

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası



ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

elektrik, elektronik, kontrol ve biyomedikal mühendislerinin dergisidir

SAYI: 454 TEMMUZ 2015

ISSN 0013-5402

TEKNOLOJİNİN İNSANİ EVRİMİ: GÖRÜNTÜ İŞLEME

2. Akademik Kamp'tan Yansımalar

Yüz Tanıma Çalışmaları

Türkiye Nasıl Karanlıkta Kaldı?

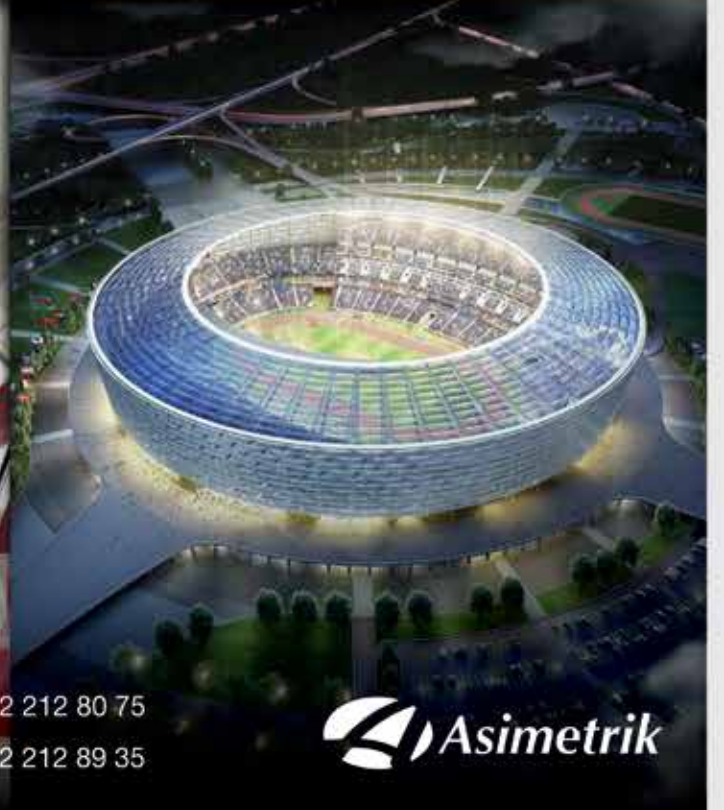
CREATIVE SOUND & LIGHTING FOR ARCHITECTURE

Asimetrik, profesyonel ses, ışık ve görüntü sistemlerinde distribütör, entegratör ve tasarım danışmanı olarak kalitesi ile bilinen ve tercih edilen çözüm ortağıdır.

Referanslarımızdan...

Bakü Olimpiyat Stadyumu, Azerbaycan

• Profesyonel Ses Sistemi • Canlı Yayın Altyapısı • Genel Yayın Sistemi • Görsel Sunum Sistemi • Otomasyon Sistemi



/asimetrikas

www.asimetrik.com.tr

T. : 0212 212 80 75



/asimetrikas

info@asimetrik.com.tr

F. : 0212 212 89 35

 **Asimetrik**

METAL MAHFAZALI MODÜLER HÜCRELER

UMH serisi metal muhafazalı modüler hücreler (12kV - 24kV - 36kV) uluslararası üretim ve kalite standartlarına uygun, orta gerilim dağıtım sistemlerine, uygulama alanlarındaki özelliklerini karşılayacak şekilde üretim yapılmaktadır.



Karanlıkta kalmayın.

Aydınlık geleceğe UYAN'ın



GENEL ÖZELLİKLER

Anma gerilimi kV	12	24	36
Anma yalıtım düzeyi			
50 Hz/1 dak. (kV etkin)	28	50	70
1.2/50µS kV tepe	32	60	80
faz – toprak ve fazlar arası ayırma aralığı	75	125	17
faz – toprak ve fazlar arası ayırma aralığı	85	140	195

Kesme kapasitesi

Kısa süreli	12kV			24kV		36kV	
Dayanım akımı (kA / 1s)	lkh/ith	630 A	1250 A	630 A	1250 A	630 A	1250 A
	16	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	20	✓	✓	✓	✓	-	-
	25	✓	✓	✓	✓	-	-



Uyan Elektrik Mak. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.

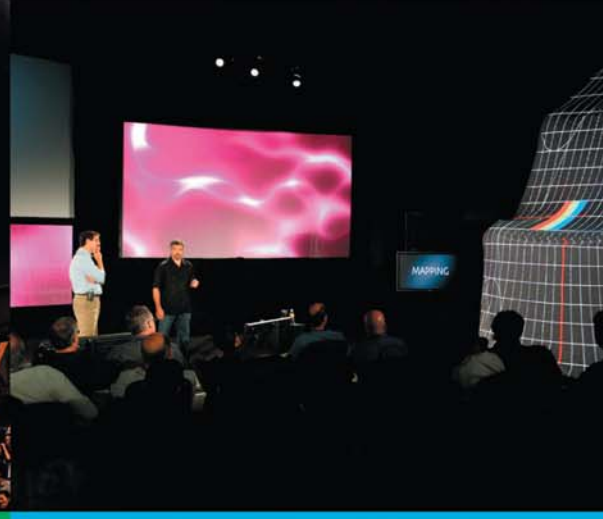
10024 Sokak No:14 I.A.O.S.B. 35620 Çiğli / İZMİR - TURKEY

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

Dalkıran Solar

1975'ten beri

Enerjinin Geleceği

Dalkıran Solar Yenilenebilir Enerji Elektrik Taahhüt Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Demirciler Sitesi 5. Yol No:75/1 Zeytinburnu / İstanbul

Tel: +90 (212) 546 2141 (Pbx)

Fax: +90 (212) 510 1158

e-Posta: info@dalkiranlar.com



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 DİRENÇİ - POWER FACTOR TEST)
- TRANSFORMATÖR YAĞ TESTLERİ
(DELİNME GERİLİMİ - İÇ YÜZEY GERİLİMİ - GÜÇ FAKTÖRÜ
RENK TAYİNİ - VİZKOZİTE - SU MİKTARI- TOPLAM ASİT)
- 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
Bahadır Acar
İrfan Şenlik
İbrahim Aksöz
Erdal Apaçık
Abdullah Büyükişiklar
Neriman Usta
Cengiz Göltaş
Gültekin Türkoğlu
N. Bülent Damar
Necati İpek
E. Orhan Örcü
Belgin Türkay
Musa Çeçen
Cem Kükey
Tuncay Atman
Olgun Sakarya
Kemal B. Ulusaler
Hamza Koç
Tayfun Akgül
Hacer Öztura
Tarık Öden
Fatih Kaymakçioğlu
Mehmet Bozkırhoğlu
Yılmaz Kocaoğlu
Emre Metin
Onur Koçak

YAYIN YÖNETMENİ
Banu SALMAN

YAYINA HAZIRLAYANLAR
Kahraman YAPICI
Necla 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
13 Temmuz 2015-09:00
SAYI: 454

BASIM ADEDİ
20000

Kapak görseli
http://www.rividium.com/Biometrics.aspx
adresinden alınmıştır

DİZGİ ve TASARIM
PIR

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: piratld@gmail.com

BASKI YERİ
MATTEK MATBAACILIK
Basım Yayın Tanıtım Tic. San. Ltd. Şti.
Ağaç İşleri San. Slt. 1354 Cad. (21.Cad.)
1362 Sok. (601 Sok.) No:35 İvedik/ANKARA
Tel: (0312) 433 23 10 Pbx Faks: (0312) 434 03 56
e-posta: mattekmatbaa@yahoo.com.tr

Dergede yer alan yazılar EMO'dan izinsiz
yayınlanamaz ve alıntı yapılamaz. Yayınlanan
yazılardaki görüşler, yazarın sorumluluğundadır.
EMO üyelerine parasız dağıtılır.

İÇİNDEKİLER

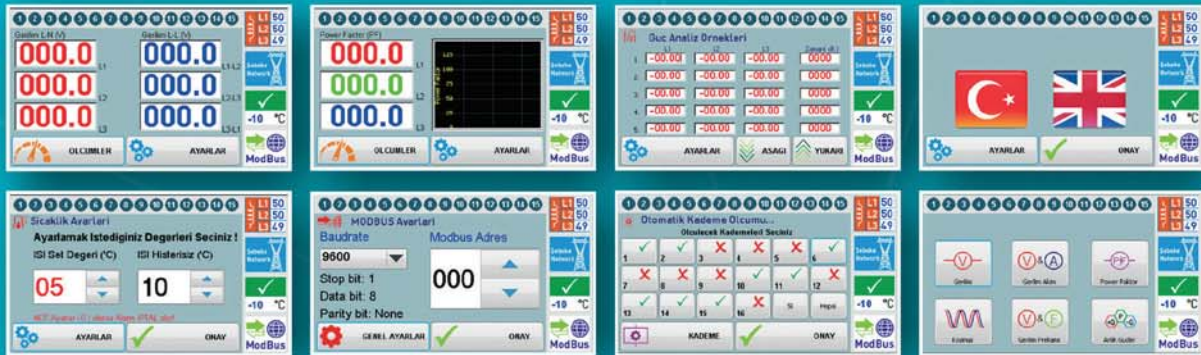
EMO'dan...	7
Hüseyin Yeşil	
"GÖRÜNTÜ İŞLEMEDE İLERİ UYGULAMALAR" MASAYA YATIRILDI	9
Kahraman Yapıcı	
TAKİYEDDİN BİN MAR'UF'A "2x2 KAÇ EDER" DİYE SORDUK	11
Mümin Ceyhan	
YÜZ TANIMA ÇALIŞMALARI	16
Tayfun Akgül	
YÜZ TANIMA: YERLİ ÇÖZÜMLER ve TEKNOLOJİLER	19
Muhittin Gökmen	
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ'NDE UZAKTAN ALGILAMA ÇALIŞMALARI	22
Seniha Esen Yüksel, Sefa Küçük, Erdinç Güneş, Mustafa Boyacı, Kemal Gürkan Toker	
SIKIŞTIRILMIŞ SINYALLERİN GERİ ÇIKARIMI	25
Arif Nacaroğlu	
TIBBİ GÖRÜNTÜLERİN İŞLENMESİ, TANIYA YARDIMCI YAZILIMLAR ve RADYOLOJİ İŞ İSTASYONLARI	27
Alper Selver	
TÜRKİYE NASIL KARANLIKTA KALDI?	32
Nedim Bülent Damar, Emre Metin	
BÖLGESEL ÇÖKÜNTÜDEN ULUSAL ÇÖKÜŞE	36
Banu Salman	
1977'DEN BİR KESİNTİNİN ÖYKÜSÜ	40
E. Orhan Örcü	
SİNOP NÜKLEER KARŞITI MİTİNG İZLENİMLERİ	49
Teoman Alptürk	
ULAŞIM SİSTEMİNDE ÇAĞDAŞ ve AKILCI ÇÖZÜMLER	51
Cengiz Göltaş	
YÜKSEK GERİLİM GÜÇ KESİCİLERİNDE ANAHTARLAMA MANEVRALARI	54
Özgür Yılmaz	
KİTAP TANITIMI	57
Hazırlayan: Necla Dulkadiroğlu	
FENNİKARİKATÜRLER	64
Tayfun Akgül	



Magic Touch

Yeni Nesil Kompanzasyon

- 5" (12.7 cm) TFT dokunmatik LCD ekran
- CAN Bus haberleşme ile sınırsız kademe
- Power Factor üzerinden kompanze etme
- Mikroişlemci kontrollü SCR Switching.
- 180 Mhz. Micro Controller ARM Cortex M4
- Gerçek zamanlı (RTOS) proses kontrol
- Şebeke ve Jeneratör kompanze kontrolü
- ModBus iletişim protokolü
- 63. Harmoniğe kadar (Gerilim ve Akım) izleme
- Pano içi sıcaklık kontrolü
- Uzaktan izleme
- Alarm çıkışı



EMO'dan...

Hüseyin Yeşil

EMO 44. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı

7 HAZİRAN, HEM TMMOB ve ODALARI HEM TÜRKİYE İÇİN BİR MİLATTIR!

Dergimizin bir önceki sayısının yayımlanmasından bu yana Türkiye'de olup bitenlere ve kendi alanımızda yaşanan gelişmelere baktığımızda; ülkemiz için yeni bir döneme işaret eden 7 Haziran 2015 genel seçimleri başat gündemi oluşturmaktadır. 7 Haziran, 12 yılda giderek otoriterleşen AKP iktidarının gücünün kırılma tarihidir.

Bugüne kadar demokrasi önünde de bir baraj olarak değerlendirdiğimiz seçimlerdeki yüzde 10 barajı karşısında, Hüseyin Yeşil olarak EMO'nun kurullarında, AKP'nin Meclis'teki gücünün kırılması için özellikle de HDP'nin barajı aşması konusunda üyelerimize duyarlı davranmaları çağrısında bulunmuştum. Halkımızın, Türkiye'de demokrasinin gelişmesinden yana tavır alarak, faşizan bir güç karşısında yüzde 10 barajını geçersiz kılan seçmen bilinçliliği göstermesi tüm emek ve demokrasi güçlerini umutlandırmıştır.

Evet, 7 Haziran mücadelede son değil, bir başlangıçtır! Örgütlerimiz ve Türkiye; bir nefes alıp, soluklanmış, mücadelesine yeni koşullarda devam edecektir ve etmelidir.

TMMOB ve odalarının sesini kesip, etkisizleştirmek isteyen iktidar başarılı olamamış ve bizim için yeni bir dönem başlamıştır. Gelmiş geçmiş bütün iktidarlar TMMOB'yi etkisizleştirip, bölüp, parçalayarak yok etmeyi denemişler ve kısmen de başarılı olmuşlardır. Ancak hiç bir iktidar, 12 Eylül faşist rejimi de dahil, son 12 yıldır iktidarda olan AKP kadar TMMOB ve odalarının üzerine gelmemişlerdir. AKP halen iktidar gücüyle TMMOB ve Mimarlar Odası'na yönelik yalan ve tehditlerle saldırısına devam etmeye çalışmaktadır. Bu saldırı karşısında TMMOB'ye bağlı 24 Oda, tek yumruk olarak dayanışma göstermiş; meslek odalarının rant kavgaları karşısında kamu yararını savunmaya devam edeceğini ve susmayacaklarını kamuoyuna deklare etmişlerdir.

Tabii bu baskılar sadece TMMOB ve odalarına yapılmamış; tüm demokrasi güçlerine, gençlere, kadınlara, emekçilere ve onların örgütlerine de, kat be kat uygulanmıştır. Bu baskılara karşı mücadelede, başta Gezi'de olmak üzere çeşitli alanlarda demokrasi mücadelesi veren çok sayıda insanımızı yitirdiğimizi unutmamak unutmayacağız.

İktidar başlattığı enerji üretim santrallerinin özelleştirilmesini giderayak sürdürmeye çalışmaktadır. Sözleşmeler imzalayıp, devirler yapmakta, yeni santralleri özelleştirme kapsamına atmakta ve enerji bürokrasisinde hızla atamalar yapmaktadır. Kısaca, "Ben buradayım, iktidarım devam ediyor" mesajını vermek istemektedir.

Ne tür bir koalisyon kurulursa kurulsun, EMO olarak mücadelemize 61 yıllık tarihimiz, özellikle 1970'lerden itibaren yürüttüğümüz mücadele pratiklerimizden aldığımız güçle; mesleğimize ve onurumuza sahip çıkmaya ve demokrasi güçlerinin içinde aktif olarak yer almaya devam edeceğiz.

Bu arada, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Taner Yıldız'a Soma'daki tutum ve davranışlarından ötürü açılan disiplin soruşturması sonucunda, Odamız Onur Kurulu'nun verdiği ve daha sonra da TMMOB Yüksek Onur Kurulu tarafında onaylanan, 6 aylık meslekten men cezasını Sayın Bakan'ın yargıya taşınması sonucunda, yürütmenin durdurulması kararı alınmıştır.

Bakan Taner Yıldız, Kayseri'de, basın mensuplarının bu konuda sorduğu bir soruya "Bakalım EMO bu kararı uygulayacak mı?" diye bir cümle kurmuş ve akabinde de "EMO bu kararla itibar kaybına uğramıştır" demiştir. "Kişi karşısındakini kendisi gibi bilir" diye bir deyim vardır. Evet, Enerji Bakanlığı uygulamalarına özellikle de özelleştirme uygulamalarına karşı açılan davalar sonucunda yargının verdiği çok sayıdaki yürütmenin durdurulması kararı AKP iktidarı tarafından uygulanmamıştır.

Biz yargı kararını uyguladık ve bunu kendisine de bildirdik. Ancak dava devam etmektedir.

Yaz döneminden önce, dönem başında planladığımız sempozyum ve kongrelerimizi planlanan tarihlerde gerçekleştirdik. 2 aylık aradan sonra Eylül 2015'ten itibaren planladığımız diğer etkinliklerimizi de gerçekleştireceğiz. İktidarın tüm engellemelerine karşı üyelerimizin desteği ile bilimi ve tekniği halkın hizmetine sunmaya devam edeceğiz.

Bu arada EMO tarihinde ilk defa "Elektriğin Öncülleri" adı altında düzenlediğimiz etkinliğin ilkinin Tesla Sempozyumu olarak gerçekleştirdik. Sempozyuma katılım muhteşemdi. İzmir Şubemizin sekreteryasında düzenlenen bu etkinliğe yüzde 90 genç, üniversite ve lise öğrencileri olmak üzere 1000'in üzerinde kişi katıldı. Yurtdışından ve yurtiçinden sunum yapan değerli akademisyenlere ve sempozyum kurullarında yer alan bütün arkadaşlara teşekkür ederim.

Bu arada canımızı sıkan bir gelişme ise yeni yayımlanan Asansör Yönetmeliği'ne ilişkin hazırlık çalışmalarında, bu alanda faaliyet gösteren kardeş odamızın takındığı tutum ve davranıştır.

Yıllardır asansör denetimlerini birlikte yaptık. Ve bu denetimlerde bir elektrik mühendisi ve bir makine mühendisi birlikte görev yaparlar ve hazırlanan rapora da birlikte imza atarlardı. Ve bu rapor belediyeye bu şekilde teslim edilirdi.

Ancak bu yönetmeliğe ilişkin TMMOB görüşünün hazırlanması için TMMOB'de yapılan toplantıda kardeş odamız sözcüleri tarafından, EMO'nun "A Tipi Muayene Kurulu" olmaması öne sürülerek; Bakanlık karşısında eşit düzeyde olmadığımız ve piyasanın asansör denetim ve bakım işlerinde 2 mühendisin maliyetini karşılayamayacağı dile getirilerek, bu işlerde ya bir makine ya da bir elektrik mühendisinin tek başına görev yapmasının daha doğru olacağı dile getirilmiştir. Biz buna şiddetle karşı çıkarak "Odalarımızın görevi piyasa çıkarlarına göre hareket etmek olmamalıdır" dedik ve toplantıyı terk ettik.

Çünkü asansör, Elektrik ve Makina Mühendisliği disiplinlerinin ortak alanıdır. Burada yapılacak denetim ve bakımlarda iki disiplinden de mühendislerin birlikte çalışması bilim ve teknolojinin gereğidir.

Dolayısıyla bakanlığa TMMOB'den ortak görüş yerine, iki oda ayrı ayrı görüşlerini gönderdi.

Bakanlıkta yapılan toplantıda da bütün itirazlarımıza karşı kardeş odamız temsilcileri yukarıda belirttiğimiz Bakanlık ve piyasa önerilerinin altını imzalamıştır. Ve tutanak temsilcimizin ilgili maddelere ilişkin muhalefet şerhi ile bakanlığa gönderilmiştir. Ve de yönetmelik Haziran ayının ilk günlerinde bu şekilde yayımlanmıştır.

Bu konuda mesleğimizin ve meslektaşlarımızın haklarını yargı da dahil olmak üzere her platformda savunmaya ve gerekli girişimlerde bulunmaya devam edeceğiz.

Gönül isterdi ki iktidarın odalarımız üzerinde sürdürdüğü bunca baskı karşısında meslekçi reflekslerimizi öne çıkarmadan birlikte hareket etmeyi sağlayabilseydik. Üzüntümüz bunun yapılamamasındadır.

Yol arkadaşlığı yaptığımız kardeş odamızın bu tutum ve davranışlardan bir an önce vazgeçmesini umut ediyoruz.

TMMOB içinde bu tür tartışmaları olumlu sonuçlandırmak için üzerimize düşen her türlü sorumluluğu yerine getirmeye hazır olduğumuzu belirtmek isterim.

Meslektaşlarımıza olumlu bir gelişme olarak da Ege Üniversitesi ile Teknolojik ve Bilimsel İşbirliği Protokolü imzaladığımızı duyurmak isterim. EMO'nun yayımladığı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimine Ait Elektrik Mühendisliği Hizmetleri Yönetmeliği çerçevesinde tanımlanan mühendislik hizmetlerine yönelik olarak üyelerimize ortak eğitim verilecek.

Üyemiz olan meslektaşlarımız, yeni iş alanı olarak, yönetmelik kapsamında verilecek eğitimlerin ardından yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimine ilişkin elektrik mühendisliği hizmetlerini serbest müşavir mühendis olarak yürütebilecekler. Bu alanda elektrik mühendisi olmayan kişilerin dahi faaliyet gösteriyor olması önlenerek; elektrik mühendislerinin iş alanlarına sahip çıkılırken, diğer yandan da bu alanda yanlış ve yetersiz kurulum, projelendirme gibi sorunlar nedeniyle ülkemiz ve yurttaşlarımız açısından oluşabilecek kayıp ve zararların da önüne geçilmiş olacaktır.

Dergimizin hazırlıklarının tamamlanma aşamasında enerji alanının ve kamuoyunun gündeminde önemli yer tutan kayıp ve kaçak bedeli konusunda 1 Temmuz 2015 tarifesinin açıklanmasıyla yeni bir "rant aktarımı" ortaya çıkmıştır. Elektrik Mühendisleri Odası olarak, halktan gizlenen dağıtım şirketlerinin kayıp ve kaçak hedeflerinde değişiklik yapıldığını kamuoyuna açıklayarak, bu kararın derhal geri alınmasını istedik. AKP'nin giderayak TBMM'den geçirdiği torba yasa ile yapılmasını sağladığı dağıtım şirketlerine rant aktarımı içeren bu uygulamanın sonucunda mesken kullanıcılarından kilovat saat başına tahsil edilen kayıp ve kaçak bedeli yüzde 39.5 zamlandırıldı. Bu uygulamadan derhal vazgeçilmesini talep ediyoruz.

Dergimizin bu sayısının hazırlanmasında emeği geçen tüm meslektaşlarıma, değerli akademisyen hocalarımıza ve Odamız Basın Birimi'nde görevli arkadaşlarıma teşekkür ederim.

7 Haziran'dan sonra oluşan yeni dönemde birlikte mücadele etmek dileğimle...

Saygılarımla,

EMO, Genç Bilim Adamlarını 2. Akademik Kamp'ta Buluşturdu...

“GÖRÜNTÜ İŞLEMEDE İLERİ UYGULAMALAR” MASAYA YATIRILDI

Kahraman Yapıcı

EMO Basın- Elektrik Mühendisleri Odası'nın (EMO) “Görüntü İşlemede İleri Uygulamalar ve Son Gelişmeler” başlığı altında düzenlediği 2. Akademik Kamp, İzmir Şirince'deki Nesin Matematik Köyü'nde 16-19 Nisan 2015 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Kamp, görüntü işleme alanında çalışan EMO üyesi yüksek lisans ve doktora öğrencileri ile bu alanda çalışan uzman akademisyenleri bir araya getirdi. Görüntü işleme alanında tez çalışması yürüten 36 farklı üniversiteden 52 doktora ve yüksek lisans öğrencisinin katıldığı kampta, 11 farklı üniversiteden 14 uzman akademisyen 17 farklı seminer ve ders gerçekleştirdi. Sabahın erken saatlerinde başlayan kamp çalışmaları, gece geç saatlere kadar devam etti.

2. Akademik Kamp çalışmalarına, 16 Nisan 2015 tarihinde saat 09:00'da açılış töreni ile başladı. Açılışta ilk olarak konuşan Elektrik Mühendisleri Odası Müdürü Emre Metin, kamp çalışmalarına ilişkin temel bilgileri katılımcılara aktardı. Metin'in ardından kürsüye gelen EMO Yönetim Kurulu Başkanı Hüseyin Yeşil, kamp çalışmalarına katkı veren EMO Meslek İçi Sürekli Eğitim Merkezi (MİSEM) Komisyonu Başkanı Orhan Örüçü, Prof. Dr. Tayfun Akgül ve kampa ev sahipliği yapan Nesin Vakfı'na teşekkür etti. EMO'nun akademi dünyası ile daha yakın ilişki kurmayı hedeflediğine dikkat çeken Yeşil, ikincisi yapılan akademik kampı tekrarlamak istediklerini kaydetti. Yeşil'in ardından

kürsüye gelen Orhan Örüçü ise konuşmasında daha önce düzenlenen akademik kampa ilişkin bilgi aktardı. Etkinliğe 36 farklı üniversiteden katılım sağlamanın önemine işaret eden Örüçü, kampta yer alan 20 kadın akademisyeni de kutladı. Akademik kampların farklı konularda tekrarlanması için çalışmalar yürütüldüğünü ifade eden Örüçü, Prof. Dr. Murat Eyüpoğlu ile birlikte “Manyetik Görüntüleme”, Prof. Dr. Bülent Ertan ile “Elektrik Makineleri ve Güç Elektroniği” ve Doç. Dr. Neslihan Şengür ile “Yapay Sinir Ağları” konularında kamp düzenlenmesi için çalışmalar yürütüldüğünü bildirdi.

Örüçü'nün ardından konuşan İstanbul Teknik Üniversitesi'nden (İTÜ) Prof. Dr. Tayfun Akgül ise bir önceki kamp çalışmalarına değinerek, “çok keyifli” bir çalışma sürecinin yaşandığını kaydetti. Akgül, akademik kamplarda daha sıcak ilişkiler yaratılmasının çalışmaların ivmesini artırdığına dikkat çekti. Nesin Vakfı'na Matematik Köyü'nde yarattığı çalışma ortamı için teşekkür eden Akgül'ün konuşmasını tamamlamasının ardından, genç akademisyenler kendilerini tanıtarak, yaptıkları çalışmalara ilişkin bilgi aktardı.

Akademik Kamp'ın ilk dersi, MEF Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Muhittin Gökmen'in sunumuyla “Yüz Tanıma” başlığı altında yapıldı. Gökmen sunumunda konunun genel çerçevesini çizerken, dünyada ve Türkiye'deki ileri uygulamalara ilişkin bilgi aktardı.



“Bilim Etiği” Vurgusu

Prof. Dr. Tayfun Akgül “Bilim Etiği”, Çukurova Üniversitesi’nden Prof. Dr. Hamit Serbest ise “Bilim, Mühendislik ve Öğretim Kurumları” başlıklı sunumlarını gerçekleştirdiler. Bu sunumlarda genç akademisyenlerin meslek hayatlarında karşılaştıkları sorunlara değinilerek, dikkat etmeleri gereken etik kurallar hatırlatıldı. Sunumlarda öğretim ve bilim kurumlarında yaşanan yozlaşma anlatılırken, bilimsel özgürlüğün sağlanması için genç akademisyenlere düşen görevlerin altı çizildi.

Bu sunumların ardından Prof. Dr. Tayfun Akgül tarafından “Yüzsüz Yüz Tanıma” başlıklı ders verildi. “Yüz Tanıma” konusunun sanatsal boyutlarıyla bağlantı kurulan sunumda, düşük çözünürlüklü görüntülerden nasıl yüz tanıma yapılabilirliğine ilişkin ayrıntılara yer verildi. Akgül’den sonra günün son dersi Bilkent Üniversitesi’nden Prof. Dr. Enis Çetin tarafından “Orman Yangını Bulma, Örüntü Tanıma, Mikroskop Görüntülerinin İşlenmesi” başlığı altında sunuldu.

Genç Akademisyenlerden Bilim Tarihine İlgi

Kampın ikinci gününde ilk olarak EMO Bilimsel Dergi Yayın Kurulu Üyesi Prof. Dr. Altay Güvenir tarafından “EMO Bilimsel Dergi Tanıtımı” gerçekleştirildi. Dergi çalışmalarına ilişkin bilgi verilen sunumda, genç akademisyenlerden katkı istendi.

Fatih Sultan Mehmet Vakfı (FSMV) Üniversitesi’nden Prof. Dr. Atilla Bir tarafından yapılan “Öklid’ten Nasreddin Tusi’ye, Tusi’den Uluğ Bey’e Bilim” başlıklı sunum ilgiyle takip edildi. Genç akademisyenlere bilim tarihine ilişkin bilgiler aktarılan sunumda, tarihsel düzlemi içerisinde bilim adamlarının çeşitli keşiflerine ve şaşırtıcı çalışmalarına yer verildi.

Öğleden sonra dersler, Boğaziçi Üniversitesi’nden Prof. Dr. Aysin Ertüzün tarafından “Doku Analizi ve Örüntü Tanıma” başlığı altında yapılan sunumla başladı. Bu sunumda görüntü işleme tekniklerinin endüstride kullanımına ilişkin örneklerle yer verilerek, kumaş üretiminde kalite kontrolünün zahmetsiz ve hızlıca yapılmasına ilişkin uygulamaya

ilişkin bilgiler katılımcılara aktarıldı. Başkent Üniversitesi’nden Yrd. Doç. Dr. Emre Sümer ise “Görüntü İşleme Teknikleri ile 3-B Bina Modelleme” başlıklı dersi verdi. Günün son dersi Nesin Matematik Köyü’nden Prof. Dr. Ali Nesin tarafından “Mühendisler ve Matematik; Sayı Ne Demektir?” başlığı altında yapıldı.

Biyometri, Eylem ve Bağlam Tanıma...

18 Nisan Cumartesi günü MEF Üniversitesi’nden Yrd. Doç. Dr. Berk Gökberk, “Biyometri” başlıklı sunumunu gerçekleştirdi. Kişilerin ayırt edici özelliklerinin tespit edilerek, kimliklerinin belirlenmesine ilişkin tekniklerin anlatıldığı sunumda, bu alanda gerçekleştirilen ilginç uygulamalar ve Türkiye’de yapılan çalışmalara yer verildi.

Gaziantep Üniversitesi’nden Prof. Dr. Arif Nacaroglu’nun “Sıkıştırılmış Sinyallerin Algılanması” başlıklı sunumunda ise görüntülerin işlendikten sonra saklanması ve gerektiğinde yeniden oluşturulmasına ilişkin çalışmalar ortaya konuldu.

Galatasaray Üniversitesi’nden Yrd. Doç. Dr. Özlem Durmaz İncel’in “İnsan Eylemi ve Bağlam Tanıma” konulu sunumunda cep telefonu gibi mobil teknolojiler kullanılarak insan eylemlerinden kimlik ve konum belirlemeye ilişkin yürütülen çalışmalara değinildi. Bu sunumun ardından ODTÜ Görüntü Analizi Uygulama ve Araştırma Merkezi (OGAM) Müdürü Prof. Dr. A. Aydın Alatan’ın katılımıyla “Ardaşık Görüntülerden Sahne Derinliği Kestirimi” başlıklı ders gerçekleştirildi.

Kampın son gününde ise Dokuz Eylül Üniversitesi’nden Yrd. Doç. Dr. Alper Selver, “Sıradüzenli Sistemlerin Günlük Yaşam Uygulamaları: Kalite Tespiti, Organ Görüntüleme ve Radarla Nesne Tespiti” başlıklı sunumunu yaptı. Bu sunumda görüntü işlemenin sağlık alanında kullanımına ilişkin örnekler yer aldı. Kamp çalışmaları kapsamında son olarak İTÜ’den Doç. Dr. Hazım Kemal Ekenel’in sunumuyla “İçerik Tabanlı İmge ve Video Çıkarımı” başlıklı ders düzenlendi. Kamp çalışmaları Efes Harabeleri’ne ve Şirince Köyü’ne yapılan gezi ile tamamlandı. ■



EMO, 2. Akademik Kamp'ı Nesin Matematik Köyü'nde Gerçekleştirdi...

