmet Erol	Hürriyet Cd. Makro İşhanı Kat: 3/1	370 41 31055	370 42 47764

Karadeniz Ereğli Temsilciliği	Kocaeli	Mehmet Ali Karanfil	Muflu Mah. Yemeniciler Sok. No:22 Kat:3 No:15	372 3230838	372 3235600
Karaman Temsilciliği	Mersin	Bunyamin Selvi	Tahsin Ünal Mah. Fatk Kayseriliolu Cd. Çatkarlar İşh. K. 3	338 21 49494	338 21 33000
Kars Temsilciliği	Trabzon	Nizamettin Kara	Aras Edaş Karal İl Müdürlüğü	474 2251119	474 2251102
Kartal İlçe Temsilciliği	İstanbul	Ali Ilykan	Üsküdar Cad. Uras İş Merkezi No:18/4	216 3877033	216 3877033
Kastamonu Temsilciliği	Ankara	Metin Uzunkara	Topçuoğlu Mah. Belediye Cad. Ekmeççiler İş Merkezi K:1 No:1 6/5 Merkez/ Kastamonu	366 21 47030	366 21 43562
Kayseri Temsilciliği	Ankara	Mehmet Erdoğan	Serçeönü Mah. Ahmet Paşa Cad. Mühendisler İşhanı K:7 No:702	352 2318181	352 2318294
Kemalpaşa İlçe Temsilciliği	İzmir	Mükremin Zülkadıroğlu	İzmir Kemalpaşa Organize Sanayi Bölgesi Gazlı Bulvarı No:15 Kemalpaşa /İzmir		
Keşan İlçe Temsilciliği	İstanbul	Ömer Bağcıoğlu	Şenitlik Cad. Şenitler Geçidi Beyazoğlu Apt. No:10 K:3	284 71 49832	284 71 48595
Kilis Temsilciliği	Gaziantep	Mehmet Aşkın		505 2947891	
Kırkkale Temsilciliği	Ankara	Niyazi Çopur	Yenidoğan Mah. Barbaros Hayrettin Cad. Özak Pasajı No:8 K:3	318 2254046	318 2253777
Kırklareli Temsilciliği	İstanbul	Ömer Ulusoy	Karakas Mah. Yeni Garpınar Pasajı K:2 No:48	288 21 22701	288 21 22701
Kuşehir Temsilciliği	Ankara	Mustafa Akgöl	Abi Evran Mahallesi M.Ali Yapıcı Bulvarı Kuşehir Apt. Kat:5 N:23	386 21 25858	386 21 25858
Konya İlçe Temsilciliği	Ankara	Ali Kemal Başaran	Niğatışah Mah. Nuve İş Mktz. B Blk. K:7 No:704	332 2338453	332 23388799
Kuşadasi İlçe Temsilciliği	İzmir	Ergün Sakarya	Cumhuriyet Mah. Minare Sokak No:22 Kat:1 D:2	533 6005543	
Kütahya Temsilciliği	Eskişehir	Yaşar Yarmaz	Atatürk Bulvarı Ali Kalfa Çarşısı 2 Blok K:3/1	274 21 60042	274 21 60042
Lüleburgaz İlçe Temsilciliği	İstanbul	Yaman Uçar	Yeni Mah. Fatih Cad. No:35 K:2	288 41 28043	288 41 28043
M.Kemalpaşa İlçe Temsilciliği	Bursa	Kemal Şenşiş	Sarıbey Mah. Demireliler Cd. No:2 Kat:2	224 61 34679	
Malatya Temsilciliği	Diyarbakır	Hatice Biçe Aksoğan	Niyazi Mahallesi Mısırtı Cad. Topçuoğlu Apt. No:201/1 No:11	422 3259320	422 3259320
Manavgat İlçe Temsilciliği	Anıalya	Abdullah Cengiz	Atatürk Caddesi Eryıldız İş Merkezi K:3 No:44	242 7430006	242 7430006
Manisa Temsilciliği	İzmir	Demirhan Gözoğan	1. Anafartalar Mh. 1701 Sk. No:9/A	236 23 45809	236 23 45809
Mardin Temsilciliği	Diyarbakır	Neslihan Çiçek	Karayolları Anka Kültür İş Merkezi K:4 No:15	482 21 24165	482 21 32158
Marmaris İlçe Temsilciliği	Denizli	Fahri Ertinç Ünal	Yunus Nadi Cad. No:86 Armutalan	252 41 35999	252 41 35999
Millas Temsilciliği	Denizli	Emrullah Tuna	Hacı İlyas Mahallesi Ulusal Egemenlik Caddesi Tuna İş Merkezi No:14/8	252 51 30532	252 51 30532
Muğla Temsilciliği	Denizli	Muhsin Tanık Madran	Şeyh Mahallesi İsmet İnönü Caddesi Zihni Derin İşhanı No. 6/01	252 21 48069	
Nazilli İlçe Temsilciliği	İzmir	Mustafa Gürhan Şenbak	Altıntaş Mahallesi 147. Sokak No:5/B	256 31 54438	256 31 54438
Nevesehir Temsilciliği	Ankara	Tamer Kaçak	Yeni Kayseri Cd. Sahil İşhanı K:5 No:66	384 21 27670	384 21 36996
Niğde Temsilciliği	Mersin	İşık Öztürk	Esenbey Mh. Gıray Sk.Bahadır İş Merkezi K:1 No:6	388 23 28553	