TAKİYEDDİN BİN MAR'UF'A “2x2 KAÇ EDER” DİYE SORDUK

Mümin Ceyhan
Elektrik Mühendisi



Şirince, Ege Bölgemizde “şirince” bir köy. Tarihle yaşıyan Selçuk İlçemizin 8 kilometre uzağında; acıların çokça yaşandığı bir mübadele köyü. Şimdilerde acılar, yerini turizmin o renkli yanına bırakmış.

Sözünü etmek istediğim Şirince değil; Şirince'nin içinde, Şirince'den de “şirin”, yapay bir köy. Yani köy içinde bir köy... Nesin Matematik Köyü...

Şirince girişinden hemen sola dönünce, anlaşılması zor üç yol görürsünüz. Bu üç yoldan en dar ve en “köylü yol”, sizi Nesin Matematik Köyü'ne götürür. Ama sanmayın ki harika bir asfaltta yol alacağınızı ya da hiç değilse parke bir yol olacağını...

Tam aksi, toprak ve iki aracın geçmesine olanak vermeyen daracık bir yol. Sanki bu köye öyle kolay gelinmez; burada her şey “kent içinde şatafat yoktur” mesajını veriyor gibidir. Köyü bulup aracınızı bir yerlere park edersiniz. Köye genellikle insanlar Şirince'den bir km yolu yürüyerek gelirler.

Köye girişte sizi muhtarlık binası, çeşitli sanat yapıtları yontular ve Köye katkı koyanların büyükçe bir listede isimleri yazılı tabelası karşılar. Tarihi zannedilecek Köyün tarihi ise aslında çok yenidir (Kuruluş Tarihi: 2007). Düşünce mimarı Ali Nesin, şimdilik orada dersler vermektedir. Köyün uygulama mimarı Sevan Nişanyan ise hapistedir. Gerekçe ise (aşağı yukarı) Tabiat Varlıkları Koruma Kanunu'na aykırı davranmaktır. Bu mimar, Şirince'yi dünyaya armağan etmiş, şimdi cezasını çekmektedir. Nişanyan, Matematik Köyü'nün karşısındaki kayalara sembolik, mitolojik, mezar anıtını yapmış. Dahası, bu anıt mezar için de yargılanmaktaymış.

2. Akademik Kamp Şirince'de Yapıldı

Şimdi gelelim sadece: Bizim Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) bu Matematik Köyü'ne bir süredir takmış vaziyette... Hiç işi gücü yokmuş, sanki üstlerine vazifeymiş gibi Bilimsel Dergi çıkarıp bunu uluslararası geçerliği olan bir

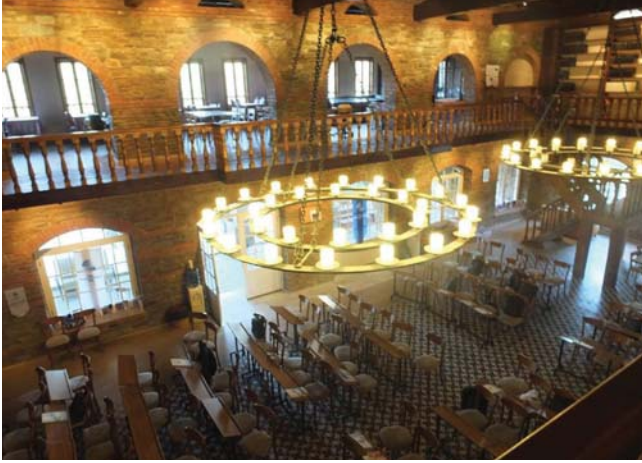
şekle sokarak, bilim dünyasına katkı yapma sevdasına düşmüş. Altı ayda bir çıkan bu dergi, yedinci sayısına ulaşmış. Bu derginin omurgasını oluşturan bilim insanları ise böyle zamanlarda Matematik Köyü gibi yerlerde aydınlatma söyleşileri yapar olmuşlar. Bunun için de 16-19 Nisan 2015 tarihinde, Şirince'de EMO 2. Akademik Kampı yapmaya karar vermişler. Kampa, EMO tarafından, 36 üniversiteden 52 yüksek lisans ve doktora öğrencisi (20 Kadın, 32 Erkek) davet edilmiş. Ayrıca 11 farklı üniversiteden 14 değerli öğretim üyesini de unutmayalım. 4 gün süren sabah saat 09.00'dan, akşam saat 22.00'lara kadar süren seminer ve ders programı düzenlediler. Yüksek düzeyde ve genç beyinlerin, o doyumsuz, güzel sorularla bilgi edinmenin doruğuna ulaştığı bu programa katılmak benim için de ayrıcalıktı. Bu yıl yapılan akademik kampın konusu, “Görüntü İşlemede İleri Uygulamalar ve Son Gelişmeler” idi.

İsteyenin EMO kanalı ile katılabileceği bu etkinliğe, EMO Bursa Şubesi'ni arayarak ben de dahil oldum.

16 NISAN 2015 PERŞEMBE	09:00-10:00 Tansima EMO ve Kamp Hakkında Birkaç Soru Prof. Dr. Mehmet Sarıoğlu	10:00-11:00 Bilim, Mühendislik ve Öğretim Kavramları Prof. Dr. Naciye Sarıoğlu	11:00-12:00 ÖĞLE YEMEĞİ	13:00-14:00 Yüz Tanıma Prof. Dr. Mustafa ÖZDEMİR	14:00-15:00 Yüz Tanıma Prof. Dr. Tugay KATIL	15:00-16:00 Yüz Tanıma Prof. Dr. Tugay KATIL	16:00-17:00 Serbest Zaman	17:00-18:00 Serbest Zaman	18:00-19:00 Serbest Zaman	19:00-20:00 Serbest Zaman	20:00-21:00 Serbest Zaman	21:00-22:00 Serbest Zaman
17 NISAN 2015 CUMA	09:00-10:00 EMO Bilimsel Dergi Tanıtımı Prof. Dr. Mustafa ÖZDEMİR	10:00-11:00 Öğretim Üyeleri Tarihçe, Tarih ve Bilim Prof. Dr. Naciye Sarıoğlu	11:00-12:00 ÖĞLE YEMEĞİ	13:00-14:00 Bilgi Analizi ve Değerlendirme Prof. Dr. Tugay KATIL	14:00-15:00 Görüntü İşleme Teknikleri ile 2-D Bilgi Modelleme Prof. Dr. Tugay KATIL	15:00-16:00 Serbest Zaman	16:00-17:00 Serbest Zaman	17:00-18:00 Serbest Zaman	18:00-19:00 Serbest Zaman	19:00-20:00 Serbest Zaman	20:00-21:00 Serbest Zaman	21:00-22:00 Serbest Zaman
18 NISAN 2015 CUMARTESİ	09:00-10:00 Mümin Ceyhan Prof. Dr. Mustafa ÖZDEMİR	10:00-11:00 Siyasetin Gelişimi ve Değerlendirme Prof. Dr. Naciye Sarıoğlu	11:00-12:00 ÖĞLE YEMEĞİ	13:00-14:00 İnsan Kaynakları ve Değerlendirme Prof. Dr. Tugay KATIL	14:00-15:00 Görüntü İşleme Teknikleri ile 2-D Bilgi Modelleme Prof. Dr. Tugay KATIL	15:00-16:00 Serbest Zaman	16:00-17:00 Serbest Zaman	17:00-18:00 Serbest Zaman	18:00-19:00 Serbest Zaman	19:00-20:00 Serbest Zaman	20:00-21:00 Serbest Zaman	21:00-22:00 Serbest Zaman
19 NISAN 2015 PAZAR	09:00-10:00 Serbest Zaman Prof. Dr. Mustafa ÖZDEMİR	10:00-11:00 İnsan Kaynakları ve Değerlendirme Prof. Dr. Naciye Sarıoğlu	11:00-12:00 ÖĞLE YEMEĞİ	13:00-14:00 Sesli Veri ve Değerlendirme Prof. Dr. Tugay KATIL	14:00-15:00 Görüntü İşleme Teknikleri ile 2-D Bilgi Modelleme Prof. Dr. Tugay KATIL	15:00-16:00 Serbest Zaman	16:00-17:00 Serbest Zaman	17:00-18:00 Serbest Zaman	18:00-19:00 Serbest Zaman	19:00-20:00 Serbest Zaman	20:00-21:00 Serbest Zaman	21:00-22:00 Serbest Zaman

Köye Bakış

Önce Köyün atmosferinden, sonra etkinlik kapsamında düzenlenen söyleşilerden inanılmaz etkilendim. Köyün içinde katkılarla yapılan farklı üniteler, misafir ağırlama koşulları; ama ille de kütüphane (aynı zamanda konferans salonu) oldukça görkemli yapıları.



Protesto Kulesi'nin en tepesine çıkıp Şirince'yi ve vadiyi seyretmek doyumsuz güzel; doğal olarak yetiştirilmiş ağaç ve bitki zenginliği... Gencecik lise öğrencilerinin köy içinde özgüvenle dolaşmaları; kendi istekleri ile heyecanla Ali Nesin'in matematik derslerini izlemeleri, sürekli sorular sormaları çok etkileyiciydi...

Bunlar bir yana bizim aydınlatma platformunda neler oldu? Bir kısmını yazmak istiyorum. Bir kısmını diyorum; çünkü bu dört gün süren etkinliğin tamamını buraya sığdırmak, benim entelektüel dağarcığımla mümkün olmayabilir. Onun için algılayabildiğim kadarını yazacağım. İşin kolayına kaçıp kendimi saklamak için de konuyu biraz da mizahi yolla anlatacağım ki anlamadıklarım anlaşılmasın.

Programın başında EMO, Kamp ve Bilimsel Dergi'ye ilişkin bilgileri EMO Yönetim Kurulu Başkanımız Hüseyin Yeşil ve Meslek İçi Sürekli Eğitim Merkezi (MİSEM) Komisyonu Başkanı Orhan Özücü verdi. "Bu tanıtım bilimsel değildi tabii..."

Programda 14 seçkin akademisyenin olduğunu söylemiştik. Bunlar kendi alanlarında yetkin kişilerdi. Onları öğrenciler can kulağı ile dinleyerek sorular sordular salondaki akademik seviyeyi görünce biraz komplekse kapılmadım dersem yalan olur.

Ben diğerlerinden özür dileyerek, izlediğim, anlamaya çalıştığım, programdaki birkaç bilimsel sunumdan söz edeceğim:



Bilimde Aklın Önemi

"Bilim, Mühendislik ve Öğretim Kurumları" başlığı altında EMO Bilimsel Dergi Baş Editörü Prof. Dr. Hamit Serbest yaptığı sunumda, bilimin nasıl yapılması gerektiğini, bilimde nakdin değil aklın önemini vurguladıktan sonra, inançlı insanların da bilim yapabileceğini yalnız, inançla bilimin ayrı düşünülmesini, aklın egemen olmasını bize bir güzel anlattı.

Serbest, öğretim kurumlarındaki gerileme ve yozlaşmayı örneklerle anlattı. Dersi dinleyenler, geldikleri üniversitelerde bunu yaşadıkları için en az Hoca kadar konuya örnekler verdiler. Sorular ve cevaplar, insanın canını acıtacak kadar Türkiye'deki eğitimin kalitesinin durumunu gözler önüne seriyordu. Eski dostlar bu sunumu izlerken, "40 yıl önce devri Süleyman'a haksızlık ettiklerini düşündüler mi acaba?"

Bilim Hırsızlığı

Etkinliğin ilk günü programı kapsamında Prof. Dr. Tayfun Akgül tarafından öğleden önce, "Bilim Etiği" öğleden sonra ise "Yüzsüz Yüz Tanıma" başlığı altında sunumlar gerçekleştirildi.

Akgül, Bilim Etiği sunumuna başladığında ben, Türkiye'de bilimin nasıl yapıldığını anlatacağını sandım. O ise nasıl yapılmadığını, koca üniversitelerde intihal yapmak için "nasıl bilimsel yollar" bulunduğunu anlattı.

Hatta intihal/bilimsel hırsızlık yoluyla kişilerin, Türkiye'de önce profesör, sonra dekan, rektör, becerikli veya yandaş isen nasıl YÖK Başkanlığı'na kadar uzanabileceğini; sizin anlayacağınız bilim hırsızlarının Türkiye'de makbul kişiler olduğunu örnekler vererek anlattı.

Tayfun Akgül'ün öğleden sonraki sunumunda ise, gerçekten bilimsel metotlarla insanların ilk bakışta tanınamayacak fotoğraflarından nasıl tanınabileceği incelendi. Benim Hoca'dan buradaki beklentim; bir önceki sunumunda bahsettiği yüzsüz intihalcilerin kobay olarak kullanacağı yönünde idi. Ama o bütün nezaketi ile bizim tanımadığımız örnekler seçmişti.

Tayfun Hoca'nın ikinci bir şapkası daha var; o şöhreti sınırları çok aşmış bir karikatür sanatçısı. EMO yayınlarından çıkan "Fenni Karikatürler" kitabında da o sözü edilen tiplerden bolca bulunuyor.

Akademik Kamp'ın bu bölümü çok merak uyandırdığı için katılımcıların yanında sunum yapacak diğer akademisyenler de bu bölümü izledi.

Öklid'ten Uluğ Bey'e

Konu başlığı “Öklid’ten Nasireddin Tusi’ye, Tusi’den Uluğ Bey’e Bilim” olan sunum Prof. Dr. Atilla Bir tarafından gerçekleştirildi. Bir, İstanbul Teknik Üniversitesi’nden (İTÜ) emekli; asıl işi elektrik-elektronik, ama şimdilerde İstanbul Üniversitesi’nde bilim tarihi dersleri veriyor.

Öncelikle söylemeliyim ki, beni en çok şaşırtan ve bilgi eksikliğimi besleyen Prof. Dr. Atilla Bir Hoca’nın “Öklid’ten Nasireddin Tusi’ye, Tusi’den Uluğ Bey’e Bilim” konulu sunumu oldu. Hoca bu konulara hobi olarak başlamış ama dünya çapında uzmanlaşmış.

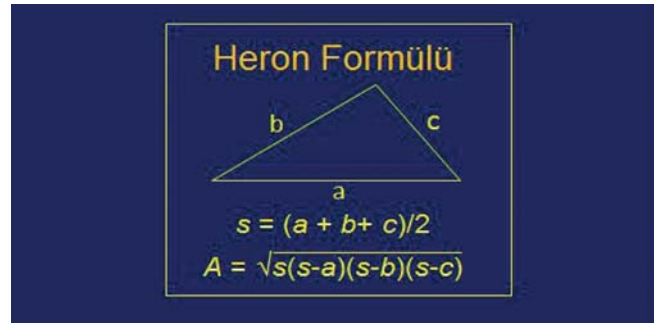
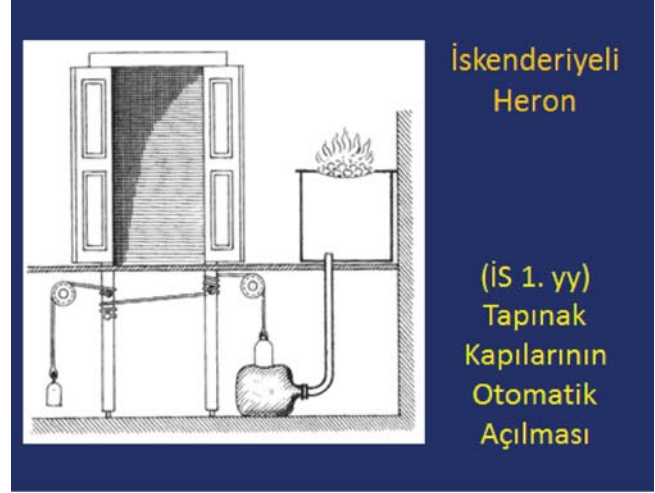


Sunumdan önce görüştüğümüz için kendisi bana, “Sunum başlamadan sana büyük sürprizim var” dedi. Sürpriz daha sonra anlaşıldı. Döneminin en büyük alimlerinden Kadızade-i Rumi, Bursalı ve Bursa’da ilim yapmış. Hoca sunumuna başlarken bizi şaşırttı. Bir, “Biliyor musunuz İslam Tarihi’nde çok büyük bilim adamları ve bunların çok eserleri vardır; Arapça ve çok azı Farsça yazılan bu eserlerin sahiplerinin yüzde 80’i Türk asıllıdır” dedi.

Hoppala! Ben işte bunu bilmiyordum. Dikkatimi daha fazla verdim. Sonra Atilla Bir, başladı bunların yazdıklarını ve bilime yaptıklarını saymaya. Önce Hoca, işi biraz geriye sardı. Büyük İskender’in dünyayı fethetmek için yola çıktığını sonunda ise genç yaşta fetih yollarında ölünce, fethettiği ülkelerin parçalandığını ve bunun dünyada köklü değişikliklere neden olduğunu vurguladı. Helenistik Çağ’ın bunun sonucu olduğunu ve bunun bizim coğrafyamızda da sonuçları olduğunu söylüyordu. Bilimsel düşüncenin ilk kez (M.Ö 330-30) yıllarında Helenistik Dönem’de ortaya çıktığına işaret eden Bir, bu dönemde şehirlerde okul, kütüphane, tiyatro, tapınaklar ve spor tesisleri kurulduğunu belirtti. Sunumdan, Helenistik Çağ’da bilim insanların etnik kökenlerinin sorulmadığı anlaşıyor.

İskender sonrasında (M.Ö 300) Anadolu’da birçok devlet ve medeniyet ortaya çıkıyor. İşte hepimizin yakından bildiği büyük matematikçi Öklid (M.Ö 330- 275) bu dönemde yaşıyor. Öklid’in birçok hipotez ve ispatının yanında, daha sonra bulunan bir yapıtta bu dahinin 2. Kitap, 6 öneri $(a+b)^2 - (2a+b).b + a^2$ ilişkisinin kanıtı gösteriliyor.

Aynı çağda, İskenderiyeli Heron ise (M.S 10-70) bugünkü bilimin öncüsü oluyor ve günümüze 13 kitabı ulaşıyor. Bunlardan günümüze ışık tutan 3 kitap mekanik ile ilgili. Ayrıca “Pnömatik Çalışmaları ve Heron Çeşmesi” de anılmaya değer görülüyor.

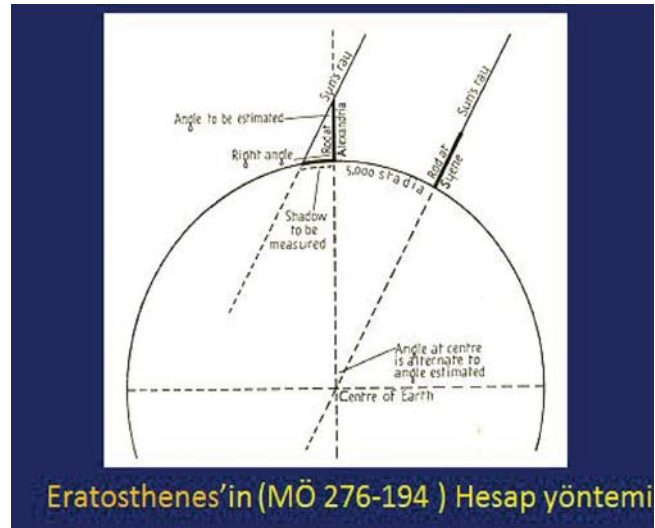


Buhar motoru dediğimiz şeyin işleyiş mantığı ilk kez Heron tarafından ortaya konuluyor. Dahası var ki, otomatik kapılar, robot mekanizmaları, para otomatları Heron’un çalışmalarıdır.

Aynı dönemde Eratosthenes (M.Ö 276-196) oturduğu yerde yüzde 1,6 hatayla dünyanın çevresini buluyor. Bu arada dünyanın tam küre olduğunu da düşünüyor. Günümüzde Dünya’nın düz olduğunu iddia eden İslam alimlerine M.Ö.’ki yıllardan bir ispat.

Antik Yunan’da, Batlamyus, Menelaus gibi bilginler, evrenin sırlarını bilim yoluyla çözmeye çalışıyorlar.

Helenistik Çağ’ın başlattığı bilgi çağı, İslam coğrafyasında da etkisini gösteriyor, (1201-1274) Nasireddin Tusi tarih sahnesinde yerini alarak dünyanın tanınmış bilginlerinden biri oluyor. “Kelam, Felsefe, Hadis ve Matematik” çalışmaları olan Tusibir, meşhur Alamut Kalesi’nde saklanarak çalışmalarını yürütüyor.



Eratosthenes’in (MÖ 276-194) Hesap yöntemi

Eratosthenes (MÖ 276-194) İskenderiye'den çıkmadan Dünyanın çevresini ölçmeyi başarır. Antik Mısır'da Asuan'da Syene olarak adlandırılan şehrin 21 Haziran yaz gündönümünde (Yengeç dönencesi) güneşin tam tepede bulunduğunu biliyordu. Güneş saatini kullanarak öğle vaktinde İskenderiye'deki gölge açısını ölçtü ve güneye doğru $7^{\circ}12'$ olarak buldu ve pusula yardımı ile gölge açısını belirledi.

Dünya'nın tam küre olduğunu varsayar ve İskenderiye Syene'nin kuzeyinde olduğundan aradaki yay farkı oranını $1/50 = 7^{\circ}12' / 360^{\circ}$ olarak bulur. Yani bu iki şehir arasındaki mesafeyi Dünya çevresinin $1/50$ 'si olarak belirler. Firavunun defterdarları tarafından yapılan ölçülere göre iki şehir arası mesafe 5.000 Stadyumdur. Şu halde 1 derece 700 stadyum'dur. Bu durumda Dünya'nın çevresi 252.000 stadyumdur. Antik Mısır'da 1 Stadyum 157.5 metre olduğundan 39,690 km bulur, yani % 1,6 hata ile gerçek dünya çevre uzunluğuna belirler.

Ünlü Maraga Rasathanesi'ni kuran Tusi'nin burada da felsefeden, seksolojiye 400 bin kitabı bulunduğu söyleniyor.

Timur'un torunu Uluğ Bey ise (1393-1449), hükümdarlığı döneminde hem ülkeyi yönetiyor, hem de matematik ve gök bilimleriyle uğraşıyor.

Uluğ Bey Rasathanesi'nde devasa bir ekvatoryal güneş saati bulunmaktadır (1417). Şimdilerde İTÜ'de bu saatin aynısı Prof. Dr. Atilla Bir, Y. Doç. Dr. Burak Barutçu ve Öğr. Gör. Mehmet Erkök'ün tasarımıyla inşa edilmiştir (Tasarım: M. Erkök, M. Barutçu, A. Bir).



Gelelim Kadızade-i Rumi'ye (1364-1436). Bursa Kadısı Mehmet Çelebi'nin oğlu olan Kadızade-i Rumi, Bursa'da gördüğü eğitimden sonra, matematik ve astronomi öğrenmek için Horasan'a gidiyor. Semerkant'daki Rasathane'de çalışıyor. Astronomi ile ilgili birçok eseri bulunan Kadızade-i Rumi'nin Türbesi Semerkant'da yer alıyor.

Aynı dönemde Uluğ Bey'in kuşcusu olan Ali Kuşçu (bu adı oradan gelir) yukarıda adı geçen bilginlerden ders alıyor. Fatih Dönemi'nde gelip Ayasofya Medresesi'nde müderris oluyor ve birçok esere imza atıyor. Fatih Camii'nde restore edilen güneş saati onundur. Ayrıca astronomi ile ilgili birçok eseri bulunmaktadır.

1575 yılında Osmanlı Bilgini Takiyuddin tarafından kurulan gözlem evini bilmeyenimiz, duymayanımız yoktur. Yine bu rasathane kurulduktan kısa bir süre sonra III. Murat tarafından topa tutularak yıkıldığı unutulacak gibi değildir.

Hocamızın ifadesi ile yüzde 80 Türk olan diğer bilim insanlarına baktığımızda; bunların çoğu Osmanlı içinde "tasavvuf, fıkıh, kelam" gibi şeyler öğrenirken, astronomi, matematik gibi pozitif bilimleri öğrenmek için Semerkant'a gidiyor. Çoğunun türbeleri de orada bulunuyor. O zaman da insanın aklına şu soru geliyor:

"Osmanlı'da pozitif bilim yapılmazdı ve aydınlanma Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasını mı bekledi?"

Ali Nesin $2 \times 2 = 4$ Eder

Gelelim Matematik Köyü'nün yaratıcısı Ali Nesin'in matematik sunumuna. Etkinliğin ikinci günü Nesin'i köyün girişinde ilk gördüğümde; mitolojideki heykeller gibi sakallı, yürüten bir heykeldi sanki. Adeta zıplayarak yürüyordu. Sunum akşam saat 20.00'da başladı. O, yan taraftaki derslikten, liselilere verdiği dersten çıkarak geldi.

Karikatüre çok uygun yapısı ve davranışları olduğu için Tayfun Akgül Hoca her an onu karikatürleştiriyor.

Ali Nesin'in sunumunun ana başlığı "Mühendisler ve Matematik; Sayı Ne Demektir" olunca, "Eyvah kırk yıl önce öğrendiklerimizden bir de imtihan edilsek" diye düşünürken, Ali Nesin belki otuz metrelik kara tahtanın (bu tahta yeşildi) önündeki kutudan beyaz tebeşirleri ve silgiyi kaptı; raylı tahtayı ortada birleştirdi ve hızla bize dönüp; "Dersimiz 2×2 kaç eder bunu ispat etmeye çalışacağız" demez mi!...

"Bunu bilemeyecek ne var" demeye kalmadan. Dersimiz başladı. " $X=0, 1=2 ? , 2=Sn, Sn=sonsuz, x(0,1,2)$ ne oluyoruz?" Kocaman bir daire; dairede üst küme, alt küme v.s. tanımlamalar 1,2,3... teorem, aksiyom v.s... şimdi ispat... İspat çok önemli, ispat olmadan olmaz...



Bu arada Ali Hoca, 30 metrelik tahtanın bir ucundan bir ucuna uçarak geliyor; sanki zaman geçerse ispatı kaçırarak gibi hareket ediyor. Bir ara bize dönerek bir soru sordu. O kadar “sivri kişi” değişik cevaplar verdi.

Belli ki yeteri kadar tatmin olmamıştı. “Alt küme, alt küme diyor...” Önce sol kolunu hızla döndürmeye başladı. Eyvah, yana uçacak sandım! Daha sonra iki kolunu birden pervane gibi döndürmeye başlayınca; bu sefer havalanacak sandım!. Bu arada “üst küme, alt küme, ispat” diyor. Kurduğu denklemde bulduğu yanlış düzeltip, “İşte ispatı görüyorsunuz $2 \times 2 = 4$ ’müş” diyor. Bu sonuca 30 metrelik tahtayı iki kez

doldurduktan sonra varıyor. Gömleği pantolonundan çıkmış, ter içinde kalmış bir şekilde ispatını adeta bizimle beraber kutluyor.

Ders bitince aklıma bir gün önce Takiyeddin Bin Ma’ruf’un padişahı gök bilimlerini inandırmakla ilgili çektiği zorluk geldi. Acaba Takiyeddin’e “ 2×2 kaçtır deseydik nasıl cevap verirdi” diye aklımdan geçirdim.

Sonra da düşündüm ki; Ali Nesin’in durumu Takiyeddin Bin Ma’ruf’tan iyi değil.

Böylesi bir etkinlikte emeği geçenlere ve katılımcılara en içten dileklerle teşekkür ediyorum. ■

“KAMP DÖNÜM NOKTASI OLDU”



Kampa neden katılmak istediğini anlatan bir katılımcının düşüncelerini paylaşmadan edemeyeceğim:

“Katıldığım 1. EMO Akademik Kamp Sinyal ve Görüntü İşlemede Son Gelişmeler Kampı, benim için çok büyük bir dönüm noktası oldu. Amerika’dan döneli 1 sene olmuştu ve özel bir şirkette Ar-Ge mühendisi olarak çalışmaktaydım. Kampta katıldığım seminerler, tanıştığım hocalar ve arkadaşlar sayesinde okula yeniden dönmem gerektiğini ve ancak daha çok öğrenerek ve araştırarak mutlu olabileceğimi fark ettim. Ardından işten ayrıldım ve Boğaziçi Üniversitesi’nde yüksek lisansa başladım.

Şu anda sevdiğim bir konu üzerinde çalışıyorum ve eskisinden çok daha mutluyum. Düzenlenen birinci kampa katılmasaydım, ne bu kararı verecek cesareti kendimde bulabilirdim, ne de hala görüştüğüm arkadaşlarıma sahip olabilirdim. Bunun yanı sıra şu anda işlevsel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) üzerine bir projede çalıştığım ve tezimi de bu konu üzerine yapmak istediğim için, bu akademik kampta katılacağım konuşmaların bana çok büyük bir fayda sağlayacağını düşünüyorum.”

YÜZ TANIMA ÇALIŞMALARI

Prof. Dr. Tayfun Akgül
İTÜ Elektrik Elektronik Fakültesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü

Son 30 yıl içinde görüntü teknolojilerindeki hızlı gelişme ve donanım fiyatlarının düşmesiyle artık her mekan güvenlik amacıyla gözlem altına alınmaya başlanmış, ortamdaki hemen hemen her nokta kamera gözetimi altına alınmıştır. Sıradışı bir olay meydana geldiğinde; kaydedilen görüntüler değerlendirilir. Elbette bu kayıtların “kaydadeğerlik” kazanabilmesi için görüntülerdeki kişilerin yüzlerinin doğrulukla saptanması ve kesinlikle tanınması birincil amaçtır.

Özellikle son on yıl içinde, irili ufaklı birçok kurum ve kuruluş güvenlik amacıyla bu alana çeşitli boyutlarda yatırım yapmaya başlamıştır. Sosyal medyadaki hızlı gelişme sonucunda Facebook, Google, Apple, Microsoft gibi şirketler ile birçok ülkenin güvenlik birimlerinin de yüz tanıma konusunda araştırma ve uygulamalara büyük tutarlı yatırımlar yaptıkları söylenebilir.

Bütün bu yatırımlar güvenlik ve özgürlük arasındaki ince sınırın tartışılmasına da yol açmaktadır. Her ne kadar bu yazının konusu olmasa da, ünlü Time Dergisi’nin 13 Mayıs 2013 tarihli kapağındaki hiciv (New York’taki Özgürlük Anıtı’nın elindeki meşalenin yerine bir dizi güvenlik kamerası) konunun hassasiyetinin medyada da gündeme taşındığını göstermektedir.

Bu yazının ana konusu; yüz tanımanın tanımını yaparak, yüze benzer yüzümsü imgeler ile yüzüz yüz imgeleri örneklerini tartışmaya açmaktır.

Yüz tanıma tanımı: Yüz tanıma, günümüzde kullanılan biyometrik tanıma yöntemlerinden belki de en önemlisidir. İnsanın yüz bölgesinin daima görünür olması, belli bir mesafeden insan yüzünün tanınabilmesi, parmak izi, el geometrisi, iris ya da kulak tanıma gibi diğer biyometrik tanıma yöntemlerinden daha etkindir. Bu nedenle, her ne kadar 50 yıllık bir geçmişe dayansa da yüz tanıma; güvenlik ve doğrulama sistemlerinin yanı sıra sosyal medyada da sıklıkla kullanılan ve üzerinde çalışılan güncel bir konudur.

Tanıma için kullanılan yöntemler “bütüncül, öznitelik tabanlı ve karma yöntemler” şeklinde sınıflandırılabilir. Bütüncül yöntemler, tanıma için yüz bölgesinin tamamını kullanırken; öznitelik tabanlı yöntemler, yüz imgesinden çeşitli öznitelik öğeleri çıkarır ve şahsı bu öznitelikler ile ifade eder. Karma yöntemlerde ise bu iki yaklaşım birlikte kullanılmaktadır.

Görüntüde Yüz Var mı?

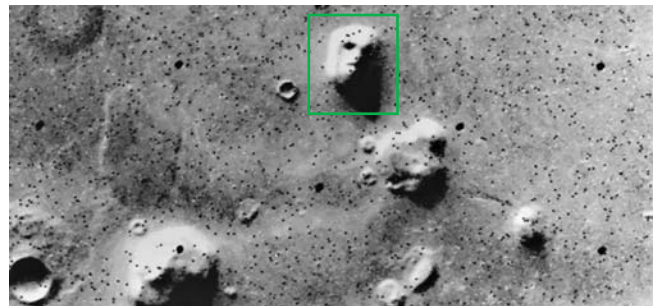
Yüz tanıma yapılabilmesi için, ilk aşamada, herhangi bir görüntüde yüz imgesinin bulunup bulunmadığının saptanması gerekmektedir. İnsanların büyük çoğunluğu yüz tanıma konusunda doğuştan yetenek sahibidir. Ortalama bir insan, herhangi bir görüntüye baktığında o görüntüde yüz olup olmadığını hemen anlar. Hatta bazı durumlarda yüz imgesi olmasa bile bir görüntü içindeki ışık ve gölge oyunlarının yarattığı illüzyonu bile yüz gibi algılayabilir. Bu illüzyona en ilginç örnek, Voyager Uydusu’nun 1976’da yolladığı Mars görüntülerinde insan yüzüne benzer bir



Şekil 1: Time Dergisi’nin 13 Mayıs 2013 tarihli kapağı. “Anavatan Güvensizliği: Amerikalılar daha güvenli olma adına mahremiyetlerini kurban etmeye muhtaç mı?”

görüntünün (Bakınız Şekil 2) yarattığı tartışmadır. NASA bu görüntülerin jeolojik yapının ışık ve gölge illüzyonu olduğunu açıklamıştır.

Herhangi bir video, CCTV veya fotoğraf kayıtlarındaki herhangi bir yüz imgesinin tanımlı bir kişiye ait olup olmadığı türünden sorunlar, yüz tanımanın ana eksenidir. Bu tür bir problem için ilk adım, bir imgede, varsa eğer, yüz imgesinin algılanmasıdır. Genelde, yüz algılama probleminde yüz sahibinin kimliğinin bilinmesi gerekmez. Farklı pozlarda alınan görüntüler, ışıklandırma koşulları, yüz boyutlarının çeşitli boyutlarda olabilmesi ve yüz imgelerinin düşük çözünürlüklü olabilmesi, yüz yakalama probleminin en temel sorunlarıdır.



Şekil 2: Voyager Uydusu’nun 1976’da yolladığı Mars görüntüsündeki insan silüeti.

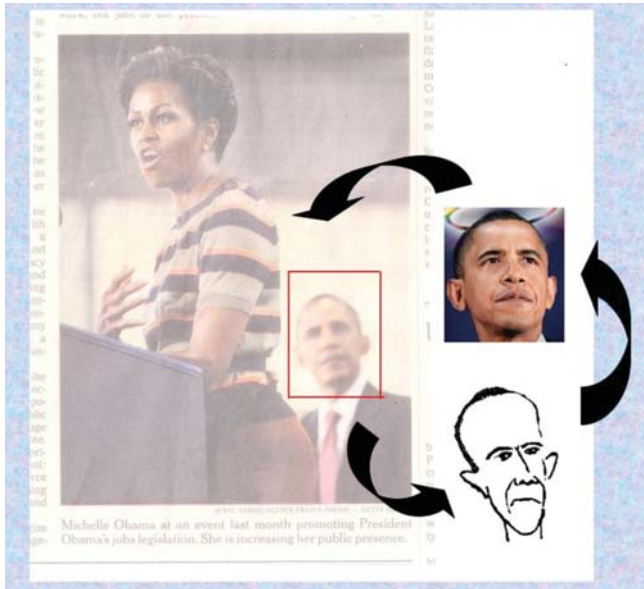
En Düşük Yüz Çözünürlüğü

Günümüzde kullanılan CCTV aygıtları çoğunlukla ortam görüntülenmesini hedefler. Bu nedenle insan yüzlerinin tespitinde çeşitli sorunlar çıkabilmektedir. Ortamda mevcut yüz imgeleri “yakalanma” aşamasında düşük çözünürlüklü olabilmektedir. Bir imgenin “yüz” görüntüsü olarak tanımlanabilmesi için gereken en düşük çözünürlüğün ne olması gerektiğine ait alt sınır ile ilgili bir fikir birliği uzmanlar arasında henüz mevcut değildir. Yakın zamanda gerçekleştirilen bilimsel çalışmalarda en düşük yüz çözünürlüğünün 64x64 veya 32x32 piksel boyutları aralığında olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu boyutların altındaki çözünürlüklü imgeler için (örneğin 20x20 gibi) çok özel yöntem ve yordamların geliştirilmesi gerekmektedir. Literatürde “süperçözünürlük” (superresolution) adıyla anılan bu çalışmalarla ilgili yayınlara rastlanmasına karşın henüz yaygın anlamda kabul gören ve konuyla ilgili araştırmacılar tarafından kullanılmaya başlanmış bir yöntem veya yordam mevcut değildir.

Yüz Tanıma Koşulu: Göz ve Göz Akı

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Elektrik-Elektronik Fakültesi bünyesindeki Sinyal İşleme Laboratuvarı’nda sürdürülen yüz tanıma çalışmalarında, bir yüz imgesinin “tanıma” için kullanılabilmesi için gerekli koşul; imgede göz ve göz akının bulunmasıdır. Göz akı görülemez/algılanamaz

Farklı pozlarda alınan görüntüler, ışıklandırma koşulları, yüz boyutlarının çeşitli boyutlarda olabilmesi ve yüz imgelerinin düşük çözünürlüklü olabilmesi, yüz yakalama probleminin en temel sorunlarıdır. Göz akı görülemez/algılanamaz ise yüz imgesi sadece “silüet”tir ve silüetten berrak/net tanıma yapılamaz; olsa olsa benzerlikten söz edilebilir.



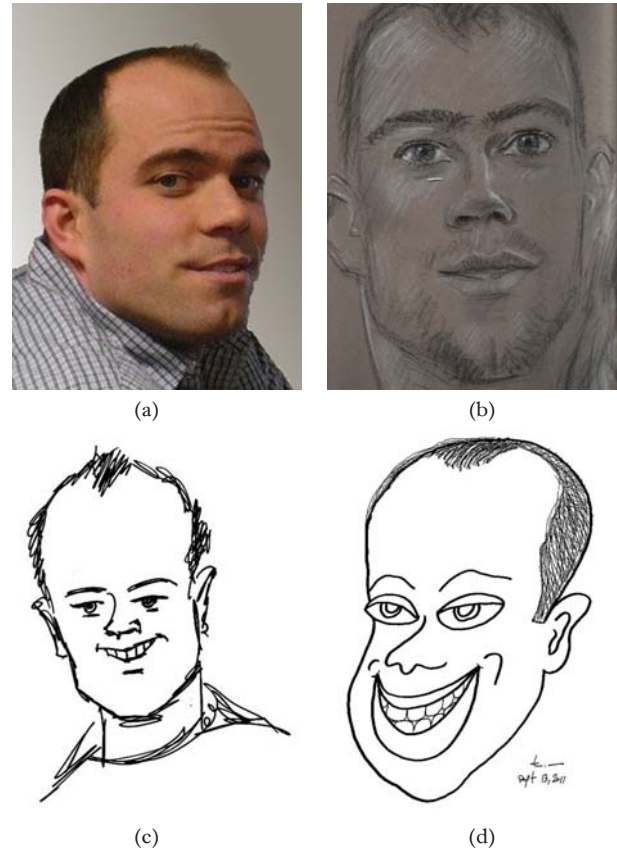
Şekil 3: New York Times Gazetesi'nde yayımlanan fotoğrafın ön cephesinde Michelle Obama, arka plandaki silüette ABD Başkanı Barack Obama.

ise yüz imgesi sadece “silüet”tir ve silüetten berrak/net tanıma yapılamaz; olsa olsa benzerlikten söz edilebilir.

Örneğin, New York Times Gazetesi'nde yayımlanan Şekil 3'deki fotoğrafın ön cephesinde Michelle Obama'yı hemen hemen herkes ve gelişmiş otomatik yüz tanıma algoritmaları saptayabilir. Oysa arka plandaki silüetin ancak ve ancak “bilinir” bir kişi olması dolayısıyla ABD Başkanı Barack Obama'ya ait olabileceği varsayılabilir. Silüet bilinmeyen bir kişinin ise kimlik teşhisinde kullanılamayacağı açıktır. Yeri gelmişken belirtelim: Karikatürcü bakışı ile silüetten kişi benzetimi yapılabilir. Silüetten çizgiye geçiş yapılabilir; çizgiden resme ulaşılabilir.

Yüz Tanıma Sanatsal Geçişkenlik

Yüz tanıma çalışmalarında geline en son nokta, farklı ortamlardan elde edilen kontrolsüz kayıtlardan yüz tanıma yapılabilmesine yönelik araştırmalardır.[1] Bunların yanında, robot resim [2], karikatür [3-5], montaj-portre [6], yüze benzer “yüzümsü” resimlerin [7] tanınması gibi konular gündeme girmiştir. Bir örnek vermek gerekirse, Şekil 4(a)'daki yüz imgesinin kişiye bakılarak yapılmış portresi Şekil 4(b)'de, kişinin tarifi üzerine karikatür sanatçısı Semih Poroy tarafından yapılmış robot resmi Şekil 4(c)'de ve kişiye bakılarak Tayfun Akgül tarafından çizilmiş karikatürü Şekil 4(d)'de gösterilmiştir. [3] Bu tür farklı ortamda elde edilen imgelerin tanınması veya birbirleriyle benzer (fotoğraf-fotoğraf, fotoğraf-karikatür, robot resim-fotoğraf gibi) imgelerin çakıştırılması gibi deneyimlerle problemlere yeni yollar, yordamlar ve yöntemler aranmaktadır [1-8].



Şekil 4: (a) kişinin fotoğrafı; (b) bakılarak çizilmiş portresi; (c) çizim ustası Semih Poroy tarafından (kişinin resmine bakılmaksızın) tarif üzerine çizilmiş portresi; (d) Tayfun Akgül tarafından çizilmiş karikatürü [1].



Şekil 5: Karikatür veritabanından fotoğraf ve karikatür çiftlerine örnek.

Bu ve benzer çalışmalar için tarafımızdan oluşturulan karikatür ve montaj portre veritabanları, konuyla ilgilenen araştırmacıların kullanımına açılmıştır.[9] Şekil 5'te karikatür-fotoğraf veritabanından [4], Şekil 6'da da "montaj portreler" adı verilen çeşitli malzemeler kullanılarak yapılmış portreler ile fotoğraflardan oluşan veritabanından [6] örnekler gösterilmektedir.

Yüz tanıma konusunda sınırları zorlayıcı bazı ilginç çalışmalar da mevcuttur. Örneğin parmak izi kullanılarak yüz kestirimi yapan bir çalışma [10] ile DNA verileri [11] kullanarak yüz kestirimleri yapan değişik çalışmalar da mevcuttur. Bu konunun uzun süre gündemde kalacağı söylenebilir.



Şekil 6: Montaj portre veritabanından örnekler.

Kaynaklar

- [1] Best-Rowden, L., Han, H., Otto, C., Klare B., Jain, A., "Unconstrained Face Recognition: Identifying a Person of Interest from a Media Collection", *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 9(12):2144-2157, Aralık 2014.
- [2] Klare, B., Klum, S., Klontz, J., Taborsky, E., Akgül, T., Jain, A., "Suspect Identification Based on Descriptive Facial Attributes," *International Joint Conference on Biometrics*, Florida, USA, 2014.
- [3] Klare, B. F., Bucak, S., Akgül, T., Jain, A., "Towards automated caricature recognition," *International Conference on Biometrics (ICB)*, Yeni Delhi, Hindistan, Nisan 2012.
- [4] Abacı, B., Akgül, T., "Matching Caricatures to Photographs," (yayıma yollandı) *Signal, Image and Video Processing*, Mart 2015.
- [5] B. Abacı, Akgül, T., "Yüz Özneteliklerinin Karikatür ve Fotoğraflarda Çakıştırılması", 23. *IEEE- Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı*, Malatya, Mayıs 2015.
- [6] Akgül, T., "Can an Algorithm Recognize Montage Portraits as Human Faces?" *IEEE Signal Processing Magazine*, 28(1): 158-160, Ocak 2011.
- [7] Abacı, B., Akgül, T., "Yüzümsü İmgelerin Sezilmesi", 23. *IEEE- Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı*, Malatya, Mayıs 2015.
- [8] Klare, B., Jain, A. "Heterogeneous face recognition using kernel prototype similarities." *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 35(6): 1410-1422, Haziran 2013.
- [9] Akgül, T., "Yüz Tanıma Araştırmalarında Kullanılmak Üzere Tasarlanan Karikatür ve Kolaj Veri Tabanlarının Tanıtımı", 19. *IEEE- Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı*, Antalya, Nisan 2011.
- [10] Özkaya, N., Sağıroğlu, S., "Parmakizinden Yüz Tanıma" *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 23(4):785-793, 2008.
- [11] http://www.nytimes.com/2015/02/24/science/dna-generated-faces.html?_r=1

Yüz tanımanın diğer zorlukları arasında, yüz ifadesinin değişimiyle oluşan farklılıklar, yaşlanmayla oluşan farklılıklar, tanınacak kişi sayısının çok artması durumunda performansın düşmesi ve tanıma zamanının uzun olması yer almaktadır. Şekil 2 bu zorlukları göstermesi açısından önemlidir. Bu şekilde tüm görüntüler Madonna'ya ait olmasına karşın tüm bu yüz görüntülerinin aynı kişinin görüntüleri olduğunu söylemek oldukça zordur.

Yüz Tanıma Sistemlerinin Yapısı

Tipik bir yüz tanıma sistemin blok yapısı incelendiğinde; şu aşamalardan oluştuğu görülür:

- 1- Resim elde etme
- 2- Ön işleme
- 3- Yüz saptama ve izleme
- 4- Yüz hizalama ve normalizasyon
- 5- Öznitelik çıkartımı
- 6- Sınıflandırma

Kısaca açıklamak gerekirse; resim elde etme aşamasında, kameradan alınan canlı video görüntüsü veya durgun fotoğraf okunup belleğe aktarılır. Ön işleme aşamasında, görüntü azaltma ve kontrast iyileştirme yöntemleri ile görüntü sonraki işlemlere hazırlanır. Yüz saptamada yüzün fotoğraftaki yeri bulunur ve yüzü çevreleyen dikdörtgen belirlenir; video görüntülerinde yüz çerçeveden çerçeveye izlenir. Yüz hizalamada ve normalizasyonda tüm yüz görüntüleri, gözler aynı kooordinatlara gelecek şekilde ötelenir, döndürülür ve ölçeklenir. Öznitelik çıkartımı aşamasında yüzden tanıma amacıyla kullanılacak öznitelikler elde edilir, boyut azaltılır ve son olarak sınıflandırma aşamasında sınıflandırıcı kullanılarak yüzün galerideki hangi kişinin görüntüsüne benzer olduğu saptanır.

Genelde yüz tanıma işleminde; tanınacak kişilerin görüntülerinin bu şekilde işlenerek öznitelikleri galeride tutulur, daha sonra verilen bir yüzün kime ait olduğunu bulmak için de yukarıdaki adımlar yinelenir, galerideki özniteliklerle karşılaştırarak veya sınıflandırıcı kullanılarak tanıma gerçekleşir.

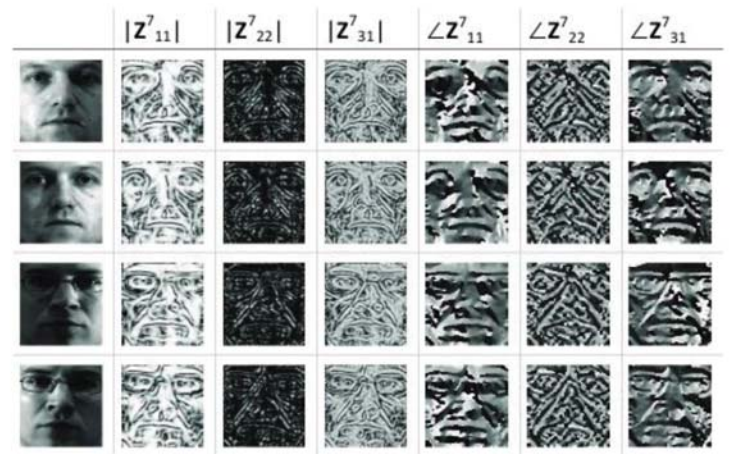
Yukarıda kısaca açıklanan yüz tanıma sisteminde en önemli aşamalardan biri tanıma amacıyla kullanılacak özniteliklerin elde edilmesi aşamasıdır. Bu aşamada kullanılan öznitelik çıkartım yönteminin, yüz tanıma başarımı üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. Bu amaçla en çok kullanılan yöntemler arasında, Temel Bileşenler Analizi (TBA, İng. PCA) ile elde edilen öznitelikler, Gabor Dalgacık Dönüşümü ile elde edilen öznitelikler ve Yerel İkili Örüntülerden (YİÖ, İng. Local Binary Patterns-LBP) elde edilen öznitelikler yer almaktadır. Gabor yönteminde, verilen bir yüz görüntüsünden farklı ölçekte ve doğrultuda 40 adet görüntü elde edilerek yüz görüntüsü ayrıştırılmaktadır. YİÖ yönteminde ise her bir gözenek değeri, çevresinde komşu değerlerle karşılaştırılarak 8 bit uzunluğunda ikili bir katar elde edilmekte; ikili tabandaki bu sayı onluk tabanda dönüştürülerek gözenek değeri bu sayıyla değiştirilmektedir. Bu sayede elde edilen gösterimin aydınlatma değişimlerinden daha az etkilendiği görülmektedir.



Şekil 2: Yüz Tanımanın Zorlukları

Bu Konuda Biz Neler Yaptık ve Yapıyoruz?

İTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde oluşturduğumuz ve daha sonra MEF Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde devam ettiğimiz Ar-Ge çalışmalarımızla yüz tanımanın değişik problemleri üzerinde TÜBİTAK destekli 3 proje tamamladık. Bu projeler kapsamında geliştirdiğimiz özgün yöntemleri bilimsel dergilerde ve yurtiçinde ve yurtdışındaki konferanslarda yayımladık. Yakın zamanda geliştirdiğimiz "Yerel Zernike Momentleri (YZM)" (Şekil 3) gösterimine dayalı özgün yöntemimizin patentini aldık. Bu yöntemi kullanarak yapılan akademik çalışmalarımız konferanslarda en iyi öğrenci bildirisi ödülleri aldı. Elde ettiğimiz başarılı sonuçları, katma değeri yüksek teknoloji ürünlerine dönüştürmek için yoğun çaba sarf ettik.



2 farklı kişinin 2 farklı yerden aydınlatılmış görüntülerinin YZM bileşenleri

Şekil 3: Yerel Zernike Momentleri

Canlı videodan yüz tanıma sisteminde, kamera ile alınan canlı videoda yüzler bulunmakta ve galerideki yüzlerle karşılaştırılmaktadır. Oluşturulmuş beyaz veya kara listedeki bir kişi görüldüğünde alarm üretilmektedir. Bina girişlerinde, metrolarda, havaalanlarında, stadyum girişlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş bu ürün gerçek zamanda sonuç üretmektedir.

Durgun fotoğrafların eşlenmesi için geliştirdiğimiz yüz eşleme sistemi ise verilen fotoğraflarda daha önce oluşturulmuş arşivlerden yüzlerin olup olmadığını belirlemektedir. Bu sayede fotoğraflarda arşivdeki kişilerden birinin bulunup bulunmadığı kolayca bulunabilmektedir. Diğer bir yüz tanıma sistemi olan mobil yüz tanıma cep telefonu ile alınan veya önceden alınmış fotoğraflardaki kişiler tanınarak kullanıcıya aktarılmaktadır.

Yüz tanıma konusunda yakın zamanda geliştirdiğimiz önemli bir yüz tanıma çözümü ise AWS bulut üzerinden kullanıma sunduğumuz divit yüz tanıma API'dır. Bu çözüm ile uygulama geliştiricilerin uygulamalarına yüz tanıma modüllerini kolayca eklemelerini sağlamaktadır. www.divitface.com sayfasında yer alan demo programlarında kullanıcıların kendi fotoğrafları üzerinde yüz saptama, nirengi noktalarını bulma, fotoğraftaki kişilerin cinsiyetini, yaşını ve gülüp gülmediğini saptayan analiz yöntemleri, yüz tanıma, yüz onaylama ve verilen yüzün fotoğraflar içinde olup olmadığını belirleyen yüz arama fonksiyonlarını deneyebilmeleri sağlanmaktadır. Yine bu sayfada, "Kaç yaşında görünüyorsunuz? Hangi ünlüye benziyorsunuz? İki görüntü birbirine ne kadar benziyor?" gibi ilginç uygulamalar yer almaktadır. Benzer bir API ve çözümleri yakın zamanda tanıtan Microsoft'tan 6 ay önce kullanıma sunmamız, bu konuda epeyce yol kat ettiğimizi göstermektedir.

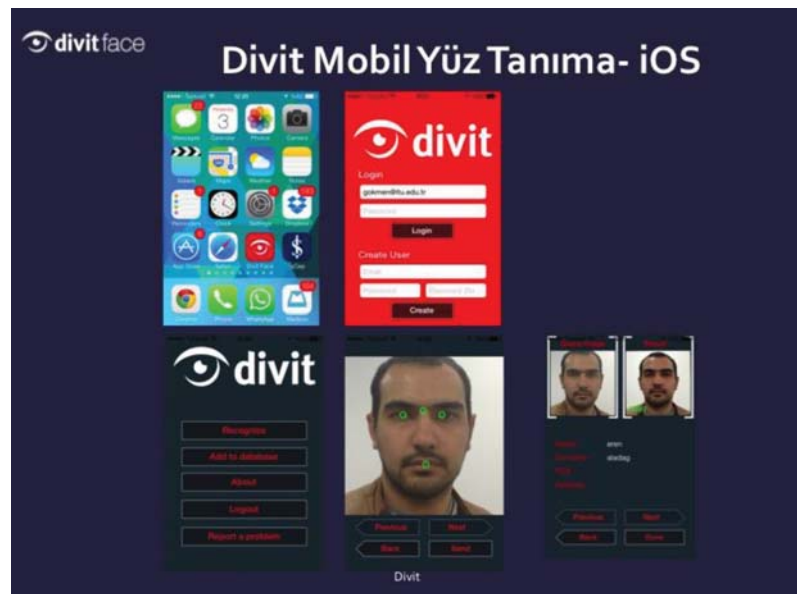
Son olarak, yüz tanıma gibi güvenlikle ilgili çözümlerin yerli ürün olarak üretilmelerinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaya gerek yok diye düşünüyorum. Havaalanlarında, metrolarda, sokaklarda elde edilen kişisel bilgilerin güvenliği ancak yerli çözümlerle sağlanabilir. Bu tür bilgiye dayalı teknolojik ürünlerin yerli olarak geliştirilmesi ve uluslararası markaların yaratılması periyodik olarak ekonomik kriz yaşayan ülkemiz için de oldukça önemli bir konu. Herkesi geliştirilen bu yerli çözümleri kullanmaya ve tanıtmaya davet ediyorum. ■



Şekil 4: Divit Yüz Saptama



Şekil 5: Divit Yüz Eşleme



Şekil 6: Divit Mobil Yüz Tanıma

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ'NDE UZAKTAN ALGILAMA ÇALIŞMALARI

Yrd. Doç. Dr. Seniha Esen Yüksel, Sefa Küçük, Erdiñ Güneş, Mustafa Boyacı, Kemal Gürkan Toker
Hacettepe Üniversitesi
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü

Gelişen görüntüleme teknolojileri ile artık toprağın altını veya duvarların arkasını görebilmek mümkün. Hatta metrelerce uzaktan çekim yaparak, görüntülenen cisimlerin sadece neye benzediği değil, hangi materyalden (plastik, alüminyum, toprak bileşenleri, metal vb.) yapıldıkları bile büyük oranda tespit edilebiliyor. Bir nesne ile fiziksel temas halinde bulunmadan, o nesne hakkında bilgi çıkarma ile ilgili çalışmaların hepsi “uzaktan algılama” başlığı altında değerlendiriliyor. Bir nesneden uzaktan algılama ile toplanan verileri inceleme, bu verilerde belirli kalıplar ve motifler - ki bunlara örüntü deniyor - yakalama, bu nesnelerin ortak özelliklerini keşfetme ise örüntü tanımanın konusu.

Hacettepe Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği bünyesindeki Örüntü Tanıma ve Uzaktan Algılama Laboratuvarı'nda (Pattern Recognition and Remote Sensing Lab-PARRSLab), yere nüfuz eden radar, metal dedektörü, termal, hiperspektral ve LiDAR sensörleri ile hedef tespiti gibi çalışmaların yanı sıra uydu fotoğraflarının işlenmesi, medikal görüntüleme ile hastalık tespiti gibi konularda çalışılmaktadır. Bu yazıda da, faydalandığımız çeşitli sensörlerden ve bu sensörlerin kullanım alanlarından bahsettik kısaca.

Uzaktan algılama, ulaşılması zor alanların görüntülenmesine ve nesnelerin gözle görülemeyen özelliklerinin tespit edilmesine imkan sağlamaktadır. Yeryüzü deformasyonunun izlenmesinde, orman türlerinin belirlenmesinde ve haritalanmasında, tarım ürünleri gelişiminin izlenmesinde,

bitki türlerinin sınıflandırılmasında, toprak ve kayaç türlerinin ayırt edilmesinde, deniz kirliliğinin incelenmesinde, hedef tespitinde, arama/kurtarma faaliyetlerinde ve bunlara benzer birçok uygulamada uzaktan algılama etkili bir biçimde kullanılmaktadır.

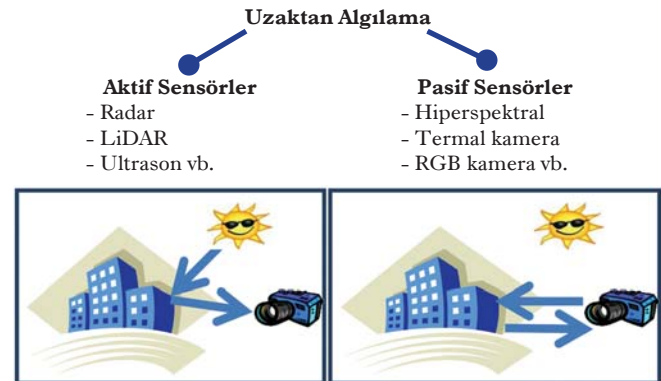
Uzaktan algılama, Şekil 1'deki gibi sensörlerin kullandığı enerjiye göre pasif ve aktif olmak üzere ikiye ayrılarak sınıflandırılabilir. Pasif algılamada sensörler güneş ışığının etkisiyle nesneden yansıyan enerjiyi kullanmaktadır. Aktif algılamada ise öncelikle nesneye bir enerji gönderilir, daha sonra bu enerjinin geri dönüşü ölçülür. PARRSLab'da da kullandığımız pasif sensörlere örnek olarak hiperspektral, termal ve RGB kameralar; aktif sensörlere örnek olarak da radar, LiDAR ve ultrason verilebilir.

1- Pasif Uzaktan Algılama

Yeterince güneş ışığı altında, nesnelerden yansıyan ışığın kamera lensine ulaşması ve bu ışık şiddetinin kaydedilmesi, pasif uzaktan algılama örneğidir. Nesnelerin farklı dalga boylarındaki tepkilerini toplayan hiperspektral sensörler ile LANDSAT, Geoeye, IKONOS gibi uydular pasif algılama yapmaktadır.

Hiperspektral görüntüleme: Son zamanda popülerliği hızla artan hiperspektral görüntüleme sistemleri, yüzlerce dalga boyu aralığından ölçüm almaktadır. Alınan ölçümlerden, her bir materyalin belirli dalga boylarında ışığı farklı şekilde yansıtmasına bağlı olarak, o materyallere ait parmak izleri çıkartılır. Bu parmak izleri kullanılarak, görüntü içerisindeki her bir pikselin hangi materyalden yapıldığı kestirilebilmektedir. Böylece sadece bir nesnenin şekli

Yeryüzü deformasyonunun izlenmesinde, orman türlerinin belirlenmesinde ve haritalanmasında, tarım ürünleri gelişiminin izlenmesinde, bitki türlerinin sınıflandırılmasında, toprak ve kayaç türlerinin ayırt edilmesinde, deniz kirliliğinin incelenmesinde, hedef tespitinde, arama/kurtarma faaliyetlerinde ve bunlara benzer birçok uygulamada uzaktan algılama etkili bir biçimde kullanılmaktadır.



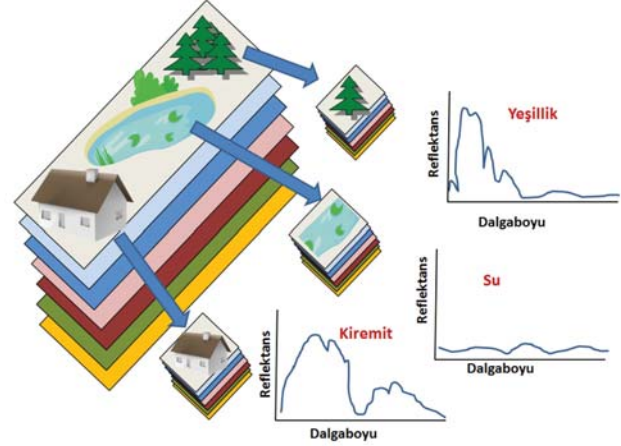
Şekil 1: Uzaktan algılamada pasif sensörler nesneden güneş ışığı dolayısıyla yansıyan enerjiyi kullanmaktadır. Aktif sensörler ise nesneye öncelikle bir enerji göndermekte, daha sonra bu enerjinin geri dönüşünü ölçmektedir.

hakkında bilgi verebilen ve bunu yapmak için de grup halinde duran birçok piksele ihtiyaç duyan RGB görüntülerin aksine, hiperspektral görüntüler, görüntülenen cisimlerin altın, demir, aliminyum, asfalt vb. gibi, hangi malzemeden yapıldığı hakkında bilgi vermekte ve bu işlemi tek bir piksel üzerinden gerçekleştirebilmektedir. Dolayısıyla hiperspektral görüntüleme nesnelerin tespit ve teşhisinde çok büyük fayda sağlamaktadır.

Şekil 2’de çok bantlı bir hiperspektral görüntü ve bu görüntünün içindeki saf maddelerin hiperspektral imzaları görülmektedir. Uçaktan veya uzaydan alınan görüntülerde, şekilde görülen ağaç, göl ve, ev tek bir pikselin içine düşmüş olabilir. Bu gibi durumlarda hiperspektral görüntü işleme araştırmaları her pikselin yüzde kaçının hangi materyalden yapıldığını söylemek ve görüntülenen alandan bir materyal haritası çıkartmak üzerine yoğunlaşmaktadır.

Hiperspektral görüntü algılayıcıları genel olarak dört dalga boyu aralığında görüntü toplamak için tasarlanmıştır. Bunlar:

- **Görünür ve Yakın Kızılötesi Bant (Visible & Near Infrared-VNIR):** 400-1000 nm aralığını kapsayan bant aralığında VNIR görüntüler çevre, gıda, şehir planlama, tarım gibi alanlarda,
- **Kısa Dalga Kızılötesi Bant (Short-Wave Infrared-SWIR):** 1000-2500 nm bant aralığını kapsayan SWIR görüntüler geri dönüşüm, arkeoloji, ilaç sanayi, nemlilik kontrolü, maden ve yeryüzü kaynaklarının aranması, tarım ve zirai alanlarda,
- **Orta Dalga Kızılötesi Bant (Mid-Wave Infrared-MWIR):** 3000-5000 nm bant aralığını kapsayan MWIR görüntüler jeolojide petrol, gaz, jeotermal araştırmaları, savunma sanayisinde hedef tespiti gibi alanlarda,
- **Uzun Dalga Kızılötesi Bant (Long-Wave Infrared-LWIR):** 8000-12000 nm bant aralığını kapsayan LWIR görüntüler deniz yüzeyi sıcaklık dağılımı, kamuflaj ve gaz tespiti, gömülü hedef tespiti, volkanik araştırma çalışmaları, mineral haritalama gibi birçok uygulama alanında kullanılmaktadır.