Odemiş İlçe Temsilciliği	İzmir	Mele Önbaşı	Akincılar Mah. Kültür Cad. Yağca İşhanı No:42-13	232 5087878	232 5087878
Ordu Temsilciliği	Samsun	Volkan Türkmen	Bahçelievler Mah. Yunus Emre Cad. No:50/A	452 23 38252	452 23 38252
Ortaça Mesleki Denetim Burosı	Denizli	Reşat Kundakçı	Yerbelen Mahallesi Muğla-Fethiye Karayolu Caddesi Tem Elektrik Blok No. 190 1ç Kapı No. 3	252 28 20520	252 28 20520
Osmaniye Temsilciliği	Adana	Fatma Akı	Raufbey Mh. Alparslan Türkeş Cd. Görücüler Sitesi Zemin Kat No:95	328 81 37011	
Polatlı İlçe Temsilciliği	Ankara	Annel Konuk	Cumhuriyet Mah. El Cad. No:63/1	312 62 38207	312 62 38207
Rize Temsilciliği	Trabzon	Mehmet Aygün	Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş. Rize İl Müdürlüğü	464 21 30596	464 21 30607
Sakarya Temsilciliği	Kocaeli	Hidayet Barbaros Akyüz	Karacığaç Cad. Ökaynak İşhanı No:60 K:2	264 2777530	264 2777531
Safranbolu İlçe Temsilciliği	İzmir	Azım Şahin	Mithatpaşa Mah. 18. Sok. No:4 K:2	236 71 39720	236 71 39719
Şanlıurfa Temsilciliği	Diyarbakır	Necati Kırmızıtoprak	Banyasıyru Mah. 147. Sok. Stad Apt. B Blok K:7 No:14	414 31 64527	414 31 64527
Şenitli Köyçhisar Mesleki Denetim Burosı	Ankara	Rüstem Koçak	Ekici Tekke Çeşme Cd. Nevzat Tekin İşh. No:5/4	312 68 79736	312 68 79736
Silivke İlçe Temsilciliği	Mersin	Ekrem Onur Kozan	Saray Mah. Sanatçılar 2 Sk. Mazhar Tol İş Hanı No:21/05	324 71 48325	324 71 48325
Sinop Temsilciliği	Samsun	Koray Keseroğlu	Sakarya Cad. Batır Sok. No:36	368 2613033	
Şırnak Temsilciliği	Diyarbakır	Goman Sanyıldız	Şah Mahallesi Hökenek Caddesi Sanyıldız Pasajı No:27	486 61 69597	
Şişli İlçe Temsilciliği	İstanbul	Mustafa Aydın	Perpa İş Merkezi A Blok Kat: 5 No: 130	212 2205773	212 2207198
Sivas Temsilciliği	Ankara	Ahmet Şenyurt	Sirer Cd. Çitili Apt. K:2 No:8	346 2230933	346 2237429
Söke İlçe Temsilciliği	İzmir	Mustafa Usluyüz	Kemalpaşa Mh. Ömer Koyuncu Cd. No:3/205	256 51 20111	256 51 82871
Soma İlçe Temsilciliği	İzmir	Taylan Onur Zeybekoğlu	E.L.I. Ege Linyitleri Müessesesi Müdürlüğü	236 61 32326	
Tarsus Temsilciliği	Mersin	Nuri Bayülgen	Alatürk Cad. Yeni Ömerli Mah. Eliyeşil Apt. A Blok K:1 No:7	324 61 39833	
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	233 51116247	
Tokat Temsilciliği	Ankara	Doğan Aday	Ali Paşa Mah. Mithatpaşa Cad. No:9 K:3	356 21 20576	
Torbalı İlçe Temsilciliği	İzmir	Hüsamettin Güner	Tepeköy Mh. İnönü Cd. No:58	232 8564490	232 8554867
Tunceli Temsilciliği	Diyarbakır	Yılmaz Gök	Tunceli İl Özel İdaresi Müdürlüğü	428 21 32120	
Turgutlu İlçe Temsilciliği	İzmir	Ercan Arslankeçecioğlu	Yılmazlar Mah. Güneş Sok. No. 29/A	236 31 33775	236 31 40566
Uşak Temsilciliği	Denizli	Biröl Yıldırım	Köme Mh. Belediye İş Hanı K:3 No:161	276 2232005	276 2232005
Van Temsilciliği	Diyarbakır	Süleyman Balkan	Hastane Cad. 1438 Çarşıbaşı Sok. Nedimodabaş Ticaret Merkezi B Blok K:5 No:63	436 21 52725	436 21 52725
Yalova Temsilciliği	Bursa	Engin Çelimbaz	Cumhuriyet Cd. İpekyıldız İş Mrk. No:4/7 Yalova	226 81 13701	226 81 13701
Yozgat Temsilciliği	Ankara	Selcen Gökseki Taşdam	Aşağı Nohulu Mah. Bahattin Çokdeğerli Cad. Zafer İş Merkezi No:11/3	354 21 298687	354 21 29365
Zonguldak Temsilciliği	Kocaeli	Bülent Özgümüş	Tanırkaraoğlu Sokak Birlik İşhanı No:203	372 2524561	372 2524561

FENNİKARİKATÜRLER



Vay be,
kirlilik hiç bu kadar
berrak olmamıştı!..



t..