Şekil 2: Hiperspektral görüntüleme. Çok sayıda dalga boyundan reflektans ölçümü yapılarak her bir saf maddeye ait spektral imzalar elde edilir. Daha sonra bu spektral imzalar, görüntülenen alandan materyal haritası çıkartmak için kullanılır.

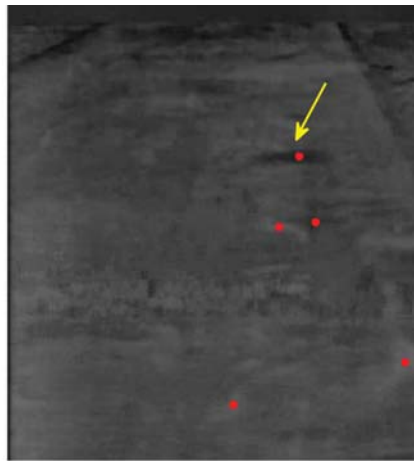
2- Aktif Uzaktan Algılama

Aktif algılama sistemlerinde, hedefe elektromanyetik dalga sinyali gibi bir sinyal gönderilir ve hedeften saçılan enerji algılanır. Radar ve LiDAR sensörleri aktif algılama sistemlerine örnektir. Şekil 3’te PARRSLab’da ilgilendiğimiz bir hedef tespit çalışması gösterilmektedir. Şekil 3(a)’da yere nüfuz eden radarın ve ona entegre olarak çalışan kızılötesi (termal) kameranın yukarıdan bir görüntüsü verilmiştir. Bu sistem yere gömülü cisimlerin üzerinden geçirilmiştir. Şekil 3(b)’de kızılötesi kameranın hedef üzerinden geçerken verdiği görüntü, Şekil 3(c)’de ise radarın verdiği görüntü görülmektedir.

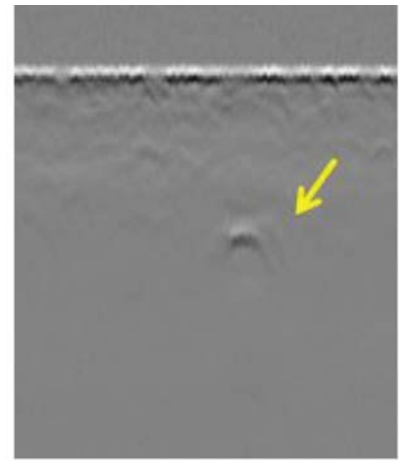
Yaptığımız çalışmalar tek bir sensörün çoğu zaman yetersiz kaldığını, farklı sensörlerden alınan bilgilerin bütünleyici olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Örnek olarak, Şekil 3’teki radar, gömülü cismin ve toprağın dielektrik farklılıklarını, termal kamera ise toprağın ve cismin sıcaklık farklılıklarını göstermektedir. Bu bilgiler birbirle-



(a) Radar



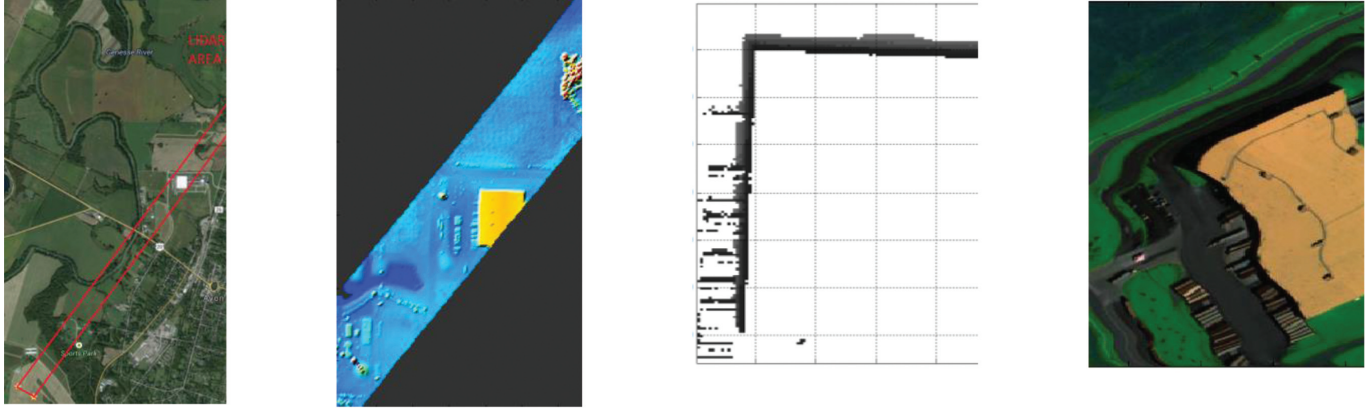
(b) Kızılötesi kamera görüntüsü



(c) Yere nüfuzlu radar görüntüsü

Şekil 3: Yere nüfuz eden radar ve kızılötesi kameranın birlikte çalıştığı bir sistem, yere gömülü hedefleri taramaktadır.

(a) Sistemin yukarıdan görüntüsü. (b) Gömülü cismin kızılötesi kamera ile görüntüsü. Hedef sarı ok ile, hedefin bulunabileceği potansiyel noktalar ise kırmızı noktalarla gösterilmiştir. (c) Yere nüfuzlu radarın hedefin üzerinden verdiği görüntü. Hedef sarı ok ile gösterilmiştir.



(a) Uçuş planı

(b) LiDAR yükseklik haritası

(c) LiDAR'dan gölge bulunması

(d) Aynı alanın hiperspektral görüntüsü

Şekil 4: LiDAR ve hiperspektral görüntülerin birlikte işlenmesi. (a) Üzerinden uçulan alanın Google Maps görüntüsü. Kırmızı ile gösterilen alan LiDAR uçuş planını göstermektedir. Uçuş planının ortasında beyaz bir bina göze çarpmaktadır. (b) Bu alandan çıkarılan LiDAR yükseklik haritası. Bir önceki resimdeki beyaz bina, burada sarı ile gösterilmiştir. (c) Binanın çevresindeki gölge haritası. (d) Aynı binaya denk gelen hiperspektral verinin üç banttan oluşturulmuş görüntüsü.

rini tamamlayıcı olup, hedefin tespit ve teşhisine ve yanlış alarmların ayıklanmasına olanak sağlamaktadır.

Farklı sensörlerden bilgi toplayarak başarılı sonuçlar elde ettiğimiz bir başka örnek de LiDAR ve hiperspektral verilerdir. Asfalt yol ve asfalt çatı gibi aynı malzemeden yapılmış farklı nesnelerin, malzemelerin doğası gereği hiperspektral tepkileri birbirine çok yakındır. Bu durumda bu farklı nesneleri ayırt edebilmek için LiDAR'dan alınan yükseklik farklılıkları kullanılmaktadır. Hiperspektral verileri kullanırken karşılaşılan diğer sorun ise gölgelerdir. Güneş ışığının direkt olarak ulaşamadığı gölgelik alanlardan alınan hiperspektral ölçümler gürültü seviyesinde kalmaktadır. Hiperspektral verileri kullanırken yaşanan bu sorun, yükseklik ve koordinat bilgisini içeren LiDAR verilerinin hiperspektral verilerine yardımcı olarak kullanılması ve LiDAR verilerinden gölgelik alanların tespiti ile aşılabılır. Buna örnek olarak, uçuş planı Şekil 4(a)'da kırmızı ile gösterilen alandan LiDAR ve hiperspektral sensörler ile veri toplanmıştır. Aktif uzaktan algılama sistemi olan LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging), ürettiği lazer ışınlarını nesnelerden yansıdıktan sonra hassas sensörler yardımıyla toplar. Lazer ışının üretilme/gönderilme ve alma süreleri arasındaki fark ile ışık hızı kullanılarak, ışının yansıyıp geldiği nesnenin yükseklik verisi hesaplanır ve kaydedilir. Şekil 4(b)'de uçuş planının bir kısmından üretilen yükseklik haritası gösterilmektedir. Ortadaki sarı binadan gölgenin nereye düştüğü bulunmuş (Şekil 4(c)) ve bu verilerin aynı alandan toplanan hiperspektral verilerle uyumuna bakılmıştır (Şekil 4(d)).

Uzaktan algılama, her geçen gün ucuzlayan ve gelişen sensörlerin de sayesinde, günümüzün en popüler alanlarından biri olmaktadır. Hem sivil alanlarda, hem de savunma alanında birçok çalışma bu sensörlerden faydalanmaktadır. Hacettepe Üniversitesi'nde de birçok sensörden gelen veriler işlenmekte, çeşitli sensörler birleştirilmekte ve birbirini bütünleyici olarak kullanılmaktadır. Bilim kurgu filmlerindeki kadar ilginç olabilecek birçok proje, lisans, yüksek lisans, doktora öğrencilerimize tez konusu olarak verilmektedir. Sizler de bu projelerin bir parçası olmak isterseniz, işbir-

likleri için bizimle iletişime geçebilirsiniz. İletişim için Yrd. Doç. Dr. Seniha Esen Yüksel'e eyuksel@ee.hacettepe.edu.tr adresinden bir e-posta atmanız yeterli.

Referanslar

- M. Boyacı, S.E. Yüksel, "Locating the shadow regions in LiDAR data: results on the SHARE 2012 dataset", SPIE Defense and Security: Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery XXI, 2015.
- E. Güneş, S.E. Yüksel, "Effect of endmember clustering on proportion estimation: results on the Share 2012 dataset", SPIE Defense and Security: Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery XXI, 2015.
- S.E.Yüksel, G.B. Akar, S. Yardımcı, "Fusion of forward-looking infrared camera and down-looking ground penetrating radar for buried target detection", SPIE Defense and Security: Detection and Sensing of Mines, Explosive Objects, and Obscured Targets XX, 2015.
- S.E.Yüksel, T. Dubroca, R.E. Hummel, P.D. Gader, "Differential Reflection Spectroscopy: A Novel Method for Explosive Detection," Acta Physica Polonica A, 2013
- S.E.Yüksel, J. Bolton, P. Gader, "Landmine Detection With Multiple Instance Hidden Markov Models," IEEE International Workshop on Machine Learning For Signal Processing (MLSP), 2012.
- C.I. Chang. Hyperspectral Imaging: Techniques for Spectral Detection and Classification. Number 1. c. in Hyperspectral Imaging: Techniques for Spectral Detection and Classification. Springer US, 2003.
- H. Grahn and P. Geladi. Techniques and Applications of Hyperspectral Image Analysis. Wiley, 2007.
- Bioucas-Dias, A. Plaza, M. P. Nicolas Dobigeon, Q. Du, P. Gader, and J. Chanussot, "Hyperspectral unmixing overview: Geometrical, statistical, and sparse regression-based approaches", IEEE Journal Of Selected Topics In Applied Earth Observations and Remote Sensing , no. 2, pp. 354-379, 2012.
- Kerekes, John P., et al. "SHARE 2012: subpixel detection and unmixing experiments." SPIE Defense, Security, and Sensing. International Society for Optics and Photonics, 2013. ■

SIKIŞTIRILMIŞ SİNYALLERİN GERİ ÇIKARIMI

Prof. Dr. Arif Nacaroğlu
Gaziantep Üniversitesi

Sinyal ve görüntü işleme uygulamalarında görüntü veya diğer işaretlerin elde edilmesi, iyileştirilmesi ve yeniden oluşturulması, saklanması; özellikle analog dünyadan sayısal dünyaya geçilmesi ile büyük önem kazandı, ancak beraberinde de birçok yeni sorunlar getirdi. Görüntünün analog olarak elde edilmesi ve basılması bizim hemen hemen gerçeğe yakın bilgi edinmemizi sağladı. Ancak kimyasal olarak gerçekleştirilen bu işlemle elde edilen görüntü ve hareketli görüntüler üzerinde renk, parlaklık gibi işlemler yapılabilmesi çok zordu.

Son yıllarda bilgisayar kapasiteleri ve hızlarındaki olağanüstü artış, analog bilgi üzerinde yapamadığımız birçok işi yapmamızı sağlamasına rağmen bilginin de olağanüstü artması, bilgilerin (ses, görüntü, radar, mr, video, v.s.) oldukları gibi değil kodlanarak, küçültülerek saklanması ve işlenmesi gerekliliğini beraberinde getirdi. Ve birçok bilim ve teknoloji insanının ilgilerini bu konuya çevirmelerine sebep oldu.

İlk olarak Candes ve arkadaşları [1-3] n -boyutlu bir vektöre yüklenmiş bilginin bazı özellikleri taşıması durumunda, satır sayısı daha az (m) olan ve rastgele elde edilen bir matriks ile ($\mathbf{H}_{m \times n}$) çarpılarak küçültülmesi ile elde edilen yeni bir m -boyutlu vektörden geri elde edilebileceğini gösterdiler. Yaklaşımlarındaki mantık, n uzunluğundaki bilgi vektörünün (görüntü bilgisinin satır satır dizilmesi ile elde edilen vektör) m uzunluğunda ($m < n$) bir vektöre dönüştürülmesi ve sonra bu çarpımı sağlayan orijinal bilgi vektörünün ($\mathbf{f}$) belli bir algoritma ile denenerek ne olabileceğinin bulunmasıydı. Ardından birçok bilim insanı [4] bu yaklaşımın geliştirilmesi ve yapılan varsayımların en aza indirilmesi için yoğun bir çalışma içerisine girdiler. Diğer bir grup ise [5] az bilginin orijinal bilginin en hızlı ve en doğru nasıl elde edilebileceğine ilişkin çalışmalar yaparak yeni algoritmalar geliştirdiler.

Sayısal ortamda gerçekleştirilen uygulama çalışmalarında gerek sayıların taban dönüşümünden, gerek diğer sebeplerden oluşan gürültünün, bilginin yeniden oluşturulmasındaki etkilerinin araştırılması ve işlemin hızlanması, bilginin yeniden elde edilebilme şartlarını kaybetmeden inebilecek en kısa vektör uzunlukları, bilginin bir kısmının önceden biliniyor olmasının geri oluşturmaya olumlu katkıları, uygulanacak geri oluşturma algoritmalarının matematiksel özellikleri gibi birçok konu halen konu ile uğraşan bilim insanlarının dikkatini çekmektedir.

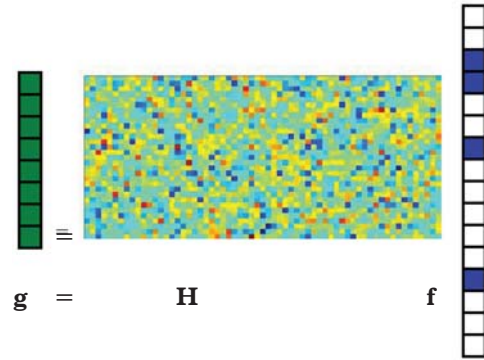
Matematiksel Altyapı

Sayısal bilgi n -uzunluğunda bir $\mathbf{f}$ vektörü ile tanımlanmış olsun. Burada $\mathbf{f}$, ses gibi tek boyutlu bilgiler için sürekli bilgidan alınmış ve esas olarak en az örnekleme hızından daha hızlı alınmış örneklerin büyüklüklerinin oluşturduğu bir vektör olabileceği gibi, belli sayısal dönüşümler (Fourier, Dalgacık, Kosinüs) uygulanarak elde edilen katsayıların oluşturduğu bir vektör olabilir. Matriks şeklinde elde edilen $\mathbf{G}_{n \times l}$ görüntü bilgisi de satır satır dizilerek $l \times l = l^2$ boyutlu $\mathbf{f}$ vektörü elde

edilir. Şimdi elimizde tüm bilgidan alınan ve analog bilginin geri çıkarımını sağlayacak n -boyutlu bir $\mathbf{f}$ vektörü vardır.

Saniyede 8 bin örnek alınarak ayrıklaştırılmış 1 dakikalık konuşma için 480 bin, periyodu 10 mikrosaniye ile örneklenmiş 3 dakikalık bir müzik parçası için 18 milyon örnek alınarak $\mathbf{f}$ vektörü oluşturulur. Bu boyut, görüntü bilgisi için çok daha fazladır.

Sayısal bilgilerin iyileştirilmesi, süzülmesi gibi işlemler de göz önüne alındığında bilginin bu boyutu ile saklanması ve işlenmesi; hem kapasite hem zaman olarak ciddi sorunları da beraberinde getirecektir. Bu nedenle $\mathbf{f}$ vektörü $\mathbf{H}_{m \times n}$ matriksi ile çarpılarak $\mathbf{g}$ vektörü elde edilir. $\mathbf{H}$ rastgele elde edilen m ($m < n$) boyutlu bir ölçüm matriksidir.



$\mathbf{H}$ matriksinin elde edilmesinde, Gaussian, (bağımsız eş dağılımlı (independent identically distributed-ıid) Gauss Beyaz Gürültü (GWN) elemanlı), Rademacher (iid +1, -1 elemanlı), Fourier (satırları rastgele seçilen) gibi yöntemler kullanılır.

Şimdi bilgi taşıyan vektörün boyutu küçülmüş, ancak başka bir problem ortaya çıkmıştır. Elde edilen m denklemden ($\mathbf{g}$), n bilinmeyen ($\mathbf{f}$) bulunmalıdır ve temelde deneme yanılma gibi bir işlemle karşı karşıyayızdır. $\mathbf{H}$ matriksi kare matriks olmadığından tersi de yoktur. Yapılması gereken önce rastgele bir $\mathbf{f}$ vektörü oluşturmak ve bu vektörün $\mathbf{g} - \mathbf{H}\mathbf{f} = 0$ denklemini sağlayıp sağlamadığına bakmaktır. Eğer $\mathbf{f}$ vektörü bu şartı sağlıyor olsaydı, $\mathbf{f} = \mathbf{f}$, yani orijinal bilgi olacaktı. Bu ilk denemede $\mathbf{f}$ vektörünün bulunması neredeyse imkansızdır. Bu nedenle sonuçtan uzaklaşmadan ve her denemede $\mathbf{f}$ 'in $\mathbf{f}$ 'ye daha da yaklaştığı bir mantık geliştirilmelidir. Bu nedenle $\mathbf{g} - \mathbf{H}\mathbf{f} = 0$ denklemini sağlayacak $\mathbf{f}$ vektörünü deneyerek bulmak, yerini ($\mathbf{g} - \mathbf{H}\mathbf{f}$) vektörünün mümkün olduğu kadar 0'a yaklaştırılması işlemine bırakır. ($\mathbf{g} - \mathbf{H}\mathbf{f}$) vektörünün değerinin küçültülmesi göreceli bir kavramdır ve esas hedef tüm elemanlarının 0 yapılmasıdır. Bu şartın sağlanması bazı zorlukları da beraberinde getirdiğinden ($\mathbf{g} - \mathbf{H}\mathbf{f}$) vektörünün küçültülmesi için seçilen çok küçük ϵ için sıfır yapılmı (0-norm) dışında özellikle vektörün enerjisi ile ilgili başka tanımlar (Norm-1, Norm-2 gibi) yapılabilir. Yani vektörün tüm elemanları 0 yapılmaktansa, elemanların toplamı, elemanların karelerinin toplamının karekökü gibi değişik küçültme yöntemleri kullanılabilir. ϵ sayısının ne kadar

küçültülebileceği $\mathbf{f}$ vektörünün seyrekliğiyle (birçok elemanın sıfır olması veya kabul edilmesi), bazı elemanlarının önceden bilinmesiyle doğrudan ilişkilidir ve [6, 7] numaralı kaynaklarda kapsamlı olarak verilmektedir.

İlave edilmesi gereken bir diğer nokta da $\mathbf{f}$ vektörünü küçültmek ($\mathbf{g}$) için kullanılan ölçüm matrisi $\mathbf{H}$ 'nin elde edilmesi ile ilgilidir. $\mathbf{H}$ matrisi Gauss dağılımı kullanılarak rastgele elde edilmektedir, ancak geri çıkarma için $\mathbf{H}$ matrisinin [6] numaralı referansta verilen bazı özelliklere sahip olması gerekir.

Seyreklik ve Bilinirlik

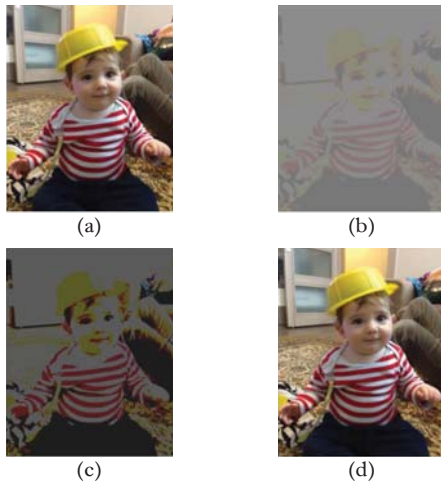
$\mathbf{g}$ vektöründen geri elde edilmesi istenen $\mathbf{f}$ bilgi vektörünün geri elde edilebilmesi için seyrek olması gerekmektedir. $\mathbf{f}$ vektörünün zaman domenyindeki veya uygun bir dönüşümle (Fourier, Kosinüs, Dalgacık, gibi) elde edilen karşılığı, ortogonal bir domenyindeki değeri genellikle seyrek. Geri çıkarımı istenen $\mathbf{f}$ bilgisi K -seyrek (K: sıfırdan farklı eleman sayısı). Seyreklik alt sınırı [8] numaralı kaynakta kapsamlı şekilde verilmiştir.

Buraya kadar verilen yaklaşımda, bilgi işaretinin küçültülmesi sırasında oluşabilecek gürültüler yok sayılmıştır. Ancak küçültme işlemi sırasında iki çeşit nedenden dolayı $\mathbf{g}$ işareti bozulmuş olabilir. Eklenen ve bozan gürültü olarak tanımlanabilecek bu gürültüler denklemlere $\mathbf{g} = \mathbf{H}\mathbf{f} + \mathbf{e}$ (eklenen gürültü, $\mathbf{e}$), $\mathbf{g} = (\mathbf{H} + \mathbf{E})\mathbf{f}$ (bozulma, $\mathbf{E}$: sapma matrisi) veya her ikisi birden şeklinde ilave edilir ve yukarıda verilen geri çıkarma şartlarını etkiler [7].

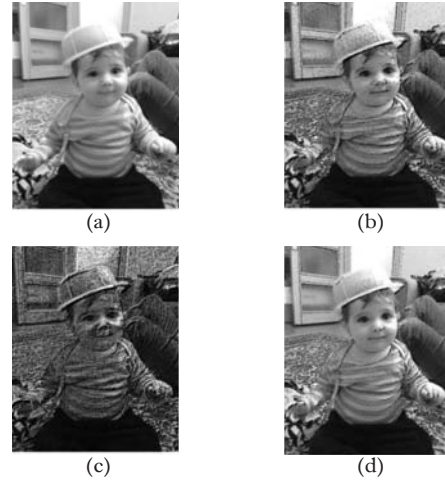
Örnek

Şekil 1'de görülen renkli Ferit, $n=3686400$ uzunluğunda bir vektöre dönüştürülmüş, önce sayısal dalgacık dönüşümü kullanılmış (dwt) ve seyrekleştirilmiştir. Geri elde edilmesinde bilginin yüzde 20'sinin bilindiği varsayılarak ve $p=0.5$ için geri çıkarma algoritması çalıştırılmış ve görüntü neredeyse orijinale yakın elde edilmiştir.

Siyah-Beyaz Ferit benzer işlemlerle (Şekil 2) önce dönüşüm kullanılarak sıkıştırılmış ve sonra farklı bilinme oranı (s), farklı seyreklik sayıları (k) ve farklı optimizasyon katsayıları (p) kullanılarak geri elde edilmesi incelenmiştir.



Şekil 1: a) Orijinal Ferit, b) Farklı seyreklik, bilinirlik ve m değeri ile küçültülüp, farklı norm değerleri ile geri kazanılmış Feritler.



Şekil 2: (a) Siyah-Beyaz Ferit, (b) Farklı m , s , k , p değerleri için küçültülüp, geri kazanılan Ferit'ler

Sonuç

2D ve 3D görüntü sıkıştırma ve geri çıkarma ilişkin çalışmalar özellikle son yıllarda ivme kazandı. Görüntü işleme uygulamalarında yüz tanımadan, hareketli görüntülerin işlenmesine, tıp uygulamalarına, askeri uygulamalara kadar geniş bir alanda teorik ve uygulama çalışmaları yapılıyor. Büyük boyutlu bilgilerin küçültülerek saklanması ve işlenmesi, geri çıkarılması için çok sayıda çalışma yapılmakta. Özellikle geri kazanımda, küçültme işlemleri kadar geri çıkarma algoritmaları da geliştirilmeye çalışılıyor. Bu alanlarda, aşağıdaki konularda çalışmalar halen daha da geliştirilmeyi bekliyor:

- Uygun $\mathbf{H}$ matrisinin oluşturulması, RIP şartlarının geliştirilmesi (daha düşük m)
- Çarpım ve eklenen gürültülerin etkileri
- Bilginin seyrekliği, k
- Bilginin bir kısmının önceden biliniyor olması, s
- En azı bulma (minimizasyon) algoritmalarında farklı norm tanımları
- Tüm bu parametrelerin çapraşık olarak değiştirilmesi ve nihayetinde bilgiyi en az bilgi ile en çabuk ve en doğru şekilde elde etme.

Kaynaklar

- [1] EJ Candès, J Romberg, T Tao, "Robust uncertainty principles: Exact signal reconstruction from highly incomplete frequency information", Information Theory, IEEE Transactions on 52 (2), 489-509, 2006.
- [2] EJ Candès, MB Wakin, "An introduction to compressive sampling", Signal Processing Magazine, IEEE 25 (2), 21-30, 2008
- [3] EJ Candès, T Tao, "Near-optimal signal recovery from random projections: Universal encoding strategies?" Information Theory, IEEE Transactions on 52 (12), 5406-5425, 2006
- [4] Z. Dong, W. Zhu, "An improvement of the penalty decomposition method for sparse approximation", Signal Processing, 113, (2015), 52-60.
- [5] Y. Pang, X. Jiang, X. Li, J. Pan, "Efficient object detection by prediction in 3D space", Signal Processing, 112 (2015), 64-73.
- [6] T. Ince, A. Nacaroglu, N. Watsuji, "Nonconvex compressed sensing with partially known signal support", Signal Processing, 93 (2013), 338-344
- [7] T. Ince, A. Nacaroglu, "On the perturbation of measurement matrix in non-convex compressed sensing", Signal Processing, 98 (2014), 143-149
- [8] M. E. Lopea, "Estimating unknown sparsity in compressed sensing", Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning, Atlanta, Georgia, USA, 2013. JMLR: W&CP volume 28.

TIBBİ GÖRÜNTÜLERİN İŞLENMESİ, TANIYA YARDIMCI YAZILIMLAR ve RADYOLOJİ İŞ İSTASYONLARI

Dr. M. Alper Selver
Dokuz Eylül Üniversitesi,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, İzmir

Son yıllarda, özellikle görüntü alma ve bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişim sonucu, tıp fakültelerinin radyoloji bölümleri film yerine sayısal bilgilerin saklanması ve incelenmesini yeğler duruma gelmişlerdir. Genelde filmsiz (sayısal) radyoloji, iki temel alanda ele alınabilir ve faydaları bu iki kapsam içerisinde incelenebilir. Bunlardan birincisi, hastanın elektronik tıbbi kaydının görüntülerle birleştirilmesi ile elde edilen verim, geliştirilmiş erişim ve tümleştirme, ikincisi ise görüntü gösterimi ve işlenmesi alanındaki gelişmelerin yardımı ile yeni tekniklerin oluşmasıdır. Birbirine tümleşik olarak ilerleyen bu iki alanda ülkemizdeki akademik çalışmalar yoğun şekilde sürmektedir. Ancak ulusal firmalar yoğunlukla ilk alanın ürüne dönüştürülmesi sürecinde yer alan hastane ve radyoloji bilgi sistemleri alanında faaliyet göstermektedirler. Bu nedenle bu yazı, ikinci alana, yani tanıya yardımcı görüntü gösterimi, işlenmesi ve yazılımlara tümleştirilmesi sürecindeki temel teknikler, gerekli özellikler ve ürüne dönüşüm sürecinde dikkat edilmesi gereken noktalara ayrılmıştır.

Görüntü yakalama, yüksek hızlı ağlar ve yüksek çözünürlüklü monitörlerdeki büyük ilerlemeler filmsiz radyoloji sistemlerine geçişi önemli ölçüde hızlandırmıştır. İş akışından maliyetlere kadar her alanda uzun vadede kazanç sağlayan sayısal radyoloji sistemleri, günümüzde neredeyse tüm hastanelerde kullanılmaya başlanmıştır. Sayısal radyoloji sistemlerinin ana elemanları 1) Görüntülerin elde edildiği sayısal görüntüleme cihazları, 2) Görüntülerin depolandığı arşiv (Picture Archiving and Communication System-PACS) ve 3) klinik görüntüleme yazılımları ve tanı iş-istasyonları olarak özetlenebilir. Günümüzde PACS, görüntünün depolanması, görüntülenmesi, işlenmesi ve iletilmesini sağlamak üzere geliştirilen sistemlere verilen genel bir isme dönüşmektedir, ancak ileri seviye tanı ve analizler halen donanım ve/veya yazılım açısından yüksek kapasiteli iş-istasyonlarında gerçekleştirilmektedir.

Genel olarak PACS üzerinde yer alan görüntüleme yazılımları, görece daha temel ve basit görüntü işleme tekniklerini içerirken, iş istasyonları daha çeşitli, ayrıntılı ve güçlü görüntü işleme ve analiz kapasitesine sahiptirler. Günümüzde, tüm tıbbi görüntüleme yazılımları DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) standardına uygun formattaki tıbbi görüntüler üzerinden çalışmaktadır. DICOM tıbbi görüntüye ilişkin bilginin saklanması,

işlenmesi, görüntülenmesi ve iletimi için geliştirilmiş ve en yaygın olarak kullanılan standarttır. Halen yeni özellikler eklenerek geliştirilmeye devam edilmekte olan DICOM, veri iletimi ve depolanması için geliştirilen TCP/IP üzerinde kurulu bir ağ protokolü olmasının yanı sıra aynı zamanda genelgeçer tıbbi görüntü formatıdır. Tüm bu özellikleriyle DICOM servislerini en geniş çerçevede desteklemek güncel ürünlerin temel hedeflerindenidir.

DICOM görüntü formatı, gri seviye tıbbi görüntüde 65536 (16 bit) gri düzeyi destekleyerek görüntüleme cihazlarından elde edilen görüntünün sağlıklı görüntülenmesini sağlar. Bu açıdan, DICOM formatındaki görüntüleri 8 bit formatlara çevirmek veri kaybına sebep olacağından, DICOM formatını doğrudan görüntüleyebilen yazılım kullanımı önemlidir. DICOM yalnızca görüntü verisini değil, görüntü elde parametrelerini (örn. Hasta pozisyonu, görüntü alım zaman(lar)ı, kesit aralığı, pozlandırma parametreleri vs.) de içerir. Bu bilgi verisi, pek çok görüntü işleme tekniklerinin (örn. 2-boyutlu kesit görüntülerden 3-boyutlu görüntü elde edilmesi) uygulanmasına ve görüntünün sağlıklı yorumlanmasına yardımcı olur.

Bir DICOM Görüntüleyicinin Temel Özellikleri

DICOM görüntüleme yazılımları PACS sistemine bağlanıp görüntü çekebildiği gibi, bilgisayarın sabit diskindeki sürücülerindeki herhangi bir görüntü dosyasını ya da DICOMDIR dizin dosyasını açabilir. Bir hastaya ait farklı görüntüleri ya da farklı hastalara ait görüntüleri aynı anda ekranda görüntüleyebilirler. Tıbbi görüntüleme yazılımlarının kullanıcı arayüzleri için henüz ortak bir standard geliştirilmiş olmadığından, farklı firmalar farklı kullanıcı arayüzleri sunmaktadır, ancak bu durum kullanıcıların programları öğrenme ve alışma sürelerini artırmaktadır. Özellikle doktorlar gibi yoğun çalışan meslek gruplarında “kullanıcı dostu” tanımı; bir kılavuza başvurmada ya da en az yardım alarak öğrenilebilen kullanıcı arayüzlerinin geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu nedenle yazılımın sahip olduğu görüntü işleme yeteneklerinin uygun bir arayüzle doktora sunulması ve tercihen kullanıcının günlük hayatta sürekli olarak kullandığı programlara benzetilmeye çalışılması da gereklidir.

Temel özelliklere sahip bir DICOM görüntüleme yazılımının optik kaydırma, görüntüler üzerinde ölçüm yapabilme, görüntü dönüştürme, görüntü süzgeçleme ve piksel tabanlı işleme özelliklerine sahip olması gereklidir. Programın



Şekil 1: (a) Görüntünün istenilen bölgesine optik kaydırma uygulanması, (b) bir kalp piline yüksek optik kaydırma uygulanması (sol) ve interpolasyonla piksel etkisinin azaltılması (sağ).

görüntüler üzerinde yapabilmesi gereken dönüşümler, görüntünün istenilen açıda, istenilen yöne döndürülebilmesi, ayna görüntü eldesi, görüntünün geneline ya da özel bir bölgeye optik kaydırma uygulanabilmesi olarak sıralanabilir. Şekil 1’de optik kaydırma (zoom) özelliğine ait bir örnek görülmektedir. Sayısal görüntü üzerinde yapılan optik kaydırmalar, DICOM görüntüsünün çözünürlüğü ile doğrudan orantılıdır ancak çok yüksek optik kaydırma gereksinimlerinde interpolasyon teknikleri ile görüntü kalitesi artımı gerçekleştirilebilir.

Piksel işleme tekniği ile parlaklık ayarlama, kontrast ayarlama, görüntünün negatifini, logaritmik, karesel, ters karesel formlarını bulmak ve histogram eşitleme tekniğini uygulamak mümkündür. Look-Up-Table (LUT) değişimleri olarak isimlendirilen bu işleme teknikleri görüntülerin incelenmesi esnasında farklı özelliklerin ön plana çıkmasını sağlayarak uzmanların görüntü yorumlamasını kolaylaştırıcı etki gösterirler. Şekil 2’de bu işleme tekniklerinin bazıları aynı radyolojik görüntü üzerinde gösterilmiştir.

Görüntüler, programda önceden belirlenen süzgeçler yardımıyla maskelenebilir. Süzgeç kullanımı piksel işleme tekniklerden ayıran en önemli özellik, işlemlerin görüntü içerisinde yerel olarak yapılmasıdır. Piksel tabanlı işleme teknikleri histogram benzeri global veri bilgisi sağlayan göstergeler üzerinden tüm görüntü karakteristiğini etkilerler.

Bu işlemlerde önemli olan yalnızca pikselin değeridir; komşu piksellerin değeri, dolayısıyla pikselin konumu dikkate alınmaz. Süzgeçler ise bir pikselin değerini komşularının değerine göre etkilerler. Bu işlemi gerçekleştirmek için genelde görüntüden çok daha küçük ve süzgeç katsayılarını barındıran bir matris görüntü üzerinde gezdirilerek (konvolüsyon) yeni piksel değerleri belirlenir. En yaygın olarak kullanılan süzgeç tipleri: 1) Görüntüdeki gürültü ve benzeri bozulmaları gidermek için kullanılan alçak geçiren süzgeçler ve 2) Görüntüdeki kenar ve hızlı geçiş bilgilerini ön plana çıkaran yüksek geçiren süzgeçlerdir. Her süzgecin sağladığı kazanımın yanında neden olduğu dezavantajlar unutulmamalıdır. Örneğin alçak geçiren bir süzgeç gürültü etkisini azaltırken, süzgeçlenen yüksek frekans bileşenleri nedeniyle görüntüdeki sınır ve kenar bilgilerini baskılar. Benzer şekilde kenar bilgisini kuvvetlendiren yüksek geçiren süzgeçler gürültü etkisinin artmasına neden olurlar. Bu sebeple aynı filtreler farklı kuvvetlerdeki (farklı katsayı kombinasyonları) seçenekleri ile sunulurlar ve kullanımları uygulamaya bağlı olarak belirlenir. Şekil 3’te görüldüğü gibi, gezgin maskeleyme sayesinde süzgeçleme işlemi görüntünün geneline uygulanabileceği gibi sadece istenilen bölgeye de uygulanabilir.

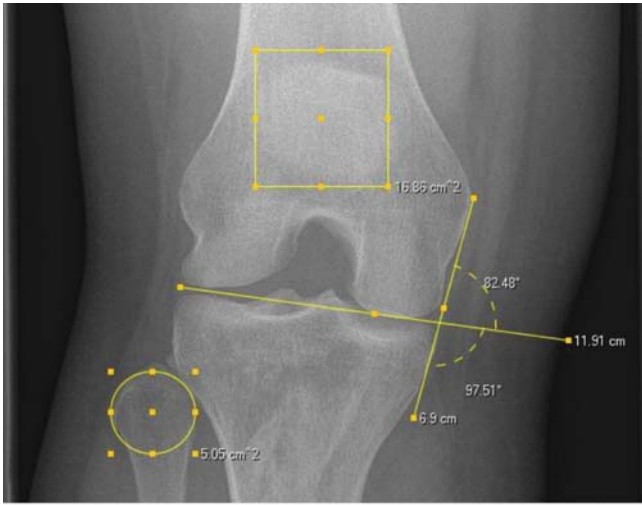
Tıbbi görüntüler üzerinde yapılan ölçümler, bir çok tanının kantitatif olarak değerlendirilmesi açısından önemli ve gereklidir. Yazılımlar aracılığıyla görüntü üzerinde



Şekil 2: Piksel işleme tekniklerinin aynı görüntüye uygulanması ile elde edilen farklı sonuçlar.



Şekil 3: İstenilen bölgeye yüksek geçiren süzgeç uygulanması.

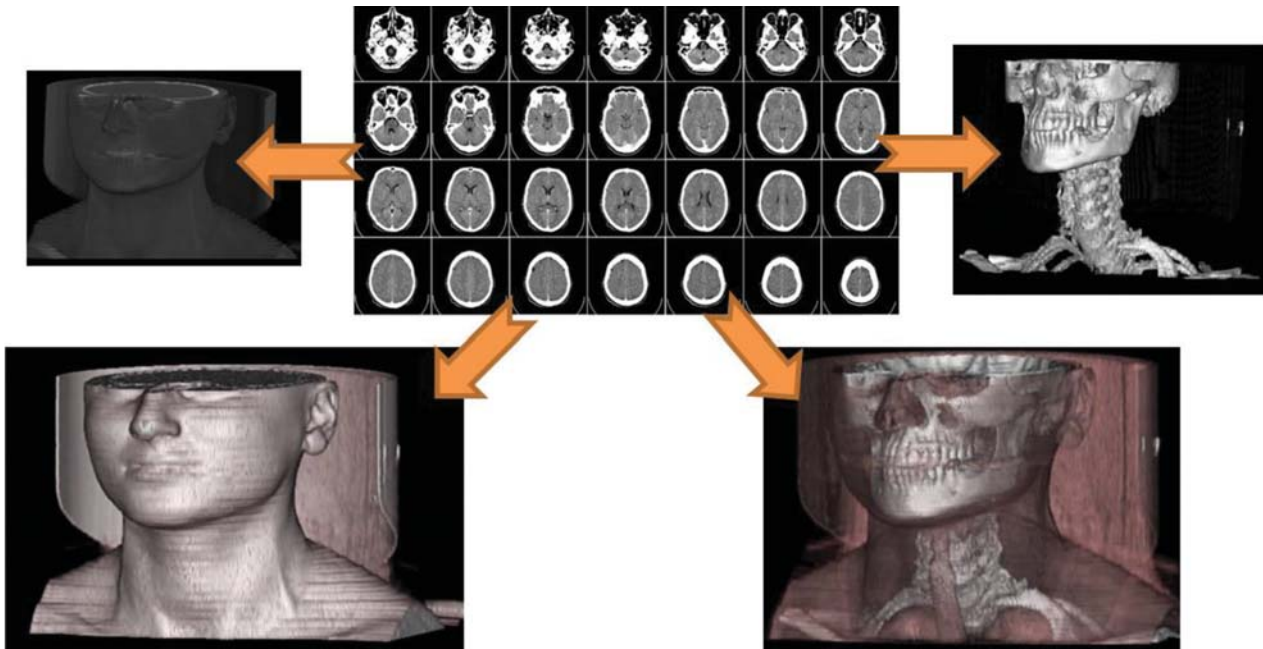


Şekil 4: Farklı ölçüm tekniklerinin (alan, uzunluk, açı) tıbbi görüntü üzerinde kullanımı.

uzunluk, açı ve alan ölçümleri yapılabilir (Şekil 4). Tıbbi görüntüleme yazılımlarını benzer günlük programlardan ayıran en büyük özellik, uzunluk ve alan ölçümlerinin doğru kullanılabilmesi için görüntünün kullanıcı ekranındaki görünümü ile DICOM verisindeki üst bilginin uygun şekilde ilişkilendirilmesinin gerekliliğidir. Örneğin, görüntü kullanıcı ekranında x2 optik kaydırma ile görüntülenirken yapılan ölçüm, görüntünün özgün büyüklüğündeki değerine dönmek için 2'ye bölünmeli ve daha sonra DICOM üstbilgisinde yer alan x-/y- piksel mesafe bilgisi ile çarpılmalıdır. Bu ilişkilendirmenin yapılamaması ya da DICOM üstbilgisinin eksik olması durumunda yalnızca açı ölçümleri güvenilir sonuç verebilir.

İleri Seviye İş-istasyonlarının Özelliklerine Örnekler

Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans (MR) gibi tomografik görüntüleme tekniklerinin ürettiği yüzlerce görüntüden oluşan görüntü serileri bir çok ileri seviye analizin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu analizler yalnızca projeksiyon ve/veya kesit görüntülerin iki boyutlu (2B) işlenmesi ile sınırlı olmayıp, kesit görüntülerin çoklu düzlem geriçatma (Multi Planar Reconstruction (MPR)) ve üç boyutlu (3B) görüntülenmesini de içermektedir. MPR tekniği, doktorun hasta görüntü serisine aksiyal, koronal ve ya sagittal olarak bakabilmesini sağlar. Ayrıca kullanıcı etkileşimli olarak görüntüleme yüzeyini değiştirerek MPR görüntü üzerinde istediği eksen üzerinden görüntüleme de yapabilir. Böylelikle tıbbi uzmanlar anatomik yapı ile sanal etkileşimde bulunabilmekte ve muhtemel yaşam koruyucu bilgileri öğrenebilmektedir. Bu veriler, gelişen görüntü işleme tekniklerinin yardımı ile sadece görüntüleme amaçlı değil aynı zamanda tanı, ameliyat planlama ve benzetimi, radyoterapi planlama

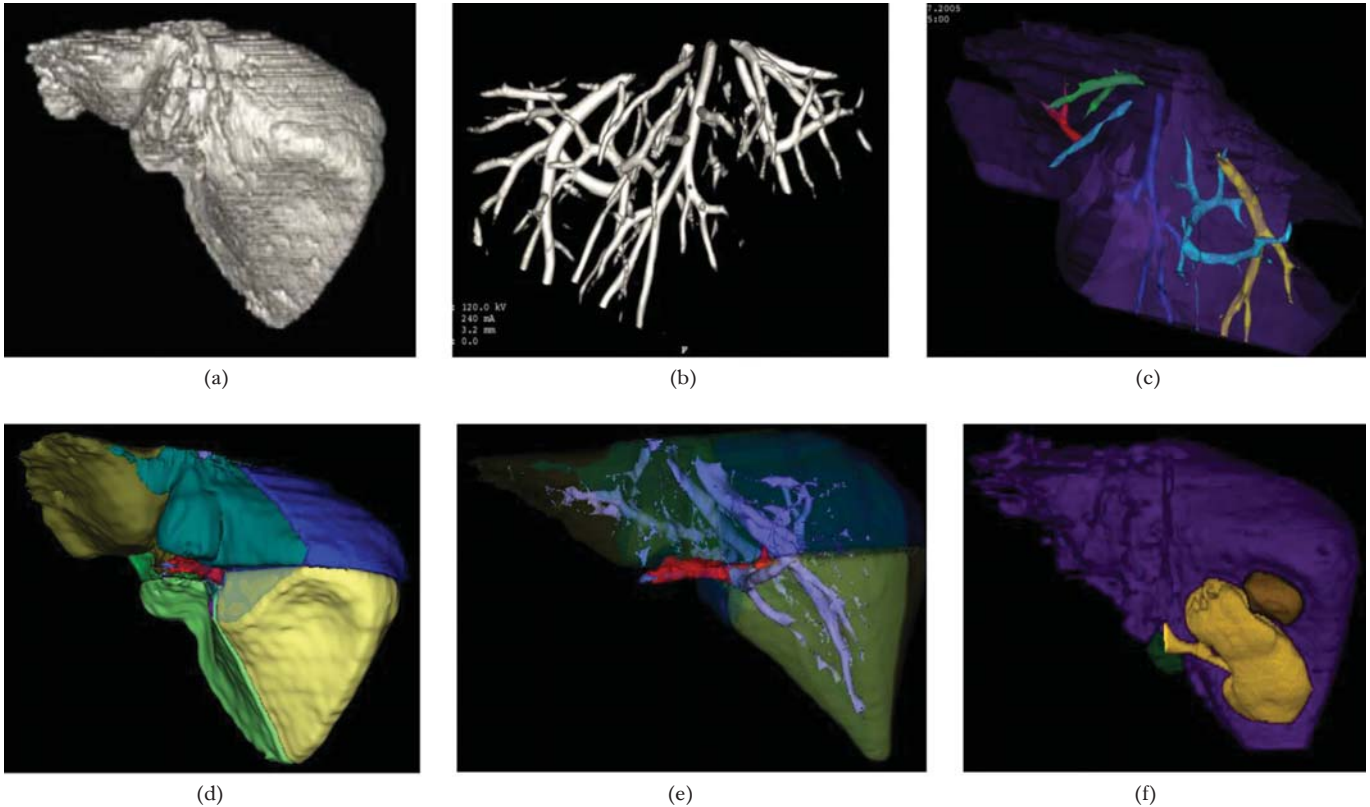


Şekil 5: Transfer fonksiyonları aracılığı ile doğrudan üç boyutlu görüntüleme. Şekildeki her 3B görüntü ufak parametre değişimlerinin grafik kartı üzerinde doğrudan işlenmesiyle gerçek zamanlı olarak elde edilebilmektedir. 3B görüntüler saat yönünün tersinde takip edildiğinde ham 3B görüntü, doku-opak 3B görüntü, doku-şeffaf 3B görüntü ve doku-saydam 3B görüntü (kafatası) görülmektedir.

gibi pek çok alanda da kullanılabilir. MPR günümüzde radyoloji görüntüleme yazılımlarının neredeyse temel özelliklerinden biri haline gelmiştir ve tomografik görüntülerin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tomografik cihazlardan elde edilen çoklu veri dilimleri, çeşitli görüntüleme teknikleri kullanılarak 3 Boyutlu (3B) görüntülerin oluşturulmasında da kullanılmaktadır. 3B görüntülemenin tıbbi uzmanların yararlandığı bir araç olabilmesi için kullanışlı arayüz tasarımları ve uygun işlem hızına sahip üst yazılımlar ile desteklenmesi gerekir. 3B görüntüler transfer fonksiyonları olarak isimlendirilen etkileşim araçları ile doğrudan oluşturulabilirler (Şekil 5). Uygun uygulamalarda anatomik yapıların yüksek kalitede 3B görüntüleri transfer fonksiyonları tabanlı görüntüleme teknikleri ile sağlanabilmekle birlikte, çok fazla sayıda organın birleşmesinden kaynaklanan karmaşık iç yapıda daha ileri seviye tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Anatomik yapı ya da yapıların tek başına ayrıştırılmış bir şekilde görüntülenmesi tıbbi hacim bölütleme olarak adlandırılır. Bölütleme algoritmalarında, organın veya ilgi-bölgesinin sınırlarını doğru bir şekilde çıkarmak ve veri kümesinin geri kalanından ayırmak en önemli olgudur. Fakat örnekleme artefaktları, gürültü, düşük kontrast gibi görüntü eldesi kaynaklı problemler, anatomik yapıların ayırdedilemez veya eksik görüntülenmesine neden olabilmektedirler. Bu nedenle başarıyı yüksek bölütleme yöntemlerine gereksinim duyulmaktadır ve farklı uygulamalarda tıbbi hacim bölütlemesi için geçerli yöntemlerin geliştirilmesi halen en yoğun çalışılmakta olan alanlardan biridir.

Hacim bölütlemenin önemine ilişkin en etkili örneklerden biri karaciğer nakli ameliyatlarından önce verici (donör) karaciğerinin incelenerek ameliyat planlamasının yapılmasıdır. Operasyon öncesi karaciğerin hacmi, damar yapısı ve (eğer gerekiyorsa) nakil edilmesi planlanan loblarının hacimleri ile bu lobları ayırırken dikkat edilmesi gereken damar bağlantılarının çıkarılması gereklidir. Tüm bu işlemlerin 2B görüntü serileri içerisinde yapılması mümkündür, ancak 2B analizler iki temel zorluk içermektedir. İlk olarak 2B görüntülerden bu bilgilerin çıkarılması uzun ve zaman alıcı bir işlemdir. İkinci olarak da cerrahlar, radyologlar gibi 2B görüntüleri yorumlama üzerine uzmanlaşmadıklarından, operasyon planını oluşturmada zorlanırlar. 3B görüntüleme ile karaciğer, damarlar ve loblar farklı parametreler ile görüntülenerek cerrahın çok daha sağlıklı ve etkin planlama yapması sağlanabilir. Şekil 6'da örnek bir planlamanın adımları görülmektedir. Şekil 6.a'da karaciğer bölütlenerek tüm hacminin ölçümü gerçekleştirilir. Şekil 6.b'de karaciğer içindeki damarlar bölütlenerek damar ağ yapısı görüntülenmiştir. Şekil 6.c'de doktorların belirlediği farklı damar ağları farklı renklere atanarak, şeffaf karaciğer parankiması içerisinde görüntülenmiştir. Şekil 6.d'de, farklı damar ağları ile belirlenen karaciğer lobları (Coinaud sınıflaması) görülmektedir. Şekil 6.e'de lobların içerisindeki damar ağları görüntülenirken, son olarak Şekil 6.f ise karaciğeri komşu organları ile beraber göstermektedir. Tüm bu analizler karaciğerin operasyon öncesi ayrıntılı olarak analiz edilebilmesini sağlar.



Şekil 6: Karaciğer nakli öncesi verici (donör) incelemesi amacıyla 3B görüntüleme

Bölütleme ileri seviye analizler için kullanılmakta olan bir çok görüntü işleme tekniğinden yalnızca biridir. Kolonoskopi ve beyin ameliyatları gibi yaygın olarak kullanılan farklı uygulamalarda, çok çeşitli bölütleme ve görüntüleme teknikleri kullanıldığı gibi, farklı görüntüleme cihazlarının ürettiği görüntülerin tümleşik analizini sağlayan füzyon ve çıkıştırma yöntemleri de bulunmaktadır.

Ar-Ge ve Ticari Ürün Olarak Tıbbi Görüntü İşleme

Yazı boyunca belirtilen teknik özellikleriyle ileri seviye tıbbi görüntü işleme yazılımları, özellikle radyologların tanı ve analizlerde kullandığı en önemli araçtır. Daha basit ve temel işlevleri barındıran yazılımlar ise PACS görüntüleyici olarak hastanelerin tüm kliniklerine sunulmaktadır. Yaygın olarak kullanılan çözümlerden biri de klinik görüntüleme yazılımlarının Java appletler gibi araçlarla internet tarayıcı programları üzerinden çalışmasıdır. DICOM, IHE ve HL7 gibi standartların gelişmesi ve kabul görmesiyle birlikte görüntü işleme yazılımları ve tanı istasyonları görüntüleme cihazı (modalite) üreticilerinin tekelinden çıkmıştır.

Bu gelişmelere rağmen, maalesef ulusal firmalarımızın çoğunun görüntüleme yazılımlarına bakış açısı oldukça kısır kalmaya devam etmektedir. Yakın zamanda katıldığım ve İstanbul'da düzenlenen uluslararası tıp bilişimi konferansında sohbet etme fırsatı bulduğum önde gelen bir ulusal firmanın üst düzey yetkilisi klinik görüntüleme yazılımları konusundaki politikalarını “tekerleği yeniden keşfetmeye gerek yok” olarak tanımladı. Firmalar tarafından kabul gören “hazır yapılmış ve uygun fiyatlı var, alıp-satmak yerine neden kendim geliştireyim?” politikası maalesef ülkemizde bu alanda süren çalışmaları dar bir vizyona ve sığ ilerlemelere hapsetmektedir.

Firmalar tarafından belirlenen al-sat politikasının başlıca iki sorunu bulunmaktadır: İlk olarak, klinik görüntüleme yazılımları ileri seviye iş istasyonlarının taban programlarını oluşturmaktadır. Bu nedenle eğer temel bir görüntü işleme yazılımınız yoksa, ileri seviye iş istasyonu geliştirmeniz mümkün değildir. Bu durum şartnamesinde artık 3B görüntülemeyi standart hale getirmiş bir çok hastane için firmaların yüksek bedellerle yabancı yazılımlar almalarına neden olmaktadır. Daha büyük kayıp ise üniversitelerimizce bu alanlarda geliştirilen onlarca çalışmanın, tümleştirilecek bir yazılım olmaması nedeniyle bilimsel yayın olarak kalıp ürüne dönüşmemesidir. Halbuki, özellikle Amerika ve Almanya'da tıbbi sayısal görüntülerin, yeni görüntü işleme tekniklerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği arayüzler haline dönüştürülmesi için sürekli firma-üniversite işbirliği sürdürülmektedir.

İkinci neden ise giderek önem kazanan DICOM uzantılarının kullanımı ve uygulanmasında karşılaşılan zorluklardır. DICOM uzantıları, özellikle radyolojik iş akışındaki verimliliği ve kaliteyi artırmayı hedeflenen ek standartlar olarak tanımlanabilir. DICOM uzantılarına bir örnek olarak DICOM Sunum Kipleri (DICOM Grayscale Softcopy

Presentation States- GSPS) nesneleri gösterilebilir. GSPS radyoloğun orjinal görüntüyü açmasıyla başlayan ve tanı sürecine kadar gerekli gördüğü görüntü işleme adımlarını saklayan bir nesnedir. Bu işlemler ilgi alanı seçimi, süzgeçleme, etiketleme gibi her türlü tanı adımını kapsamaktadır. GSPS nesneleri ilgili görüntü ya da görüntülere ilişkilendirilerek DICOM uyumlu olarak saklanır. Böylelikle başka herhangi bir uzman orjinal görüntüleri açtığında, tek bir tuşla radyoloğun tanıyı koyduğu görüntü parametreleri ile görüntüleme yapabilir. GSPS desteği giderek önem kazanmakta olduğu için DICOM komitesi bu uzantıyı N-boyutlu verilere genişletmeyi hedeflemektedir. Benzer şekilde, yapılandırılmış raporlama (structured reporting) radyoloji işakışının önemli elemanlarından biri olmaya adaydır. Bu gibi uzantıların görüntüleme yazılımı tarafından desteklenmesi yalnızca teknik açıdan değil, bölgesel gereksinimlere uygun yapılandırmalar açısından da gereklidir. Yabancı kaynaklı yazılımlar kullanıldığında hastaneler istedikleri ufak değişiklikler ve önlemler için bile çözümsüz kalmaktadırlar.

Yakın zamanda görüntü işleme yazılımları mobil cihazlar üzerinde de yaygın olarak kullanılmaya başlanacaktır. Yabancı kaynaklı yazılımlara olan bağımlılık, teknolojinin bu dönüş noktasında da müşteri konumunda kalmamıza neden olacak gibi görünmektedir. Görüntüleme cihazı (BT, MR vb.) üretimi konusunda neredeyse tamamen teknoloji dışı kalan ülkemizde sadece yazılım tabanlı ürünlerde bile dışa bağımlı kalmamız üzücüdür. Olumlu yönden bakıldığında ise geleceği umut vaat eden ancak sayıları maalesef bir elin parmaklarını geçmeyen ulusal görüntüleme yazılımı firmalarımız ve ürünlerimiz bulunmaktadır.

Radyoloji kongrelerinin tıp bilişimi oturumlarında radyologların ortak olarak belirttiği konulardan biri de multimedya teknolojilerindeki gelişmelerin tıp bilişimine aynı ölçüde yansımamasıdır. Örneğin patolojik bir görüntü parçası ile PACS üzerinde arama yapabilme ve benzer karakteristiklere sahip görüntüleri kolay ve hızlı olarak çağırabilme gibi özellikler hem akademik çalışmaları hem de işakışı ve verimi hızlandırarak kolaylaştıracaktır. Aslında ulusal akademik çalışmalarımız içerisinde dünya çapında derece alacak kadar başarıyı yüksek teknolojiler bulunmaktadır. Ancak bunların ürüne dönüşümü yine firma-üniversite işbirliği gerektirmektedir.

Bu yazıda belirtilmeyen ama çok önemli olan görüntü işleme alanları da mevcuttur. Örneğin, görüntüleme cihazlarından sayısal görüntü eldesi ile sayısal görüntülerin sıkıştırılarak depolanmasında ve iletiminde önemli kazançlar sağlanmaktadır. Tıbbi görüntü sıkıştırma teknolojisindeki gelişmeler önemli bir görüntü işleme uygulaması olarak pek çok akademik çalışma ve ticari ürünün odak noktası olmaya devam etmektedir. PACS arşivleme sistemlerinin verimli kullanımını ve tele-radyoloji uygulamalarının etkinliğini önemli ölçüde etkileyen sıkıştırma teknikleri N-boyutlu sunuş durumlarının devreye girmesiyle daha da önem kazanacaktır. ■

31 Mart 2015 Tarihinde Yaşanan Şebeke Çöküşünün Ardındaki Gerçekler...

TÜRKİYE NASIL KARANLIKTA KALDI?

Nedim Bülent Damar-EMO Enerji Çalışma Grubu Başkanı
Emre Metin-Elektrik Mühendisleri Odası Müdürü



31 Mart 2015 tarihinde saat 10:36 civarında Türkiye enterkonnekte sistemi tamamen çökmüş ve İran'dan beslenen Van ilinin küçük bir bölümü hariç olmak üzere Türkiye yaklaşık 10 saat boyunca elektriksiz kalmıştır.

Yıllardır Türkiye enterkonnekte sisteminde meydana gelmemiş olan bu sistem çökmesinin nedenleri aradan 3 aydan fazla bir zaman geçmiş olmasına rağmen henüz yetkililer tarafından kamuya açıklanmamıştır. Yapılan bir takım yuvarlak açıklamalar ise hiç bir somut bilgi vermemekte olup; olayı geçiştirmeye yöneliktir. Bu durum akıllara iki olasılığı getirmektedir:

- Sistem çökmesinin teknik ve idari nedenleri henüz çözülememiştir.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı halka bu açıklamayı yapmaya gerek görmemekte ya da uygulanan yanlış politikaların sorumluluğunu örtmek üzere halktan gerçekleri saklamak istemektedir.

Bu iki olasılık da birbirinden daha kötü sonuçlar içermektedir. Eğer sistem çökmesinin nedenleri aradan geçen bunca zamana rağmen hala çözülememişse; bu durum TEİAŞ teknik kadrolarının işletme yeterliliğine sahip olmadığını ifade eder ki bu kabul edilemez bir durumdur ve ivedilikle incelenerek çözüm bulunması gerekir. Aksi halde sistem çökmeleri bundan böyle çokça karşılaşılabileceğimiz "aksilikler" olarak karşımıza çıkacaktır ve sistem çökmesi sonucu oluşan hem yaşamsal anlamda hem de maddi anlamda zararlar artacaktır.

Yok, eğer sistem çökmesinin nedenleri yetkililer tarafından biliniyor ve halka açıklanmıyor ise bu da Türkiye elektrik sisteminin siyasi sorumlularının halkı hiçe saydığını gösterir ki bu affedilmeyecek bir suçtur. Sistemin yapılmasını vergileri ile sağlayan, işletenlerin ücretlerini vergileri ve faturalarıyla ödeyen, aynı zamanda sistem çöktüğünde elektriksiz kalıp bundan zarar gören de yine halktır. Dolayısı ile bu olayın nedenlerinin halka açıklanması bir zorunluluktur. Sistem çökmesinde sorumluluğu olanlar kadar, sistem çökmesinin nedenlerini kamuoyundan saklayanlar da suçludur ve hesap vermeleri gerekir.

Aradan geçen bunca zamana karşın yetkililer gerekli açıklamaları yapmayınca bu konuda elde olan bilgiler ile açıklama yaparak halkın aydınlatılması gereği ortaya çıkmaktadır.

30 Mart-22 Nisan 2015 tarihleri arasındaki 23 günlük süre içerisinde iletim sistemi 6 kez büyük çaplı sistem dengesizliği ile karşı karşıya kalmış; sistem yük atma ve yük alma manevraları ile toparlanmıştır. Bu dengesizliklerin gerçekleşme zamanları ve 31 Mart haricinde sistemin ayağa kaldırılışının nasıl sağlandığına ilişkin bilgiler şöyle:

- 1) 30.03.2015-10:34- Bölgesel Sistem Çökmesi ve Yük Atılması
- 2) 31.03.2015-10:36- Genel Sistem Çökmesi
- 3) 31.03.2015-19:30- Bölgesel Sistem Çökmesi ve Yük Atılması
- 4) 11.04.2015-23:59- Bölgesel Sistem Çökmesi ve Yük Atılması

5) 12.04.2015-09:30- Genel Sistem Dengesizliği ve Yük Atılması

6) 22.04.2015-20:01- Bölgesel Sistem Çökmesi ve Yük Atılması

Bu veriler de sistemin toparlanması sonrasında bile büyük çökmelerin önlemler alınmadığı sürece her zaman yaşana-bileceğini göstermektedir.

Zaman içerisinde konunun unutulması sonrasında örtülme-sinin ötesinde, 31 Mart 2015 çökmesinden sonra da kısmi sistem çökmeleri yaşandığı için bir an evvel gerekli önlemler alınabilmesi için yaşanan büyük çöküntünün nedenlerini irdelemeye çalışacağız.

Sistem Çöküşünün Göz Göre Göre Gelişi

TEİAŞ yetkililerinden ve Milli Güç Kalitesi Projesi'nden (MGKP) elde edilen bilgiler ışığında sistem çökmesi ile ilgili olarak aşağıdaki özet teknik veriler oluşturulmuştur.

Elektrik şebekesinin tümüyle çökmesi öncesinde elektrik sistem işletmesinin içinde bulunduğu koşulları şöyle sıralayabiliriz:

- İletim şebekesinin 400 kilovoltluk (kV) bölümündeki 5 hattın arıza, bakım, tevsiat vb. sebeplerden dolayı açık olduğu açıklanmıştır. Bu hatlar; Gölbaşı Trafo Merkezi-Kayseri Kapasitör Trafo Merkezi (Kuzey) Enerji İletim Hattı, Atatürk HES Şalt Sahası-Gaziantep-2 Trafo Merkezi Enerji İletim Hattı, Gölbaşı Trafo Merkezi-Kayseri Kapasitör Trafo Merkezi (Güney) Enerji İletim Hattı, Oymapınar HES Şalt Sahası-Ermenek Trafo Merkezi Enerji İletim Hattı ile Kayabaşı Trafo Merkezi-Bağlum Trafo Merkezi Enerji İletim Hattı'dır.

- Edinilen bilgilere göre arızadan önce 400kV iletim sistemindeki sistem dengesini sağlamakta önemli görevi olan 16 adet seri kapasitörün tamamı devre dışıydı.

- Hidrolik kaynaklara dayalı elektrik üretiminin sağladığı fiyat avantajı nedeniyle bu yıl su gelirlerindeki artışın da yarattığı olumlu etkiyle borsa sistemi içerisinde HES'lerden daha fazla alım yapılırken, doğalgaza dayalı santraller başta olmak üzere termik santrallardan alımlar kısıtlanmıştı. Ülkenin batısında bulunan 900 MW'lık Bandırma Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali, 1400 MW'lık Bursa Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali gibi büyük santraller devrede değildi. Devrede olmayan doğalgaza dayalı büyük santrallerin ülkenin batısında, üretim yapan büyük HES'lerin de ülkenin doğusunda konumlanmış olması yük dengesi açısından ülkenin batısı ve doğusu arasında dengesizlik yaratmıştır. Elbette bu dengesizlik iletim hatlarıyla enterekkonnekte sistem içerisinde dengeli bir hale getirilebiliyorsa sorunsuz sistem işletilebilirdi. Ucuz üretim yapan HES'lerden öncelikli alım yapılması piyasa koşullarında olağan olmakla birlikte, bu tarz işletmenin elektrik sistemini riske atmayacak şekilde yapılması zorunludur.

İlk Arıza ve Sistemde Denge Kaybı

Elektrik kesintisinden önce Keban Santrali'nin 8 ünitesinden 150 megavatlık (MW) yalnızca bir ünitesi devredeydi. Sistem dengesinin sağlanması amacıyla Milli Yük Tevzi tarafından Keban Santrali'ne yedek olarak tutulan 2 ünitesini (toplam 300 MW) devreye alması talimatı verilmiş; ancak bu 2 ünitenin devreye alınması teknik nedenlerle sağlanamamıştır. Ayrıca devrede olan 150 MW'lık ünitenin de arıza bildirimiyle devreden çıktığı öğrenilmiştir.

Bu olaydan sonra iletim sistemi kayıtlarına göre 31 Mart 2015 tarihinde saat 10:36'da saniyelik dilimler içerisinde; 400 kV'luk hatlarda yaşanan açmalar ve güç salınımları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: 31 Mart 2015 Tarihinde Saat 10:36'da Saniyeler İtibarıyla 400 kV'luk Hatlarda Yaşanan Dengesizlikler

09:426- Osmanca-Kurşunlu Enerji İletim Hattı açtı.
10:985- Atatürk HES - Yeşilhisar (kuzey) Enerji İletim Hattı açtı. 11:146- Elbistan A - Kayseri Kapasitör Enerji İletim Hattı güç salınımı oluştu.
11:147- Elbistan B - Sincan Enerji İletim Hattı açtı. (Sincan'a 550 MW yük akışı)
11:219- Elbistan A - Sincan Enerji İletim Hattı açtı. (Sincan'a 581 MW yük akışı)
11:243- Atatürk HES - Yeşilhisar (güney) Enerji İletim Hattı açtı. (Yeşilhisar'a 468 MW yük akışı)
11:309- Keban Şalt-2 - Elbistan-A Enerji İletim Hattı güç salınımı başladı.
11:316- Keban Şalt-2 - Kayseri Kapasitör (kuzey) Enerji İletim Hattı güç salınımı var.
11:318- Konya-4 - Seydişehir Enerji İletim Hattı güç salınımı var.
11:320- Konya-4 - Yeşilhisar Enerji İletim Hattı güç salınımı var.
11:351- Keban Şalt-2 - Kayseri Kapasitör (güney) Enerji İletim Hattı güç salınımı var.
11:382- Keban Şalt-2 - Kangal Enerji İletim Hattı güç salınımı var.
11:414- Keban Şalt-2 - Özlüce Enerji İletim Hattı güç salınımı var.
12:269- Hamitabat - Bulgaristan-2 Enerji İletim Hattı açtı.
12:318- Adana - Seydişehir Enerji İletim Hattı açtı. (Seydişehir'e 800 MW yük akışı)
12:446- Babaeski - Yunanistan Enerji İletim Hattı açtı.
12:524- Hamitabat - Bulgaristan-1 Enerji İletim Hattı açtı.

Avrupa ile Bağlantı Erken Koptu

İletim sistemi kayıtlarına göre ilk açmanın yaşandığı Osmanca-Kurşunlu Hattı'nda, 400 kV Kayabaşı-Bağlum Enerji İletim Hattı'nın devrede olmaması nedeniyle fazla yük oluşması etken olmuştur. Yine iletim sistemi kayıtlarına göre ilk Osmanca-Kurşunlu Hattı açtıktan 3 saniye sonra Hamitabat Şalt Trafo Merkezi'ndeki Bulgaristan Hat-2 kesicisinin hatalı açmasıyla Avrupa ile Türkiye arasındaki şebeke bağlantısı kopmuştur.

Kısmi Kesintiler Yetmedi

Son aşamada ise yedek güçlerin devreye alınamaması nedeniyle üretimin talebi karşılayamadığı noktada yük atma denilen talebi azaltma yöntemi devreye sokulmaya çalışılmıştır. İletim sistemdeki düşük frekans rölelerinin kademe 1, 2, 3 ve 4 seviyelerinden toplam 7 bin 500 MW civarında yük atılmıştır. Oysaki böylesi durumlar için yapılan programlara göre atılması gereken yük miktarının 11 bin MW'ın üzerinde olduğu ve bu miktara ulaşamadığı anlaşılmıştır.

Santrallerle İlgili Soru İşaretleri Sürüyor

Elektrik sisteminin çöküşünde; şebekedeki bakım, arıza gibi sorunlar, Doğu-Batı arasında sürdürülmeye çalışılan bıçak sırtı dengenin yanında Avrupa sisteminden hatalı bir açma nedeniyle erken kopmanın da etkili olduğu düşünülmektedir. Bu erken kopma nedeniyle sistemden atılan yüklerle sisteme giren enerjinin dengelenmesinin mümkün olamadığı düşünülmekte, daha fazla yük atma ihtiyacının karşılanamadığı belirtilmektedir. Ancak üretim santrallerinin hem yük alma talimatını yerine getirip getiremedikleri noktasında, hem de sistemden erken çıkmaları açısından ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir. Özellikle bazı santrallerin hukuki mevzuatın kendilerine yüklediği sorumluluğa aykırı olarak 52.5-47.5 Hz frekans aralığındaki sınır değerlere varmadan devre dışı kaldıkları bilinmektedir. Dolayısıyla sistem çöküntüsüne ilişkin yalnızca iletim hatları üzerinden yapılan açıklama ve incelemeler yeterli değildir. Keban HES'e ilişkin yapılan saptamaların tüm özel sektör üretim santrallerini de kapsayacak şekilde sistem çöküntüsünün yaşandığı dönem için masaya yatırılması gerekmektedir.

Batıdaki Çökmenin Nedenleri

31 Mart 2015'de saat 10:36'da şebekenin Doğu/Batı olarak ayrılması ve Türkiye'nin Avrupa sisteminden kopması; Osmanca-Kurşunlu Hattı'nın açmasından yaklaşık 1 saniye sonra meydana gelen kararsızlık ve senkronizasyonun kaybedilmesi sonucunda hemen hemen aynı zamanda meydana gelmiştir.

Şebekenin çökmesinden önce Türkiye'nin batısındaki talep nedeniyle oluşan yükün yaklaşık 23 bin MW kadar olduğu ve şebekenin bölünmesiyle Batı Bölgesi'nde oluşan ani kaybın yaklaşık 5 bin MW düzeyinde olduğu belirtilmektedir. Bu büyüklükteki üretim eksikliğinde frekanstaki düşüşün 49 Hz'den 48.4 Hz'e kadar yaklaşık 5 bin MW yük atan düşük frekans röleleri tarafından dengelenmesi beklenirdi.

Santraller Neden Erken Devreden Çıktı?

Düşük frekans yük atma röleleri Hamitabat'da 377 MW yük atan özel koruma sistemi ile desteklenmiştir. Buna rağmen şebekedeki birçok santralin Şebeke Yönetmeliği'nde belirtilen alt sınır olan 47.5 Hz değerine inilmeden devreden çıktığı için frekans düşmeye devam etmiş ve bu durum dengesizliği arttırarak tüm ülke çapında genel çökme sebepleri olmuştur. Bu tür olaylarda termik santrallerin düzensiz devre dışı olmasının elektriksel, mekanik ve termik nedenlere bağlı çeşitli sebepleri olabilir. Bu sebeplerin bazılarını şöyle sıralayabiliriz:

- Üretim şirketi tarafından jeneratör düşük frekans koruma ayarının 47.5 Hz'in üzerinde ayarlanması.
- Jeneratördeki aşırı gerilim veya gerilim düşümü değerlerinin yönetmelikte belirtilen değerleri aşması veya düşük ve aşırı gerilim koruma ayarlarının santral şirketi tarafında çok dar bir aralıkta ayarlanması.
- Belirlenen düşük ikaz değerinde sürekli çalışmayan 0.95 güç faktöründeki (düşük ikaz) termik santrallerde jeneratörün rotor alanının kaybedilmesi.
- Primer frekans tutan santrallerin buhar türbinlerinde düşük sıcaklık/basınç, gaz türbinlerinde gaz girişi yüksek sıcaklık korumamın devreye girmesi.
- Büyük frekans değişimi sonucunda yüksek miktarda MW artış tepkisi sonucu oluşan açmalar.

31 Mart arızasında bazı termik santraller yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı şebekeden kopmuş olabilir. Diğer taraftan şebekede meydana gelen büyük ölçekli salınımlardan kaynaklı senkronizasyon bağlı termik ve elektriksel korumadan dolayı da şebekeden kopmuş olabilirler.

İletim Sisteminde Alınması Gereken Önlemler

Tüm Türkiye genelinde elektrik şebekesinin çökmesi gibi dünyanın 7. büyük kesintisi olarak adlandırılan sorunun arkasında yatan nedenler masaya yatırıldığında, ivedilikle alınması gereken önlemler bulunmaktadır. Bu önlemleri şöyle özetleyebiliriz:

1. İletim hatları bir arıza durumunda kritik yükleri taşıyacak kapasitede değildir; bu nedenle yeniden yapılacak bir planlama doğrultusunda takviye edilmelidir. Türkiye gerçekleri dikkate alınarak ve yük akışı etüdüleri tekniğine uygun olarak hazırlanıp, hayali talep tahminleri yerine gerçekçi talep tahminleri ile iletim planlaması yapılmalıdır.
2. İletim hatları röle koruma sistemleri fonksiyonlarını tam olarak yerine getirememiş ve koordinasyon problemiyle bazı aksamalar yaşanmış; bunun sonucunda iletim hatlarının dev-



re dışı kalmaları da arızanın büyümesine neden olmuştur. İletim hatları röle koruma sistemleri gelişmiş teknolojiler ile donatılmalı ve koruma sistem fonksiyonları dinamik bir bilgisayar programı vasıtası ile denetlenmelidir.

3. Aynı trafo merkezine çok sayıda hat gelmesi ve bu hatların birindeki fazla yüklenme nedeni ile oluşan arızanın aynı Trafo Merkezi'ne bağlı öteki hatları da etkileyerek açtırması arızanın yayılmasına neden olmaktadır. Bunu önlemek ve sistem güvenilirliğinin artırılması için 400 kV trafo merkezlerinin sayısı arttırılmalı ve hatlar yükleme kapasitelerinin maksimum seviyesinin altında yani güvenli oranda yüklenmelidir. Bu konuda insan faktörüne gerek kalmayan bir yapı oluşturulmalıdır.

4. Mevcut Milli Yük Tevzi Merkezi; izleme merkezinden bilgisayarlı kumanda merkezine çevrilmelidir. Böylece bu merkez, sistemin durumunu izleyip sesli komut verecek bir yapıdan bilgisayarla müdahale edebilecek bir yapıya dönüştürülerek bu gibi arızaların önlenmesinde daha aktif bir konuma geçirilebilir.

5. Türkiye iletim sisteminin büyük bir sistem olduğu gerçeğinden hareketle yüksek eğitimli bir işletme personeli politikası geliştirilmeli, minimum yetkili taşeron işletmeciler uygulamalarına son verilmelidir.

6. İletim şebekeleri işletmesi salt teknik bir konu olduğu için gerek TEİAŞ içerisindeki yönetim kademelerinin gerekse daha üst yönetimlerin siyasi nedenlerle konuya yaklaşmamları ve konuyu uzman elektrik mühendislerinin denetimine bırakmaları gereklidir.

İletimdeki Sorunların Ardındaki Buz Dağı

Sistemin çökmesinin sadece 1 üretim ünitesi veya sadece 1 hattın herhangi bir nedenle servis harici olmasıyla izahı, sistem dengesi planlaması kavramına aykırıdır. Başka bir deyişle gün öncesi planlanan üretim-tüketim dengesi; herhangi bir rölenin yanlış çalışması, herhangi bir kesicinin açması, herhangi bir teçhizat arızası, herhangi bir üretim ünitesinin sisteme girememesi veya sistemden çıkması gibi tek bir olaya bağlı kalıyor ise, o sistem zaten asgari kriterlere göre planlanmamış demektir.

Bu yazıda incelenen iletim sistemi ile ilgili sorunlar dışında Türkiye elektrik sistemini ilgilendiren diğer hususlar da sistem çökmesi gibi arıza durumlarının oluşmasında hayati öneme haizdir. Bunların başında üretim tesislerinin belli bölgelerde kümeleşmiş olması gelmektedir. Bazı tesislerin üretim kaynağının bulunduğu yer, o tesisin kurulacağı yerin saptanmasında belirleyici unsurdur. Ne yazık ki doğalgaz ve ithal kömür gibi kaynaklara bağlı üretim tesisleri de belli bölgelerde toplanmıştır. Nasıl ki çarpık kentleşme ile büyük mega kentlerde yığılmalar söz konusu ise, bunun bir yansıması olarak çarpık bir yatırım süreci olduğundan söz edebiliriz. Burada taşıma ve kolay ulaşım kriterleri dikkate alınarak hareket edildiği söylene bile bu kümelenmelerin neden olabileceği iletim sorunları göz ardı edilmektedir. Genellikle gerekli iletim hatlarının yapımı sonraya kalmakta ve devreye giren üretim tesislerinin yükü mevcut iletim hatlarına paylaştırılmaktadır. Bu ise hatların yüklenme oranını arttırmakta ve arıza durumlarında arızanın büyümesine neden olmaktadır.

İkinci sorun noktası da tüketimin çok büyük oranda bir bölgede kümelenmiş olmasıdır. Bugünkü nesnel durum



budur ve tüketim merkezlerinin yaygınlaştırılması mümkün olmamıştır. İletim hatları ve enterkonnekte sistemin oluşumu bu gerçekten hareketle yapılmalıdır.

Dağıtım sistemi planlaması hemen hemen hiç olmadığı için tüketim noktalarının artması veya yükünün artması tamamen öngörülemez olmaktadır. Bu konu yalnızca arzı (üretim tesislerini) arttırarak çözülemez. Tüketim merkezlerine gelen iletim hatlarının da takviyesi ve bu gibi öngörülmesi zor durumlara karşı hazır olması zorunludur.

Elektrik Sistemi Piyasa Karşısında Korumasız Kaldı

Sisteme ilişkin teknik ayrıntılarla incelediğimiz sorunların tümünün kaynağına yöneldiğimizde ise, Türkiye'de elektrik hizmetinin bir kamu hizmeti olarak tarif edilmesi yerine bir piyasa malı olarak tarif edilip merkezi planlamanın ikinci plana atılması ile karşı karşıya kalıyoruz. Elektrik sistemi bir merkezi planlama ve denetleme sistemi olmaksızın güvenli bir şekilde tesis edilemez ve işletilemez. Bugünkü dünya koşullarında elektrik olmaksızın bir insanın sağlıklı ve güvenli bir çağdaş yaşam sürmesi olanaksızdır ve bu yüzden elektrik bir insan hakkı olma vasfını almıştır. Bu nedenle de bir piyasa malı olarak görülemez ve piyasaya terk edilmemelidir. Elektrik ticari bir meta olmamalıdır.

Elektrik bir ticari meta olmaktan çıkarılıp kamu hizmeti olarak kabul edilmesi ve merkezi bir planlama vasıtası ile tesis edilmesi durumunda Türkiye'nin bugünkü mevcut teknik gücü ile bu tür sistem çökmelerinin kolayca önüne geçilebileceği aşikârdır. ■

TEİAŞ'a 1 Temmuz 2006 Bölgesel Çökmesine İlişkin Rapor Hazırlayan İliceto, Şirketlerin Çıkarlarının Karşısında Sistem Güvenliği Uyarısı Yapmıştı...

BÖLGESEL ÇÖKÜNTÜDEN ULUSAL ÇÖKÜŞE

Banu Salman

EMO Basın- Tüm yurttaki elektriklerin kesilmesiyle sonuçlanan sistem çökmesinin yaşandığı 31 Mart 2015 tarihinden önce özelleştirme ve piyasalaştırma sürecinin getireceği olumsuzluklara ilk işaret olarak 1 Temmuz 2006 tarihinde ülkemizin batısındaki 13 ilde 6 saat süren bölgesel elektrik kesintisi yaşanmıştı. Bu kesintiden ders çıkarılmak yerine elektrik sistemini karaborsaya bırakan dengeleme ve uzlaştırma piyasası denilen sisteme geçiş yapıldı.

Bugüne kadar 2006 yılındaki elektrik kesintisinin nedenlerine ilişkin herhangi bir rapor, kamuoyu ile paylaşılmadı. Otoprodüktör santrallerin piyasada fiyatların düştüğü saatlerde elektrik üretmemeleri, hatta Milli Yük Tevzi Merkezi'nin talimatına rağmen Cengiz Holding'e Eti Alüminyum Tesisi'yle birlikte bedavaya devredilen Oymapınar Santrali ve bazı otoprodüktör santrallerinin şalter indirmeleriyle yaşanan bölgesel çöküntünün üstü teknik arızalarla örtülmeye çalışılmıştı. Bu çöküntünün ardından başta Elektrik Mühendisleri Odası olmak üzere konuyla ilgilenenlerin yaptıkları uyarıcı açıklamalar dikkate alınmamışken, ne yazık ki TEİAŞ'ın kendi verilerini aşarak rapor hazırlattığı İtalyan Elektrik Mühendisi Prof. Dr. Ing. Francesco İliceto'nun saptama ve önerilerinden de faydalanılmadığı 31 Mart 2015 tarihinde ağır bir bedelle ortaya çıktı.

Ülkemizin her yerinde elektrik sisteminin çökmesine yol açan gelişmeleri anlayabilmek için 1 Temmuz 2006 tarihli çöküntüye ilişkin Prof. Dr. İliceto'nun raporu önemli bir kaynak olarak ışık tutuyor. Prof. İliceto'nun hazırladığı Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde Elektrik Sisteminin Çökmesi Raporu'nda, iletim sistemi ve üretim kurulu gücüne ilişkin sistem güvenliği açısından kriterlere göre büyük bir sorun tespit edilmediğinin altını çizmek gerekiyor. Tam tersine sistem işletmesine ilişkin uyarılar ve özelleştirmelerin sancılarının ortaya konulduğu görülüyor.

Güvenlik Kriterleri ve Riskler

İliceto, raporunda öncelikle temel ilkelere işaret ediyor. Gelişmiş ülkelerde elektrik iletim sistemlerinin esas olarak "N-1 Güvenlik Kriteri"ne uygun olarak planlanıp işletildiğini;

buna göre de sistemde herhangi bir bileşende yaşanacak kopma durumunda sistemin çökmeden elektriksel beslenmenin sürdürülebilmesi gerektiğini belirtiyor. N-2 güvenlik kriterinde ise sistemde aynı anda iki bileşen kopsa bile sistemin güvenli işleyişine devam etmesinin sağlandığını anlatıyor. Türkiye'de de uygulanan bu sistemde çoklu kopmaların yaşanabildiğini; ancak nadir olan bu durumun, planlamada gereksiz yatırım harcaması ve çevre tahribatından kaçınmak amacıyla göz önüne alınmadığını kaydediyor.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Taner Yıldız'ın da "domino etkisi" olarak ifade ettiği bu çoklu sorunlar, 31 Mart 2015 tarihinde de yaşanmış görünmektedir. Ancak hem 1 Temmuz 2006 tarihli bölgesel çöküntü hem de 31 Mart 2015 tarihinde yaşanan ulusal düzeydeki çöküşün nedenlerine bakıldığında; bu nedenlerin İliceto'nun çoklu kopmalara ilişkin yaptığı tanımlamayı da aştığı görülmektedir. İliceto; çoklu kopmalara ilişkin olasılıkları şöyle sıralıyor:

- 1- Doğal felaketler.
- 2- Çok nadir arızalar (iki barada birden arıza olması, büyük üretim kaybı).
- 3- Şebekedeki eskime, yetersiz bakım ve/veya kalitesiz malzeme kullanılması yüzünden sistemde oluşan aşırı arızalar.
- 4- Kontrol ya da trafo merkezindeki çalışanların hataları.
- 5- Koruma röleleri gibi bazı teçhizatın düzgün çalışmaması."

Dikey Tekelde Önlemler İşler

31 Mart'ta bir doğal felaket gerçekleşmemişken, aslında büyük bir üretim kaybı da olmamışken; şebekede bakım çalışmaları yürütülürken gerekli planlamanın yapılmamasının ve fiyatların piyasada ucuz olduğu dönemde Batı'daki termik santrallerin büyük ölçüde devre dışı olmasının etken olduğu bir çökmenin yaşandığı görülmektedir. İşte 31 Mart çöküntüsünün de gerçek nedeni; İliceto'nun dünyada yaşanan çökmelere ilişkin kısa örneklemelerin ardından yaptığı şu saptamayla açığa çıkmaktadır:

"Deneyimler, dikey örgütlü elektrik sistemlerinde (üretim, iletim ve dağıtım mekanizmaları tek çatı altında), sistem çökmeleri riskini en aza indirmeyi hedefleyen karşı önlemlerin çok daha kolaylıkla uygulanabildiğini göstermektedir. Oysa liberal sistemde; birbirinden ayrılmış çok sayıda farklı şirket; üretim, iletim-işletme, dağıtım, iletim ve pazarlamada mülk sahibi ya da sorumlu durumdadır. Şirketlerin kendi çıkarları öncelikli olabilir; o zaman, örneğin sistem çökmesine karşı eylemlerin başarıyla uygulanabilecek bölümlerinin tehlikeye girmesi gibi, işletme eşgüdümünde yetersizlik ya da uygun olmayan durumlar meydana gelebilir."



Oymapınar ve Otoprodüktörler Şalter İndirdi

Şirketlerin kendi çıkarlarını kovalıyor olmalarının yani piyasalaştırmanın elektrik sistemi üzerinde yarattığı güvenlik sorunu, 1 Temmuz 2006 tarihinde de yaşanmıştır. Eti Alüminyum özelleştirmesiyle bedavaya devredilen ve yargı kararına rağmen halen geri alınmayan Oymapınar Santrali ve bazı küçük otoprodüktör santrallerinin fiyatı düşük bulduğu için üretimden çekilmesi 2006 yılındaki bölgesel çöküntünün çıkış noktası olmasa da temel kaynağıdır. Bu durum, İliceto'nun raporunda şöyle saptanmıştır:

"Milli Yük Tevzi Merkezi'nin talimatına uygun olarak Oymapınar Santrali'ndeki 3 ünite çalışmaya devam etmiş ve bölgedeki otoprodüktör santralleri 1 Temmuz 2006 tarihinde saat 22:00'de üretimlerini kesmemiş olsalardı, Seyitömer'deki 380 kilovolt (kV) bara bağlantı kesicisinin aşırı akım rölesi müdahalede bulunmayacak; bu sayede Güneybatı Anadolu Bölgesi alt sistemindeki çok düşük gerilim ve/veya hatlardaki aşırı yüklenmenin giderilmesi amacıyla İzmir ve Bursa bölgesinden geçici olarak yük atılabilmesi için sistem işletmecilerine zaman kalacaktı. Bursa'da çoklu kopmalar olmasına rağmen Oymapınar Santrali ve bölgedeki otoprodüktörler saat 22:00'de devreden çıkmasalardı, çökmeler önlenebilirdi."

Bölgede HES Az ve Termikler Hizmet Dışı Kaldı

Raporda, bölgesel çöküntünün yaşanmasında henüz sistem tam olarak toparlanmadan ikinci kez çökme yaşanmış olması ve enerji kaynaklarına göre santrallerin bölgesel dağılımından kaynaklanan sıkıntıya da dikkat çekiliyor. Bu sıkıntı, 31 Mart 2015 tarihinde tüm Türkiye'de yaşanan çökmede de satış fiyatı bağlantılı olarak kendini göstermiştir. Raporda buna ilişkin saptamalar şöyle aktarılıyor:

"1 Temmuz 2006 tarihinde saat 22:08'de olan bölgesel sistem çökmesinin toparlanmasının bu kadar uzun sürmesinin ana nedeni; 1-1.5 saat sonra sistemin önemli bölümü yeni toparlanmışken ikinci çökmenin meydana gelmiş olmasıdır. Uzun süre hizmet dışı kalmaları nedeniyle termik santrallerin buhar ısı düşmüş ve bu da yeniden senkronize olma sürelerini uzatmıştır. Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde hızlı yeniden devreye alınabilen hidrolik santraller az miktarda olup sistem toparlanma süresi bu nedenle de uzun olmuştur. Ayrıca işletmecilerin bütün gece boyunca stres altında olmaları da sistemin toparlanmasının uzun sürmesinde etken olmuştur."

Uluslararası Kriterlere Göre Sistem Güvenli

Milli Yük Tevzi Merkezi'nden edinilen raporlar kapsamında bölgenin üretim ve iletim durumunu inceleyen İliceto, bölgedeki kurulu gücün yalnızca yüzde 35'inin kullanıldığı 1 Temmuz 2006 tarihindeki çökmeye neden olabilecek iletim hatları ya da üretim tesisleri açısından bir zafiyet olmadığını raporunda ortaya koyuyor. Raporda, bu durum Güneybatı Anadolu Bölgesi'ndeki şebekenin durumunun incelendiği bölümde şöyle anlatılıyor:

"Termik santrallerin bakım ve gerekmesi durumunda iyileştirme çalışmalarının kabul edilebilir makul seviyede (en iyi uluslararası standartlara uygun olmasa bile) yapıldığı varsayılmış, Güneybatı Anadolu Bölgesi'ndeki santrallerin gereksinimi karşılayacak yeterli yakıt (linyit ve doğalgaz) bulunduğu bildirilmiştir. Bu durumda bölgedeki üretim kapasitesinin Güneybatı Anadolu'daki illerin (Bursa, Balıkesir, Çanakkale, İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Denizli) tüketiminin tamamını fazlasıyla

İLİCETO RAPORU'NDAKİ TEMEL SAPTAMALAR

Türkiye'de 1968 yılında Türkiye Elektrik Kurumu'nda (TEK) planlama için verdiği danışmanlık hizmetinden itibaren çeşitli dönemlerde Türkiye'de farklı görevler üstlenen Prof. İliceto'nun yaptığı incelemede ulaştığı temel sonuçlar özetle şöyle sıralanabilir:

"- Güneybatı Anadolu Bölgesi'ni ulusal iletim sistemine bağlayan 4 adet 380 kilovolt (kV) iletim hattıyla bölgede düşük üretim yapıldığı durumda bile yeterli güç transferi garanti edilmektedir. Böylece Avrupa Elektrik İletim Şebekesi (UCTE/ENTSO-E) 'N-1 Güvenlik Gerekliği'ne uyumluluk, geniş marj ile garanti edilmektedir.

- Bölgedeki termik santrallerin bakım ve kullanımının normal standartlarda gerçekleştirilmesi durumunda, (mevcut durumda ulusal puant yükün yüzde 20.5'i olan 5 bin 250 megavat), Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde kurulu güç (Bursa Doğalgaz Santrali dahil olmak üzere 9 bin 665 MW olup ulusal kapasitenin yüzde 24.2'sine karşılık gelmektedir) üretim kapasitesi, ihtiyacı fazlasıyla karşılayacak miktardadır.

- Bursa Sanayi Trafo Merkezi'nde (TM) bulunan ayırıcının eski klemens ve eski bağlantı kontağının aşırı ısınmasıyla arızalanması ile birlikte 380 kV Seyitömer TM'de bulunan çok düşük (1600A) akım taşıma kapasitesine sahip bara kuplaj kesicisi arızası 1 Temmuz 2006 tarihinde gerçekleşen bölgesel çökmenin ana sebepleridir. Bursa Sanayi TM'de aynı gecede iki farklı barada oldukça ucuz iki teçhizatın arızalanması, lokal bir sorun olduğunu, küçük aksesuarların (kontakt vs.) kontrol, bakım ve değiştirilmesi konularında yetersizlikler olduğunu göstermektedir.

- 1 Temmuz 2006 tarihinde saat 22:00'den sonra TEİAŞ Milli Yük Tevzi Merkezi'nin talimatına uygun olarak Oymapınar Santrali 3 ünitesiyle serviste kalmış olsa ve Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde üretim yapmakta olan bazı otoprodüktör santraller üretimlerini durdurmayıp ulusal elektrik sistemine üretimlerini aktarmaya devam etmiş olsalardı; Seyitömer TM'de bara kuplaj kesicisi aşırı yükten açmayacak ve bölgesel sistem çökmeleri de meydana gelmeyecekti.

- Sistemdeki küçük parçaların bakım yenileme çalışmalarındaki yetersizliklerin giderilmesi yerine Doğu Anadolu Bölgesi'nden Güneybatı Anadolu Bölgesi'ne daha fazla güç taşınması için ilave 380 kV iletim hatlarının yapılmasının önerilmesi, ekonomik ve çevre açısından kabul edilemez bulunmaktadır. Ayrıca acil durumda; Antalya ve İzmir bölgelerinde ani büyük yük artışının olması gibi öngörülemeyecek durumlarda işe yaramayacaktır. Zaten birkaç yüz km uzunlukta 380 kV, hat yatırım programına girdikten sonra 3-4 yıldan önce işletmeye alınmamaktadır."

karşılamaya yeteceği açıktır. Sadece Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden Antalya Bölgesi'ni beslemek üzere bir miktar güç taşınması (yaz puant döneminde yaklaşık 500 MW) gerekmektedir, ancak Bursa Termik Santrali'nin Kuzeybatı Anadolu Bölgesi'ne üretimini aktarmasıyla bu miktar karşılanmaktadır.

-1 Temmuz 2006 tarihinde saat 20:50'de arıza öncesi, Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde toplam üretim oldukça düşüktür; özellikle kurulu gücü 1034 megavat (MW) olan Soma A ve B santrallerinin sisteme aktardığı üretim miktarı sadece 292 MW olmuştur.

-Üretim programı nedeniyle bölgeyi ana şebekeye bağlayan 4 adet 380 kV iletim hattı ile önemli miktarda (yaklaşık 1750 MW) güç transferi yapılmakta iken, saat 20:51'de meydana gelen 380kV Bursa Sanayi TM'de kısa devre arızası sonrasında bile sistem hizmeti vermeyi sürdürmüştür. Söz konusu arıza çok uzun (yaklaşık 0.5 saniye) sürmüş ve Bursa TS barasına bağlı dört 380 kV iletim hattının, üç ototrafomun ve üç santral ünitesinin (600 MW) aynı anda açmasına neden olmuştur. Bu çok tehlikeli ve nadir görülen bir çoklu kopma durumudur. Söz konusu durum Güneybatı Anadolu Bölgesi'ndeki sistem işletme koşullarında, 'N-1 Güvenlik Kriteri' gereği sağlanması gereken dinamik ve kararlı durum güvenlik payının üzerinde geniş imkanların bulunduğu kanıtıdır.

-Özetle geçen yıl deniz kıyısında yer alan turistik bölgelerde öngörülemeyecek büyüklükte yük artışı olmasına rağmen Güneybatı Anadolu Bölgesi alt iletim sistemini ana iletim sistemine bağlayan mevcut 380 kV iletim hatlarının sayısı ve kapasitesi yeterli olup (özellikle Avrupa'da UCTE (Avrupa İletim Şebekesi-ENTSO-E) tarafından uygulanması istenen 'N-1 Güvenlik Kriteri') uluslararası güvenlik kriteriyle de uyumludur.

- Gelecekte bölgede meydana gelebilecek yük artışı da dikkate alınarak, işletme emniyeti açısından ve ekonomik açıdan, yeterli üretimin bölgedeki 14 üretim ünitesinden oluşan termik santraller tarafından, özellikle de Yatağan, Kemerköy, Yeniköy ve Soma linyit santralleri tarafından sağlanması tavsiye edilir. Bu santrallerin ortalama kapasite kullanım faktörü, tam kapasite olarak ifade edilen yıllık yaklaşık 5 bin 500 saatlık çıkış güçlerinin düzeyine yükseltilmelidir. (2005 yılında 3 bin 840 saat)"

Arz Talep Dengesi Sağlanmalıydı

Bu saptamalardan sonra İliceto, birinci ve ikinci bölgesel çökme öncesinde transfer bara ayırıcısının sırasıyla 18 ve 77 dakika hizmette olduğuna dikkat çekerek, arz-talep dengesinin sağlanması gerektiği üzerinde duruyor:

"Akım değeri çok yükseldiği zaman kontaktlarda ark gözlenmekte; bu koşulda en iyi çözümün hatların açıl-

ması yerine kusurlu ayırıcı üzerindeki akımın azaltılması için; sistemin yeniden düzenlenmesi (reconfiguring) ve/veya üretim programının yeniden düzenlenmesi (redispatching) veya acil durum için Milli Yük Tevzi Merkezi ve Bölge Yük Tevzi'nin talimatları uyarınca Bursa Bölgesi'nden yük atılması daha uygun bulunmaktadır."

Yani sorunun yayılmasını önlemeye yönelik olarak ya üretim kaybını karşılamak üzere yedek güç olan üretim santrallerinin devreye alınmasını ya da sistemde yük atılarak elektrik talebini kesmeyi öneriyor.

Küçük Maliyetlerden Devasa Sorunlara

Raporda yer alan çarpıcı bir saptama ise son 1996-2006 yılları arasında 3 önemli sistem çökmesinin küçük teçhizat arızalarından kaynaklandığına ilişkin anımsatma ile yapılan şu değerlendirmede yer almaktadır:

"...çok önemli ve geniş alanlarda sistem çökmelerine neden olabilecek arızaların önlenmesi için, çok küçük bir bütçeyle gerçekleştirilebilecek iyileştirme, tesis, işletme ve bakım çalışmalarının en küçük teçhizata kadar titizlikle yürütülmesine büyük önem verilmesi gerektiğini açıkça göstermektedir."

1 Temmuz 2006 tarihinde yaşanan kesintiye ilişkin olarak da aynı akşam birbirinden bağımsız iki arızanın Bursa Sanayi TM'nde gerçekleşmiş olması, kontrol ve bakım yetersizliğinin göstergesi olarak değerlendirilirken, diğer öneriler de raporda özetle şöyle sıralandı:

-Bölgede bazı trafo merkezleri 30 yıldan daha eskidir. Bazı teçhizatlar günümüzde yetersiz kalmışlardır. Özellikle 1600 Amper (A) nominal işletme değeri olan 380 kV ayırıcılar, yetersiz bulunmaktadır. Türkiye'deki bütün modern 380 kV trafo merkezlerindeki ayırıcıların 3150 A nominal değerde olmalıdır. Daha geniş marjlara sahip olmak için yeni ayırıcıların, Uluslararası Elektroteknik Komitesi (IEC) standartları yerine 30 dakika yüzde 150 aşırı yük altında çalışma kapasitesinde ANSI (Kuzey Amerika) standartlarında istenmesi önerilmektedir.

- Bütün bölgelere sağlanmış olduğu bildirilen termal görüntüleme araçları ile kontroller yapılmalıdır.

- Yeni 380 kV Aliağa-Manisa-Işıklar Hattı acilen tamamlanmalı.

- Antalya Bölgesi'ndeki olağandışı hızla artan yükün karşılanması için, Konya ve Varsak'taki 380 kV trafo merkezlerine Dokurcun seri kapasitör banklarının taşınması da çok acil bir iştir.

- Yeni SCADA sistemi fonksiyonları kullanılmalı.

- Sistem güvenliği için acil durumda Milli Yük Tevzi Merkezi'ne talimat verme yetkisi verilmeli. ■



1 TEMMUZ 2006 ÇÖKÜŞÜNÜN KRONOLOJİSİ

TEİAŞ'ın verilerini değerlendirerek, 1 Temmuz 2006 tarihli bölgesel elektrik çöküntüsü üzerine rapor hazırlayan İtalyan Elektrik Mühendisi Prof. Dr. Ing. Francesco Illice-to'nun raporunda yaşanan sorunlar kronolojik olarak şöyle aktarılıyor:

20:50: 380 kilovolt (kV) Bursa Sanayi Trafo Merkezi'nde (TM) Bursa Doğalgaz hattı ayırıcısı klemens bağlantısında meydana gelen tehlikeli aşırı ısınma ve ark oluşumu, söz konusu ayırıcının bağlı olduğu barada iki faz arasında iyonizasyona ve atlamaya sebep olmuştur.

Türkiye'de bütün modern 380kV TM'lerinde bulunan bara koruma (busbar differential protection), eski trafo merkezlerinden Bursa Sanayi TM'de bulunmamaktadır. Sonuç olarak; 3 hattın bağlı olduğu Bursa Sanayi baraları, karşı merkezdeki mesafe koruma röleleri nedeniyle (3. bölge) sekteye uğramıştır. Her barada ikişer ikişer bağlı olan ototrafolar, 380 kV hat üzerindeki aşırı akım röleleri tarafından açılmıştır. Bursa Doğalgaz 380 kV barasına bağlı olan, güç çıkışı 600 megavatlık 3 üretim ünitesinin de bağlantısı (düşük empedans koruma röleleri nedeniyle) kopmuştur. 380 kV Bursa Doğalgaz-Adapazarı-Tepeören Hattı, Tepeören tarafından (muhtemelen 3. Bölge mesafe koruma rölesi nedeniyle) açılmıştır. 154 kV'luk Bursa Sanayi-Bursa DG (N° 4902) ve Bursa Sanayi-Orhaneli (N° 3422) hatları otomatik olarak açılmıştır. 600 MW üretim kaybı primer frekans kontrolü ile karşılanmıştır.

20:52-21:10: Bursa Sanayi TM'de mevcut ototrafoların 154kV tarafı ve 154kV baralardaki hatların tamamı, trafo merkezindeki operatörler tarafından kendi inisiyatifleriyle açılmıştır. Aynı zamanda Orhaneli Termik Santrali (yaklaşık 150 MW), bölgedeki otoproduktörler (yaklaşık 400 MW üretim yapıldığı bildirilmiştir) ve bölgedeki yükler sistemden ayrılmıştır. Üretim kaybı primer frekans kontrolü ile karşılanmıştır.

21:23: Bursa Sanayi 154 kV hatlarının açılması nedeniyle, 154 kV Bursa Doğalgaz TM baralarına bağlı 3 ünitenin üretimini taşımakta olan 154 kV hatlar da aşırı yükten açılmıştır. Bu nedenle Bursa Doğalgaz şaltına bağlı ikinci üretim bloğu (600 MW) kaybedilmiş, üretim açığı yine primer frekans kontrolü ile karşılanmıştır.

21:15-21:50: Bursa Bölgesi'nde 154 kV hatların elle açılması nedeniyle sistemden ayrılan yükler tekrar beslenmeye başlanmıştır. Ancak özellikle 380 kV Gökçekaya-Seyitömer Hattı'ndaki akışların (Bursa Bölgesi'ndeki üretimin kaybedilmesi ve Bursa Sanayi-Bursa Doğalgaz Hattı'nın açık olması nedeniyle aşırı yüklenmiş olan) azaltılması için saat 21:30'dan sonra İzmir Bölgesi'nden elle yaklaşık 440 MW yük atılmıştır.

21:50: 380 kV Bursa Sanayi-Bursa Doğalgaz Hattı transfer kesicisi üzerinden kapatılmıştır. Saat 21:35'te hattın transfer kesici üzerinden sadece 1 dakika kadar enerjilenebildiği bildirilmiştir.

21:50-22:07: İzmir Bölgesi'nde ve diğer yerlerde daha önce atılan yükler tekrar beslenmeye başlanmıştır. Acil durum nedeniyle 3 ünitesiyle 390 MW üretim yapmakta olan Oymapınar HES'e Milli Yük Tevzi Merkezi tarafından iletilen üretim yapılmasına devam edilmesi talimatına rağmen, Oymapınar Santrali (tarife değişikliği zamanı olan) saat 22:00'de bütün üretim ünitelerini şebekeden ayırmıştır. Milli Yük Tevzi Merkezi'nin tahminlerine göre toplam 115 MW üretim yapmakta olan bazı otoproduktörler de saat 22:00'de sistemden ayrılmıştır. Söz konusu santrallerin üretimlerini (yaklaşık 500 MW) durdurması ve daha önce atılan yüklerin yeniden beslenmeye başlanması nedeniyle Güneybatı Anadolu Bölgesi'yle ana iletim şebekesi arasında güç taşıyan 4 adet 380 kV iletim hattının taşıdığı güç (saat 21:52'deki kayıtlara

göre) olan 1600 MW'tan tam sistem çökmesi öncesinde 2 bin 440 MW'a yükselmiştir.

22:07:33: Bursa Sanayi TM'deki tablocular tarafından, transfer fiderindeki ayırıcıda ark olduğu bildirildiği için, yaklaşık 796 MW taşımakta olan 380 kV'luk Bursa Doğalgaz Hattını elle açılmıştır. Güneybatı Anadolu Bölgesi'ni ana şebekeye bağlayan hatlar aniden yüklenmiştir. Özellikle Gökçekaya-Seyitömer Hattı 1200 MW yüklenmiştir.

Birinci Sistem Çökmesi

22:08:15: Ayırıcı ve akım trafolarında olduğu gibi, çalışma ayar değeri 5 Amper, 1600 Amper (A) primer akım değeri olan Seyitömer TM bara kuplaj kesicisi, ters zamanlı aşırı akım rölesi tarafından otomatik olarak açılmıştır. Bara kuplaj kesicisinde SCADA kayıtlarına göre akım değeri 1600 A olarak hesaplanmıştır. Bu anda Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde birinci sistem çökmesi başlamış; kesinti ile geçici durum kararsızlığı oluşmuş; aşırı yüklenmeler, gerilim ve frekans çökmesi gerçekleşmiştir.

22:08:20: Karakaya HES'te 5 ünitenin (yaklaşık 1400 MW), Karkamış HES'te de 5 ünitenin (yaklaşık 100 MW) otomatik olarak bağlantısının kesilmesi nedeniyle ana sistemde frekans 51 Hertz (Hz) olmuştur. Güneybatı Anadolu sistemini besleyen üretimin kaybı ve bölgesel çökmeye ilave olarak Adapazarı ve Tepeören TM'lerindeki ototrafoların devre dışı olması bir miktar yük kaybına neden olmuştur.

22:10-23:35: Bazı yüklerin beslenmeye başlamasıyla şebeke kısmen toparlanmıştır. Ancak saat 22:21'de 380 kV Bursa Sanayi-Bursa Doğalgaz Hattı, transfer bara üzerinden ve kusurlu ayırıcı yardımıyla kapatılmıştır.

23:38:04: 380 kV Bursa Sanayi-Bursa Doğalgaz Hattı'nın yükü tekrar 795 MW olmuştur. TM'deki tablocular, kusurlu transfer barası ayırıcısında ark görüldüğü gerekçesiyle hattı tekrar elle açmışlardır. Birinci sistem çökmesi öncesinde olduğu gibi, diğer 380 kV hatta akış aniden yükselmiştir.

Sistem İkinci Kez Çöktü

23:39:47: Seyitömer TM bara kuplaj kesicisi, yeniden ters zamanlı aşırı akım rölesi tarafından otomatik olarak açılmıştır ve Güneybatı Anadolu Bölgesi sistemi, geçici durum kararsızlığı, aşırı yüklenmeler, gerilim ve frekans çökmesi nedeniyle tekrar çökmüştür.

Sistem frekansı 50.94 Hz.'e yükselerek, Gebze Termik Santrali'nin gaz türbininin (ayrıca buhar türbini tarafından sağlanan yaklaşık üretimin yüzde 50'sinin) ve Karakaya HES'te iki üretim ünitesinin otomatik olarak sistemden ayrılmasına yol açmıştır.

1 Temmuz 2006/23:50-2 Temmuz 2006/3:00: Saat 23:53'te Bursa Sanayi-Bursa Doğalgaz Hattı, transfer barası üzerinden yeniden kapatılmıştır, ancak 20:51'de arızalanan bağlantı hattı ayrıldıktan sonra, aynı hat ikinci baradaki ayırıcı üzerinden ana baraya yeniden bağlanıncaya kadar güç akışı 150 MW ile sınırlandırılmıştır.

Sonradan, iletim sistemi adım adım toparlanmıştır. 2 Temmuz 2006 tarihinde saat 3:00 sularında bütün trafo merkezlerinin yeniden enerjilendiği bildirilmiştir.

2 Temmuz 2006/03:00-07:40: Saat 04:40'ta 154 kV/Orta Gerilim (OG) indirici trafoların tamamı devreye alınmış, ancak bölgedeki üretimin ve şebekenin toparlanmasına bağlı olarak sağlanan güç miktarı oranında bölgedeki sistem ve üretim tesisleri aşamalı olarak toparlanmıştır. Saat 07:40'ta bütün termik santraller devreye alınmış ve sistem toparlanması tamamlanmıştır.

1977'DEN BİR KESİNTİNİN ÖYKÜSÜ

E. Orhan Örücü
Elektrik Mühendisliği Dergisi Yayın Kurulu Üyesi

13 Temmuz 1977 gecesi Amerika'da New York şehrinde 2.5 saat süren bir elektrik kesintisi yaşanmış ve 9 milyon kişi elektriksiz kalmıştır. Tahmini zararın 350 milyon ABD Doları olduğu söylenmektedir. Kesintinin nedenleri ve bir daha olmaması için hem akademik hem de mühendislik açısından harekete geçilmiştir.

Akademik olarak G. L. Wilson, P. Zakaras tarafından yazılan makale IEEE Spectrum Dergisi'nin Şubat 1978 tarihli sayısında yayımlanmıştır. (C.15, No: 2, S.38-46) Bu makalede olaylar dakika dakika anlatılmıştır.

Adı geçen makale, EMO Üyesi Metin Beynam tarafından Türkçeleştirilmiş ve Elektrik Mühendisliği Dergimizin 291-292. Sayısı'nda, 1982 yılında yayımlanmıştır. 31 Mart 2015 tarihinde ülkemizde yaşadığımız kesintinin ardından tarihsel bir deneyim olarak yararlı olacağı düşüncesiyle yeniden yayımlamaya karar verdiğimiz bu yazı incelendiğinde yaşanan kesintinin nasıl bir netlikte ve açık bir şekilde tüm dünyaya yayıldığı görülecektir.

Ülkemizde bu tip kesintilerde neler yaşanıyor, bir de bunlara bakalım.

İlk büyük kesinti, 1999 yılında yaşanan Gölçük-Marmara Depremi'nde oldu. Enerji nakil hatlarının direkleri yıkıldı ve benzeri bazı fiziki durumlardan dolayı genel bir çökme oldu. Arızalı kısımlar ayrılarak, kısa sürede, sorunlu yerler hariç olmak üzere sistem devreye alındı. Bu tip doğa olaylarından gereken teknik ve idari dersleri aldık mı dersiniz; alınmadığına emin olabilirsiniz.

İkinci büyük kesinti 1 Temmuz 2006 tarihinde oldu. Ege Bölgesi'ndeki 13 ilimiz, 6 saat enerjisiz kaldı. Bu çökme için bazı raporlar ve açıklamalar yapıldı ise de girişte bahsettiğimiz netlikte bir çalışma duymadık. Var idiyse de kamuoyu ile paylaşılmadı.

Üçüncü kesinti tam bir facia oldu. 31 Mart 2015 tarihinde yaşanan bu kesintiden bu yana en bilimsel açıklama "Personel fazla risk almış" oldu. Personel ileride risk almazsa ne olacak? TEİAŞ danışmanları, danışman firmalarının bir takım çalışmaları olduğu söyleniyor. Kamuoyuna açıklanan bir rapor henüz yok. TEK'e/TEİAŞ'a yıllardır (1968 yılından bu yana) danışmalık yapan Prof. Dr. İnceto'nun 2006 kesintisinden sonra bir takım önerilerde bulunmuştu. Acaba danışmanın önerileri dikkate alınmadı da, tam da söylediği ve dikkati çektiği noktalardan mı çökme yaşandı bilmiyoruz.

Bizim ihtiyacımız olan, 1977 yılındaki Newyork'ta yaşanan kesintiye ilişkin bu yazıdaki gibi net ve saptırmalardan uzak, dakika dakika bir değerlendirme.

Dil ve anlatım bakımından günümüze uymasa da anlatılan konu, hem böyle bir olayın nasıl çok detaylı olarak incelendiğini göstermesi açısından, hem de olayın çok şeffaf olarak dünyaya anlatılmış olması açısından geçmişten güzel bir örnek olması nedeniyle yazıyı dergimize yeniden koyuyoruz.

Yeniden yayımladığımız makale, ülkemizde olan çökmenin üzerinden iki aya yakın bir zaman geçmiş olmasına rağmen hala teknik bir açıklama yerine; "fazla risk almak" şeklinde açıklanmış olmasının olayın özüne incek şekilde incelenmediğini de anlatmış olabilir. Bu yazı yaşanan bu tip olaylara nasıl yaklaşılacağı konusunda adeta bir ders notu gibi. Anlayana...

BİR KESİNTİNİN ÖYKÜSÜ : 1977. NEW YORK KESİNTİSİ

Derleyen : METİN BEYNAM
TEK Araştırma Dairesi Başkanlığı

ÖZET:

13 Temmuz 1977 gecesi, dünyanın en büyük kentlerinden biri olan New York'ta elektrikler kesildi ve 25 saat süreyle 9 milyon kişi elektriksiz kaldı. Hesaplanabilen zarar miktarı, 350 milyon doları aştı. Bu yazıda olayın dakikası dakikasına gelişmesi anlatılmaktadır. Elektrik enerji sistemleriyle uğraşan herkes için, bu olaydan alınacak ilginç dersler vardır.

GİRİŞ :

Çağımızda, elektrik enerji sistemlerinin korunması ve güvenliği, elektrik mühendisliğinin en önemli uğraş alanlarından birisidir. Binlerce, onbinlerce megavatt'lık (MW) tüketim ve istemi karşılayabilmek için, ülkeler, modern teknolojinin bütün olanaklarını kullanmak zorundadırlar. Bu arada, tüketim yükünü en ucuz ve en güvenilir bir biçimde karşılayabilmek konusunda, bilgisayarlara önemli görevler düşmektedir.

Sorunun bir bölümü, üretilen elektrik enerjisinin depolanamamasından ve üretildiği anda tüketilme zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Son yıllarda birkaç MW depolayabilen kayıt hücreleri geliştirilmişse de, bunlar henüz yeterli bir düzeye gelebilmiş olmaktan uzaktır. Bu nedenle, en ucuz enerji üretimi ve iletiminin yanı sıra, üretim ve tüketimin sürekli bir şekilde dengede tutulması da önemli bir sorun oluşturmaktadır.

Enerji sistemlerinin giderek artan karmaşıklığını denetleyebilmek için, dünyanın her yerinde bilgisayarlar, çok hızlı bir biçimde diğer sistem denetim mekanizmalarıyla bütünleştirilmişlerdir. Ancak sorunun karmaşıklığı ve boyutları öyle bir düzeydedir ki, teknolojinin en son olanaklarını kullanan ve her bakımdan güvencede sanılan sistemlerde bile, sistem oturması ve elektrik kesintisi tehlikesi um olarak ortadan kaldırılamamaktadır. 13 Temmuz 1977 gecesi New York Kenti'nin uğradığı kesinti, bunun en iyi örneklerinden biridir.

O tarihe kadar, böyle bir kesintinin olabileceğini kim söylemiş olsa ve gerçekten yer alan olayların bir senaryosunu sunmuş olsa, ciddiye alınmayacağı muhakkaktı. New York, artık dünyanın en kalabalık kenti değildir ama, çağdaş teknolojinin simgesi haline gelmiş olan Amerika'nın en büyük ve en bayındır kentidir. Denilebilir ki Türkiye için İstanbul ne ise, Amerika için de New York odur. Elektrik enerjisi, çağdaş yaşamın o denli ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir ki, bir anlık bir kesinti bile böyle bir kentte önemli aksamalara neden olur. Bunun

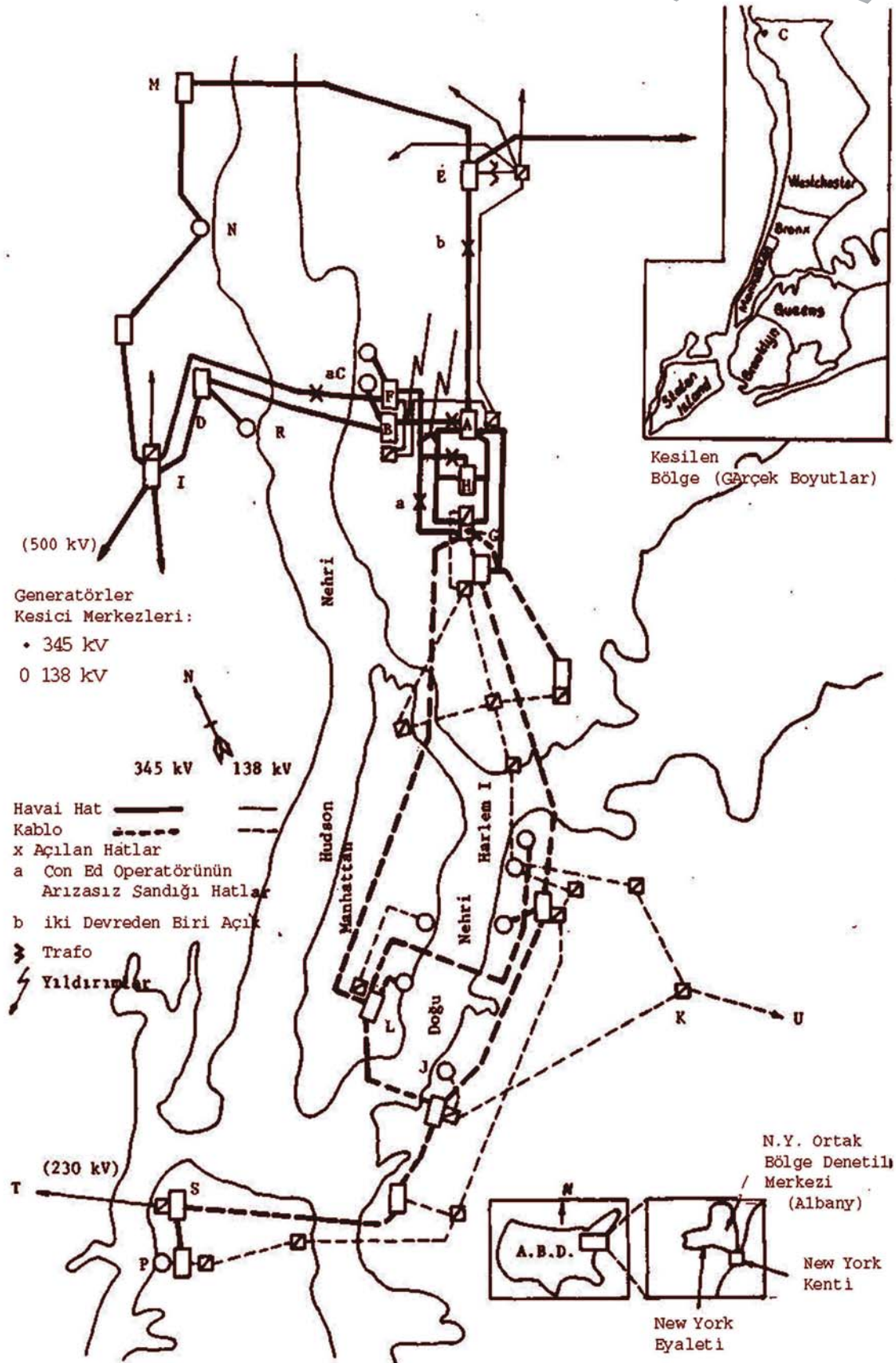
bilincinde olan elektrik üreticileri, tüm olanakları kullanarak, elektriğin kesintisiz olarak verilebilmesi için her türlü çabayı harcamışlardır. Bütün bunlara rağmen, doğal etkenler, koruma aygıtlarının yanlış çalışması, sistem operatörüne yetersiz bilgi sunumu ve iletişim güçlükleri akıl almaz bir biçimde üstüste binerek, o gece New York'un karanlığa gömülmesine neden oldular, üstelik bu olay, ilk kez de olmuyordu: 9 Kasım 1965 akşamı, hava güzel olduğu halde, içinde New York da bulunmak üzere ABD'nin kuzeydoğusundaki sekiz eyalet ile Kanada'nın doğusu, binlerce fabrikayı ve milyonlarca evi onaltı saate kadar varan süreler için karanlıkta bırakan dev bir kesintiye hedef olmuştu. Oysa o zaman da, normal çalışma koşullarında ve hava durumu önem taşımadığı takdirde, varolan denetim ve acil koruma sistemlerinin herhangi bir kesintiyi, küçük bir bölgeye ve birkaç dakikaya sınırlamaya yeteceği sanılmıştı.

1965 kesintisinin nedeni, Ontario'daki bir kesicinin geçici bir aşırı yüklenme anında açması olarak saptandı. Kesiciye kumanda eden bir yardımcı koruma rölesi ayar düzeyinin üzerinde yüklenince, normal biçimde çalışarak arızasız bir hattı açmış, ondaki yükü devralan dört başka hat da aşırı yüklenerek açmışlardı. Bunun ardından açmalar, bir zincirleme reaksiyon şeklini almış ve oniki dakika gibi kısa bir süre içinde, 200 bin km² lik bir alanda yaşayan 25 milyon insan karanlıkta kalmıştı.

Koruma gereçlerinin sistemi değil, onun parçalarını korudukları anlaşıncı, bölgenin tümü üzerinde etkin bir sistem çözümlemesi yapıldı ve bunun sonucu olarak, bilgisayarların baş rolü oynadığı bir dizi izleme ve denetim sistemi kuruldu. Artık hiçbir etkenin, bu sistemi ya da onun bir bölümünü oturtamayacağını düşünmek için elde yeterli nedenler varmış gibi görünüyordu. 12 yıl sonra New York'ta meydana gelen kesinti, uygulanan teknoloji ve yapılan masraf ne kadar üst düzeyde olursa olsun, elektrik enerji sistemlerinin güvenliğine garanti gözüyle bakılamayacağını ortaya koydu.

NEW YORK KENTİ

Dünyanın en kalabalık kentlerinden biri olan New York, bünyesinde dünyanın bütün ülkelerinden gelen insanlar barındırır; bütün dünya toplumlarının aynı potada eridiği bir Babil Kulesi'dir. Etnik niteliğine paralel bir biçimde, dünya ticaretinin ve siyasasının kalbi, ABD'nin başkenti olmamasına karşın bu kentte atar. Ülkelerin ekonomik, kimi zaman siyasal geleceklerini belirleyen kararlar, dünyanın en büyük bankalarının kapalı kapıları ardında alınır; bu kapılar New York'tadır. New York Ticaret Borsası, dünya ticaretinin odak noktalarından biridir. Dünya ülkelerinin temsilcilerinin bir araya geldikleri Birleşmiş Milletler Genel Merkezi, bu kenttedir. Gene hiçbir kent, içinde yaşayanlara New York'unkinden daha zengin kültürel gelişme olanakları sağlamaz. Dünyanın alacağı televizyon kültürü de bu kentteki dev televizyon şirketlerinin belirlenir. New York, tüm dünyadaki kentleşmeler için bir model oluşturur; toplumbilimci Peter Berger'in deyişiyle, bir "evrensel kent prototipi"dir. Bütün bu yönleriyle New York, sanki dünyanın "taçsız başkenti" gi-



Şekil -1 : Haritada 9 milyonluk bir yerleşim bölgesine hizmet veren Con Ed Şebekesi görülmektedir. Şebekenin arızalanması ile 13 Temmuz 1977 gecesi, New York kentini oluşturan Manhattan, Bronx, Brooklyn, Queens ve Staten Island'da yaşayan 8 milyon kişi ile, Westchester ilçesinde 1 milyon insan, elektriksiz kaldılar.

bidir. En aşırı zıtlıkların bir karışımıdır New York : zenginlik ve yoksulluğun, görkem ve sefaletin, uygarlık ve ilkeliliğin bu derece yoğun olarak bir araya geldiği bir başka kent yok gibidir.

Kişi, uzun yıllar dünyanın en yüksek binası olma niteliğini korumuş olan "Empire State" binasının 105. kattaki terasından gece vakti kente bakacak olursa, ufka kadar uzanan bir ışık okyanusuyla karşılaşır. Birkaç kilometre uzakta, dünyanın en yüksek binası olan Dünya Ticaret Merkezi, iki sütun halinde yükselmektedir : Bu binanın elektrik üretimi, küçük bir şehrinkinden fazladır. Durum böyle olunca, otuz-kırk katlık binaların önemsenmediği bu kentteki elektrik tüketiminin, Türkiye'nin toplam üretimi ile boy ölçüşmesine şaşılmaz. Böylece inceleyeceğimiz sistem, Türkiye Enerji Sistemi'nin tek bir kent sınırları içine indirilmiş durumuna benzetilebilir.

KENTİN ELEKTRİK DÜZENİ

ABD'de elektrik enerjisi, özel şirketler tarafından üretilir. Bu şirketler üretimlerini, Ortak Enerji Bölgeleri halinde birleştirmişlerdir ve duruma göre şirketler, bağlı oldukları Ortak Bölge ile, ya da farklı Ortak Bölgeler birbirleri arasında enerji alışverişinde bulunurlar. New York eyaletine hizmet veren şirketlerin arasındaki bir anlaşma sonucu, üretim, New York Ortak Enerji Bölgesi denetim merkezindeki bilgisayarlar aracılığı ile yönetilir. Bizzet kentin elektriği ise, ABD'nin en büyük elektrik şirketi olan "Consolidated Edison" (Con Ed) şirketi tarafından sağlanır. Con Ed sisteminde 15 santral ve üçte ikisi yeraltı kablolarından oluşan 193 bin km'lik hat vardır. Kent içi elektrik üretimi konusunda, Con Ed firması ile kent belediyesi arasında bir uzlaşmaya varılmıştır. Kentsel yoğunlaşma nedeniyle, yük merkezi yakınında daha fazla üretim birimi kurulmasının çevresel etkileri göz önünde bulundurulmak zorundadır: Con Ed, belediyenin kentin içine daha fazla birim kurulmaması konusundaki isteğine uymuştur ve bu nedenle, kuzey ve batıdan gelen iletim desteğine muhtaçtır. Ancak, kuzeyde hat geçirme hak ve olanağı çok kısıtlı olduğundan, sistemde çift (ve bir durumda dört) devre taşımak için tek direkli yapılar kullanılır. Her ne kadar yıldırım olasılığına karşı elden gelen önlemler alınmışsa da, kayalık arazinin oldukça yüksek olan toprak direnci, mümkün olan korumayı azaltmaktadır. Böylece kentin en önemli üretim desteği, dar koridorlar üzerinden kuzeyden sağlanmaktadır. Türkiye sistemiyle benzeştirilecek olursa inceleyeceğimiz olay, Keban hatlarının tüm Batı bölgesini beslemesi ile benzerlik gösterir.

Kentin içinde ise havai yüksek gerilim hatları kullanılmayacağından, iletim ve dağıtım yeraltı kabloları ile yapılır. Toprağa çok yakın olmaları nedeniyle bu kablolar da, havai hatlarda olduğundan daha yüksek şönt kapasitans ve daha düşük seri reaktans oluşur. Yalıtımı sağlamak için toprak ile iletkenin arası, dielektrik sabiti boşluğunun altı katı olan bir madde ile doldurulmuştur. Böylece, hafif yük koşullarında bir kabloda oluşan, güç akışı yönündeki gerilim artışı, benzer bir havai hattakinden daha fazladır. Gerilim regülasyonu, sistemin çeşitli

yerlerine yerleştirilmiş olan şönt reaktörlerle sağlanır; bunlar, yükün hafif olduğu erken saatlerde gerilim artışını önleyebilmek için devreye alınır, yükün arttığı akşam saatlerinde ise devreden çıkartılırlar.

Gerek havai hatlar, gerekse yeraltı kabloları, 345 kV ve 138 kV'luk sistemler içinde bütünleştirilmişlerdir.

ENERJİ DENETİM MERKEZİ

Con Ed şirketinin Manhattan'daki Enerji Denetim Merkezi, 1962 yılında kurulmuş olup, hem Con Ed sistemi içindeki hatlara, hem de dışarı ile olan bağlantılara ait bilgileri işler. Bütün kesici açma-kapamaları ve bağlantı hatlarının durumu hakkındaki bilgiler, telemetri yöntemleri ile kerkeze gönderilir. Bilgisayarlarca işlenen bu bilgiler, renkli video gösterim ekranlarında sistem operatörlerine sunulur. Bir operatör bu suretle herhangi bir kesici merkezindeki kesici ve teçhizat durumunu denetleyebilir. Ayrıca aşırı yüklenen hatlar, ekranlardan sistem operatörüne otomatik olarak yansıtılır.

Operatör, denetim merkezinin kapsadığı sistemdeki bütün büyük üretim ve iletim öğelerinin işleyişini ve bakımını koordine eden kimsedir. Sistem operatörünün görevlerinden biri de, New York Ortak Enerji Bölgesi aracılığı ile, sisteme bağlanan diğer şirketlerle günlük ve saatlik enerji alım-satımlarında bulunmaktır. Enerji Denetim Merkezi'nde sistem operatörüne yardımcı olmak üzere, yöresel operatörlerle enerji dağıtımçıları bulunur. Enerji Denetim Merkezi'nin kuruluşundan bu yana, sisteme yapılan önemli ilavelere ait, telemetri ile gönderilen bilgiler, merkezin gösterimle ilgili bilgi bankalarında bütünleştirilmişlerse de, bu bilgiler her zaman en ideal noktada gösterime sunulmamıştır. Böylece inceleyeceğimiz olayda, kesici durumları ait oldukları yörenin operatörüne bildirildikleri halde, bitişik odada bulunan sistem operatörüne gösterilmemişlerdir.

Con Ed denetim merkezinin tersine, Albany'deki New York Ortak Bölge denetim merkezinde kesici ve iletim hattı durumları, kesicilerle üretim ve iletim hatlarını temsil eden ışıklı çizgiler halinde, zaman-değişimli olarak gösterilir. Ortak Bölge, New York eyaletindeki önemli kesiciler, teçhizat ve iletim hatlarından olduğu gibi, dışarı ile olan bağlantılardan da gelen telemetri bilgilerini işler. Böylece Ortak Bölge operatörü, açılan bütün kesici ve hatlardan tamamen haberdar olur.

OLAYIN BAŞLANGICI

13 Temmuz 1977 akşam, şiddetli yağmurlar ve rüzgâr eşliğinde yoğun bir elektrik fırtınası, New York eyaleti üzerinden güneydoğuya doğru ilerlemekteydi. Saat 20.37 dolaylarında Con Ed sistemine ait iki iletim merkezi arasındaki bir direğe yıldırım düştü. Aradan 20 dakika geçmemişti ki, başka direklere ikinci bir yıldırım darbesi indi. Bu iki darbe, New York kentinin tüm elektriğinin kesilmesiyle sonuçlanan olaylar zincirini başlattılar.

O akşam saat 20.30 sularında Con Ed sistemi, müşterilerine aşağı yukarı 5860 MW elektrik enerjisi sağlamaktay-

di. Bu yükün 3000 MW'lık kısmı, şehir içindeki üretim tarafından karşılanıyordu. Geri kalan enerji ise New York kenti dışından sağlanmakta idi. Bunun 870 MVV'lık bölümü, kentin kuzeyindeki bir nükleer santralde üretilmekteydi. 1200 MW'ı New York eyaletinin kuzeyinden ve Kanada'dan gelmekteydi. Ayrıca Con Ed sistemi içinde, güneybatıdaki bir şirkete 240 MW ve kuzeydoğudaki bir Ortak Bölge'den, güneybatıdaki başka bir Ortak Bölge'ye 200 MW enerji akmaktaydı. Con Ed'e sağlanan enerjinin büyük bir bölümü, kuzeyden gelen beş tane 345 kV'luk besleme hattı üzerinden sağlanmaktaydı ve direkler, birden fazla devre taşımakta idiler.

İLK YILDIRIM

20.37 Şekil T de görülen A ve B kesici merkezleri arasındaki bir iletim direğine yıldırım isabet ediyor. (*) Bu direklerdeki 345 kV'luk devreler, C, N ve R'deki santrallerden kente 1200 MW güç sağlamaktadırlar. Direğin düşük empedansından yüksek bir akımın geçmesi, direk geriliminin yükselmesine neden oluyor ve faz iletkenlerini destekleyen izolatorların yalıtım kapasiteleri aşıldığından, o direğin taşıdığı her iki 345 kV'luk devrenin faz iletkenleriyle toprak arasında kısa devre meydana geliyor. A ve B'deki kesiciler, arızayı sistemden soyutlamak için derhal açıyorlar. Bu işlem C'deki 900 MW'lık nükleer santralin bağlantısını kestiği için, santralin üretimi, gerektiği gibi otomatik bir biçimde durduruluyor.

Normal koşullar altında, açılan kesiciler, izolatorlar üzerindeki kısa devre sönmüldükten sonra otomatik olarak tekrar kapanırlar. Fakat kesicilerin hatalı çalışması olasılığına karşı, bir de yardımcı koruma sistemi vardır. Zaman gecikmeli bir röle, arıza anından itibaren saniyeleri saymaya başlar ve belli bir zaman süresi sonunda kesiciler çalışmamışsa, otomatik olarak devreyi açar.

O sıralarda, yeni kesici denetim rölelerinin tesis edilebilmesi için, B'Deki kesicilerden birinin otomatik tekrar kapama yeteneği kısıtlanmıştır. Bu nedenle AB arasındaki çift devre, yeniden ilettime geçemiyor. Ayrıca B'deki bir koruma devresinin hatalı tasarlanması sonucu, D'deki bir zaman rölesi BD hattını açıyor ve tek devreye sahip 345 kV'luk BD hattı da açık kalıyor.

Birçok şirketlerin iletim hatlarının yük taşıma kapasiteleri, sistem stabilitesi ile sınırlıdır. Con Ed sistemindeki hat ve kablolar ise, iletkenlerin I²R ısınma limitiyle sınırlıdır. A ile E'yi birleştiren hat, normal koşullarda 825 Amper taşır ve zaman sınırlaması olmadan iletim sağlar. 960 Amper taşırken hat, ısınmaya üç saat dayanabilir ve buna, Uzun Dönem Acil Durum (UDAD) süresi denir, 1000 Amper ve daha yüksek akımlara ise hat, ancak 20 dakika dayanabilir; bu da Kısa Dönem Acil Durum (KDD) süresidir.

Hatların açılması ve C santralının devreden çıkması sonucu, AE hattındaki akım artıyor, fakat UDAD sınırı içinde kalıyor.

(*) Olaylar dizisinin daha kolay anlaşılabilmesi için, santral, merkez ve semt isimleri büyük harflerle kodlanmıştır. Yazının sonundaki ekte, bu kodlamanın anahtarı verilmektedir.

Con Ed'in Enerji Denetim Merkezi'ndeki sistem operatörü, BD hattının açık olduğunu görünce, kent içi yedek üretimin devreye girmesi için komut veriyor.

20.55 Kent içi üretim 550 MW artmıştır. AE hattından başka hiçbir hatta normalin üzerinde akım yoktur, fakat sistemin güvenilirliği zayıflamıştır. Kent içi kısa dönem ek üretim yeteneği, Con Ed'e bildirilmiş olandan 341 MW daha azdır.

İKİNCİ YILDIRIM

20.56 Hem FG, hem de AG arasındaki 345 kV hatlarını taşıyan bir direğe yıldırım düşüyor. Her iki devrenin ortak fazı ile toprak arasında kısa devre oluşuyor. F, A, G ve H'deki kesiciler açarak arızayı gideriyorlar. A ve G kesicileri otomatik olarak kapanıp AG hattını enerjilendiriyorlar. FG hattındaki G kesicisi de kapanıyor, fakat F kesicisi açık kalıyor.

Termik santrallerdeki türbin-generatör millerinde rastlanan ilginç bir sorun vardır: Sistemde bir arıza olduğu zaman, generatör rotorundaki elektromanyetik burulma kuvveti (tork), birdenbire azalır ve türbin birimleri arasındaki millerin bütün doğal burulma frekanslarını uyandırır. Bunun sonucu olarak birimler arasında salınımlar oluşur. Eğer bu salınımlar yeterince sönmülmeyen generatör tekrar devreye alınır ve elektromanyetik burulma kuvveti yükselirse, millerde ve kuplaj sisteminde oluşan burulma salınımları milleri parçalayabilir ve generatöre zarar verebilirler. Bu nedenle bazı generatör yapımcıları, ötedenberi gelenekleşmiş olan hızlı kesici kapama işlemine karşı çıkmışlardır. Hem Con Ed, hem de başka şirketler, bazı generatörleri bu mil burulma salınımlarına karşı korumak için, çalışma biçimlerini değiştirmişlerdir, özellikle B ve F'deki kesiciler, kesicinin iki tarafındaki gerilim açıları bazı belli sınırlar içinde kalmadıkça kapama yapamayacak şekilde değiştirilmişlerdir. Bu değişiklik C'deki bir generatör birimini korumak için yapılmıştı, ama bu birim o sırada zaten serviste değildi. Daha önce D'deki kesicinin açılmış olması, gerilim açılarını normal sınırlar dışına taşıdığından, F kesicisi açık kaldı.

FG hattı yitirilince, AE hattında oluşan akımların büyüklüğü, A'daki aşırı akım rölesini çalıştırdı. Aslında A noktası, birbirine seri bağlı bir yönlü mesafe rölesi ile sözü edilen aşırı akım rölesi tarafından korunuyor ve hat, ancak her iki röle de çalışırsa açılıyordu. Sonradan yapılan inceleme, yönlü mesafe rölesinin kontaktlarının tahrip edilmiş olduğunu ve kapalı konumunda eğilmiş olduklarını ortaya koydu. Böylece, bu röle sürekli olarak arıza gösteriyor, fakat aşırı akım rölesinden sinyal gelmeyişi, koruma sistemindeki mantık devrelerini uyarmasını önüyordu. Oluşan akımlar aşırı akım rölesini de tetikleyince, koruma devreleri arıza tanısı koydular ve E'den A'ya enerji taşıyan iki devreden birindeki A kesicisi, F kesicisinin açık kalmasından yarım saniye sonra açtı. Kesici

yarım saniye sonra tekrar kapandı, derhal açtı ve bu konumda kilitlendi. Diğer devredeki aşırı akım rölesi de tetiklenmekle birlikte, yönlü mesafe rölesi normal çalıştığı için, kesicisi çalışmadı ve bu hat, devrede kaldı. Birinci

mesafe rölesindeki kontaktların eğiliş nedeni hiçbir zaman anlaşılamadı.

Bu aşamaya gelindiğinde, kenti kuzey ve batıdan besleyen beş hattın dördü açılmış bulunuyordu; geriye iki kuzey devresinden biri kalmıştı. AE hattı açınca KU hattındaki yük, 192 MW'dan sıfıra düştü. Açık olan FG hattındaki watmetre, bu hattaki güç akışının da sıfır olduğunu gösteriyordu, fakat genellikle bu hattaki akışlar çok düşük olduğundan, Con Ed Enerji Denetim Merkezi'ndeki sistem operatörü, onu serviste sandı.

Bu sırada yöre operatörü, çeşitli kesici merkezlerindeki operatörlerden bilgi alarak, bu bilgileri sistem operatörüne aktarıyordu. F'deki kesicinin durumu da yöre operatörüne video ekranda yansıtıldı, fakat bu yoğun bilgi alış-verişi sırasında yöre operatörü, yan odada bulunan sistem operatörüne, F kesicisinin açık olduğunu söylemeyi unuttu. Sistem operatörünün video ekranında kesicinin durumu görünmediği için de, operatör durumu öğrenemedi; kendisi IFG hattının işletmede olduğunu, fakat çok az enerji taşıdığını sanıyordu. Bu noktadan itibaren olayların akışı, birdenbire hız kazandı.

OLAYLAR HIZLANIYOR

20.55 - 20.57 New York Ortak Enerji Bölgesi'nin ana dağıtımıcısı, Con Ed'e telefon ederek, güneybatı besleyen 230 kV'luk ST hattındaki yükü azaltmasını bildiriyor. Bunun üzerine Con Ed, AE hattındaki yükü azaltmak için Bölge'den yardım istiyor, fakat kendisine, Bölge'nin ancak kuzeyden üretim sağlama konusunda yardımcı olabileceği, kendi sistemi içinde "birşeyler yapması" gerektiği söyleniyor. Con Ed güç dağıtımıcısı, kentin güneyindeki endüstriyel gaz türbinlerinin harekete geçirilmesini emrediyor; ancak bu birimlerin tam üretime geçebilmele-ri, yarım saat alacaktır.

20.58 Con Ed sistem operatörüne 138 kV'luk JK hattının açtığı, ayrıca L'Deki bir birimin de devre dışı olduğu bildiriliyor. Birim, bir brülör borusundaki patlak nedeniyle devreden çıkmıştır.

20.59 Ortak Bölge dağıtımıcısı, Con Ed'e 400 MW yük atmasını, aksi halde "herşeyi yitireceğini" söylüyor. Ayrıca eğer birşeyler yapmazsa, T sistemindeki operatörün 230 kV'luk hattı açacağını bildiriyor. Buradaki yüklenme, o anda 833 MW'dır ve hattın KDAD kapasitesinin çok üzerindedir.

21.00 İlk yıldırım darbesinden bu yana kent içi üretim, 600 MW artmıştır. Bununla birlikte, birkaç yerde birden oluşan sorunlar nedeniyle, kent-içi üretim olanağı azalmıştır.

21.01 Con Ed sistem operatörü, JK hattının yeniden devreye alınması için komut veriyor ve 230 kV'luk ST hattındaki yüklenmeyi azaltmak için, enerji akışını denetlemeğe yarayan S'deki faz açısı düzenleyicisini ayarlıyor.

21.02 Operatör Ortak Bölge'ye telefon ederek, AE besleyicisinin yükünü azaltma konusundaki yardım isteğini tekrarlıyor. Bölge dağıtımıcısı, kendisinin birşey yapamaya-

cağını ve yardımın güneyden gelmesi gerektiğini söylüyor.

Con Ed, Ortak Bölge'den yardım isteğini birkaç kez tekrarlarlarken, aslında N'deki generatörlerin yükünün azaltılmasını, bu yükün Bölge içindeki başka birimlerce devralınmasını ve AE hattındaki yükün hafifletilmesi için MNIF yoluyla enerji gönderilmesini istiyordu. Bu hattın Bölge'den Con Ed sistemine, rahatlıkla yeterli enerji taşıyabileceğini biliyordu. Bilmediği şey, F'deki kesicinin açık olduğu idi. Konuşmalar, işin özüne dokunulmaksızın hep bu nokta etrafında döndü. Bölge, Con Ed'in 400 MW yük atması önerisini yineleyerek, U'daki şirketten, Con Ed'e yardım etmek için üretimini arttırmasını isteyeceğini bildirdi.

21.04 Bölge dağıtımıcısı U'daki şirkete, elindeki bütün üretimi harekete geçirmesini söylüyor. Bu şirketin K noktasına gönderdiği enerji artmaya başlıyor.

21.05 Hâlâ IFG hattının serviste ve yüksüz olduğunu sanan sistem operatörü, maksimum üretim için alarm çağırısı çıkarıyor ve Bölge ile, aşırı yüklenmenin AE hattına zarar vermemesi için bu hattı açma konusunu görüşüyor. Bölge bunun daha çok sorun yaratacağını söyleyerek, yük atma önerisini tekrarlıyor. Con Ed, yükün AE hattından IFG hattına artırılabilmesi amacıyla, Bölge'den N'deki yükün azaltılmasını istiyor. Bölge bunu yapabileceğini, fakat bunun bir yararının olmayacağını, kuzey bağlantılarının ancak güneyden gelecek destekle hafifletilebileceğini söylüyor.

21.06 Con Ed enerji dağıtımıcısı, kentteki diğer gaz türbinlerinin çalıştırılmasını emrediyor. Birinciler gibi, bu ünitelerin de tam yüke gelebilmesi için yarım saat gereklidir.

21.08 Sistem operatörü, baş sistem operatörünü telefonla evinden arıyor. Ayrıntılar görüşüldükten sonra baş operatör, FG hattının beslenmesinde bir sorun olduğu sonucuna varıyor. Operatörler, faz açısı düzenleyicisindeki ayarlama nedeniyle yükü 440 MW'a düşmüş olan ST hattından, sisteme enerji getirilmesi konusunda anlaşmaya varıyorlar.

Bölge, U şirketine sistem gerilimini % 5 azaltması ve oraya ait gaz türbinlerinin çalıştırılması için komut veriyor. Con Ed baş operatörü de sistem operatörüne, bütün merkezlerde % 5'lik gerilim azaltılmasına geçilmesini söylüyor. Enerji dağıtımıcısına ise; U'dan daha fazla yardım istemesini ve dağıtım haralarına sahip bütün üretim merkezlerinde % 5'lik gerilim düşümüne gitmesini emrediyor.

Bu arada AE hattı, KDAD düzeyinden 300 MW fazla enerji taşımaktadır ve bu limiti asalı da 15 dakika geçmiştir. Ayrıca EM besleyicisi de, son 18 dakikadır KDAD limitinden 100 M W fazla enerji taşımaktadır. I²R ısınmasının önemli ölçüde artması, iletkenlerin boyunu uzatıyor ve hatlar, yere doğru giderek daha fazla sarkıyorlar.

21.15 21.08 de devreye alınan iki gaz türbini, uyarımlarını sağlayan besleyici yitirildiği için devreden çıkıyorlar. Sistem operatörüne T'deki şirketin, 230 kV hattın-

daki yükü 500 MW ile sınırlamış olduğu bildiriliyor. Operatör, bu hattın faz açısı düzenleyicisini, bu akışı sağla yacak şekilde ayarlıyor.

21.18 Yüğü daha da azaltmak için Con Ed, % 8'lik gerilim düşümüne geçiyor. U'daki şirket Ortak Bölge'ye, kendisine bağlı başka bir hat aşırı yüklendiği için, yük atma- ya başlayacağını bildiriyor. Bölge bunu yapmasını, aksi halde Con Ed sisteminden kopmasını söylüyor.

21.03'ten 21.18'e kadar birkaç gaz türbini çalıştırılmıştı ve senkron hızla yaklaşmaktaydılar. Bunlar normal olarak, hızları ve fazları sistemine uyduğunda, otomatik aygıtlarla devreye alınırlar. Ancak sistemin gerilimi artık, otomatik senkron lama için önceden yapılan ayarlara uymadığından dolayı, sisteme alınamadılar.

21.19 23 dakika süreyle KADAD düzeylerinin üstünde yüklendikten sonra, 345 kV'luk AE ve EM hatları yitiriliyor. Isınmadan doğan sarkma nedeniyle EM hattındaki bir iletken, bir ağaç ya da başka nesneye değerek topraklanıyor ve arıza oluşuyor. Hattın iki ucundaki kesiciler açıyor. Kesiciler otomatik olarak kapanıyor, fakat arıza devam ettiği için tekrar açarak bu konumda kilitle- niyorlar.

Bu hattaki yükün büyük bölümü, E'deki trafo üzerinden 138 kV sistemine akmağa başlıyor. Aşırı yüklenen trafo, zararı önlemek için otomatik olarak açıyor. Kuzeyle olan son 345 kV bağlantısının da kopmasıyla ST hattına binen ani yük artışı, onu KADAD düzeyinin çok üstüne zorluyor, KU hattını da KADAD düzeyinin yarısı olan 250 MW'a kadar yüklüyor.

21.21 Sistem operatörü, ST bağlantısındaki yüklenmeyi, faz açısı düzenleyicisi aracılığıyla azaltmağa çalışıyor. Aynı anda Bölge, Con Ed'in yük dağıtımına 1000 MW yük atmasını söylüyor.

Sistem operatörünün ST bağlantısında yük azaltma çaba- ları ve U'daki şirketin yük atması sonucunda, U'daki yük, K'daki 138 kV'luk bağlantı üzerinden Con Ed sistemine akmağa başlıyor. Bu besleyici UDAD sınırını aşarak, 500 MW olan KADAD sınırına doğru tırmanmağa başlıyor.

21.22 U şirketi Bölge'ye, Con Ed'le olan bağlantısını aç- mak zorunda kalacağını söylüyor ve öyle yapıyor. Ne şir- ket, ne de Bölge, bu eylemi Con Ed operatörüne bildir- miyorlar. Operatör, yönlü röledeki eğik kontaklar ne- deniyle 20.55'te açmış olan AE besleyicisini, üst-düzey de- netleyicileriyle sisteme almağa ve Con Ed sistemindeki aşırı yüklenmeyi hafifletmeğe çalışıyor, fakat başarılı olamıyor.

21.23 Operatör, sistem yükünün % 25'e kadarını atabi- len elle kumandalı yük atma panosunun başına geçiyor. Bu el denetimi aygıtlar, bir kon tak t ya da şalterin yanlış kullanımı sonucu yanlış yük atımını önlemek amacıyla, atılacak her yük için bir dizi şalterin ve düğmenin koor- dine bir biçimde kapanmasını gerektirir. Operatör gerekli işlemleri uygularken, ST bağlantısının, KADAD sınırının 500 MW üstünde yüklenmiş olduğunu fark ediyor.

21.27 Operatör, 4 kV baralarındaki yükü atmak için ge- rekli işlemleri tamamlıyor, fakat bunun herhangi bir et-

kisini görmediği için işlemleri yeniden uygulamaya başlı- yor.

Olay sonradan incelendiğinde, el kumandasıyla yük atıl- mamış olduğu, fakat sinandıklarında yük atma aygıtları- nın doğru çalıştığı saptanıyor. Operatörün işlemleri, doğ- ru çalıştığı saptanıyor. Operatörün işlemleri, doğru ola- rak uygulamamış olabileceği anlaşıyor.

21.29 S'deki faz açısı düzenleyici trafo, aşırı yüklenme nedeniyle arızalanıyor. ST bağlantısı, koruma rölelerinin kesicilere kumanda etmesiyle iki ucundan otomatik ola- rak açılıyor.

Con Ed sistemi artık, dış dünyadan tamamen soyutlan- mak üzeredir. Dışarıyla olan son bağlantı, A'dan kuzeye giden 138 kV'luk çift devreli hattır. Bu zayıf devrelerde oluşan aşırı akışlar, hat empedanslarını, empedans ölçen mesafe rölelerinin tetiklenme sınırı içine sokuyor ve röle- ler tarafından arıza tanısı konuluyor. Koruma sistemleri, gerektiği gibi çalışıyor ve Con Ed'in, dış dünya ile son bağlantısı da kesiliyor.

Sisteme bu son darbe de inince, üretimle tüketim arasın- daki 1700 MW'lık açığı kapatmak için tek çare kalıyor: kent içi generatör ve türbin millerinden kinetik enerji kaybı, generatörler, enerji yitirdikçe yavaşlıyorlar. Nor- malde 60 Hertz olan sistem frekansı düşmeğe başlıyor, otomatik yük atma basamaklarından geçiyor ve müşteri yükleri, büyük bloklar halinde otomatik olarak atılıyor, önce kuzeydeki nispeten تنها yerleşim merkezleri dev- reden çıkıyor, fakat sonra sıra, can alıcı önemdeki hasta- ne, metro, asansör ve benzeri hizmetlere geliyor. Son bağ- lantının kopmasından iki saniye sonra frekans, 58.3 Hz'in altına düşerek, üçüncü yük bloğunun atılmasına sebep oluyor. Bu noktada sistemdeki üretim, sisteme bağlı yük- ten fazla duruma geçiyor. Rotorlar hızlanıyorlar ve fre- kans, tekrar yükselmeğe başlıyor.

Sistem yükü bloklar halinde atıldıkça, hafif yükte yeraltı kablolarında oluşan kapasitif etki nedeniyle, kablolar - daki gerilim yükseliyor. Bu etki, çeşitli generatörlerdeki otomatik gerilim regülatörleri tarafından algılanıyor ve regülatörler derhal, generatörlerin rotor sargılarından ge- çen alan akımlarını azaltmağa başlıyorlar. Bağlı olduğu 345 kV'luk kablo sistemindeki gerilim artışını karşıla- mak için, O'daki 1000 MW'lık generatörün uyarım siste- mi de rotor alan akımını azaltıyor.

Generatörler, bir elektrik enerji sisteminde iki temel pa- rametreyi denetlerler: Frekans isteklerini karşılamak için aktif güç, gerilim isteklerini karşılamak için de reaktif güç denetlenir. Gerilim denetimi (reaktif güç), bir gene- ratörün rotor sargısına verilen alan akımı ile belirlenir. Bir izleme sistemi, gerilimi ölçer ve onu istenen bir dü- zeyde sabit tutmak için, alan akımını otomatik olarak ayarlar.

Eğer alan akımının kaynağı arızalanır ya da alan sargısın- da kısa devre olursa, generatörün gerilim denetleme ye- teneği yitirilir ve aktif güç verme yeteneği büyük ölçüde kısıtlanır. Bu koşullar altında generatör sistemden çıkar- tılmazsa, bulunduğu yerde şiddetli bir gerilim düşüşü ya- ratılır. Sistem, generatör uyarımını sürdürebilmek için,

başka kaynaklardan generatöre reaktif güç akıtmak zorunda kalır.

Bununla birlikte birçok durumlarda, bir generatör uyarım kaynağını yitirse bile, bir endüksiyon makinası olarak çalışmak suretiyle güç vermeğe devam edebilir. Bu koşullarda generatör, sistem frekansına karşılık gelen hızından biraz daha hızlı çalışmaktadır. Bu nedenle rotorunun demir bloku, aşırı ısınmaya uğrayabilir. Bu ısınmayı önlemek için makinanın uçlarına bir aygıt bağlanmıştır. Alan kaybı ya da uyarım kaybı rölesi denen bu aygıt, alan akımı ya da uyarım kaybını, generatöre yoğun reaktif güç girişini ölçmek suretiyle hisseder. Generatör dışarıdan yoğun reaktif güç almağa başlarsa, onu devreden çıkartır.

O'daki generatörün alan akımının azalması, bu generatöre yoğun biçimde reaktif güç akmasına yol açıyor. Generatörün uçlarına bağlı olan alan kaybı rölesi çalışıyor ve generatör, 850 MW yük taşıdığı bir sırada devreden çıkıyor.

21.33 0 generatörünün kaybı gene üretim yetersizliğine yol açıyor ve frekans, yeniden düşmeğe başlıyor. Frekans 57.8 Hz'ten geçerken son yük bölümü de otomatik olarak atılıyor, fakat bu, tamamen soyutlanmış sistemdeki üretim yetersizliğini karşılamaya yetmiyor. Frekans birkaç dakika boyunca düşmeğe devam ediyor. Sonra P'deki merkez operatörü, 6 voltluk mantık denetim sistemi çalışmaz hale gelince, buradaki generatörü de devreden çıkartıyor. Frekans düşmeğe devam ettikçe sistem, normal çalışma koşullarını sürdürme yeteneğini tamamen yitiriyor. Teçhizatın tamamen tahrip olmasını önlemek için generatörler, personel tarafından el kumandasıyla ya da aygıtların otomatik açmasıyla, peşpeşe devreden çıkarılıyorlar.

21.36 İkinci yıldırımın düşmesinden 40 dakika sonra, New York kenti karanlığa gömülüyor.

....VE SONRASI

Gökdenenlerin tüm ışıkları sönüyor. Duran asansörlerde birçok, istasyonlar arasında duran 7 metro treninde 1000 kişi mahsur kalıyor. Binlercesi ile duraklarda boşuna bekliyorlar. 10 binden fazla trafik lambasının sönmesiyle trafik duruyor; benzinsiz kalan şoförler, elektrikli benzin pompaları çalışmadığı için yakıt alamıyorlar. Su pompalarının durmasıyla sular kesiliyor, tuvaletler tıkanıyor. Kitle taşımacılığı donuyor. Havaalanları kapatılıyor; Kennedy Uluslararası Hava Limanı'ndan ertesi sabah 5.34'e kadar uçak kalkamıyor. Posta hizmetleri duruyor. Bilgisayar bellekleri siliniyor. Klima cihazları duruyor. Ticari faaliyet duruyor. Televizyon ekranları kararıyor. Duran buzdolaplarında ve soğuk hava depolarında yiyecekler bozuluyor. Kanalizasyon işleme tesisleri durunca işlenmemiş lağım artıkları, limanları ve plajları dolduruyor.

Hastanelerde yedek generatörler olduğu için hizmetler aksamıyor, fakat kan bankalarının, morgların ve besin depolarının acil sisteme bağlanmamış olmasından doğan

çeşitli aksaklıklara rastlanıyor. Acil generatörü çalışmayan bir hastanede can alıcı noktalara bataryalarla elektrik sağlanıyor. Bir ameliyat mum ışığında, bir doğum olayı el feneri ışığında gerçekleştiriliyor. Evlerinde ve bakım-evlerinde yaşamlarını sürdürmek için respiratör, çelik ciğer ve böbrek makinalarına muhtaç olanlara acilen portatif generatörler sağlanıyor.

Bütün bunlar, kendisi modern teknolojiye, teknolojisi de elektrik enerjisine dayanan her çağdaş kentte olabilecek şeylerdir. Bunların yanı sıra, her kentte (hiç değilse bu apta) rastlanmayacak olaylar da görülüyor. Başlangıçta bir eğlence anlayışı esiyor ve kişiler, normalin üstünde bir yardımlaşma havasına giriyorlar. Fakat saatler uzayıp karanlık devam ettikçe, zencilerin ve İspanyol kökenlilerin öncülüğünde kamu düzeni, şiddetli bir biçimde bozuluyor. Beyazlar da dahil olmak üzere daha önceden sabıka kaydı bulunmayan binlerce genç ve yetişkin, hatta kadınlar ve çocuklar, büyük çapta hırsızlık, soygun ve kundaklamalara girişiyorlar. Sonradan bildirilen sayılara göre, hırsızlıktan 1809 yer zarar görüyor. 60'ı büyük olmak üzere, 1037 yangın (normalin altı katı) çıkartılıyor. Bazı binalarda yangın itfaiye tarafından söndürüldüğü halde, ardarda birkaç kez kundaklanıyor ve binalar tamamen harabe haline gelene kadar sürüyor. (New York'ta her yıl 30 bin konut, kira ücretinden çok sigorta tazminatı alması garantili ev sahipleriyle anlaşılan kiracılar tarafından kundaklanır.) Süpermarketler, ticari kuruluşlar ve büyük giyim mağazaları yağma edilip ateşe veriliyor. Olaylar sırasında iki soyguncu ölüyor; 406 polis, 204 sivil ve 80 itfaiyece yaralanıyor.

1965 kesintisi, serin bir sonbahar akşamında olmuş, topu topu 96 kişi tutuklanmıştı. Buna karşılık 1977 kesintisi, işsizliğin en yoğun bir dönemine ve o yazın en şiddetli sıcak dalgasına rastgeldi. Olaylarla başa çıkamayan polis, 3000'e yakın tutuklamadan sonra ipin ucunu bıraktı. İdeolojik olmayan bir anarşinin pençesine düşen New York'ta, belediye başkanının deyimiyle, tam bir "dehşet gecesi" yaşandı.

ALINAN DERSLER

Düşen yıldırımların doğurduğu arızalar, yüzlerce enter-Konnekte koruma aygıtı tarafından hissedilen büyük akım sıçramaları yarattı. Bu aygıtların büyük çoğunluğu doğru biçimde çalıştılar. Bazı aygıtların yanlış çalışması, sisteme monte edilmiş olan teçhizatın daha sıkı test edilmesi gereğini ortaya koydu. Bazı gereçlerin yanlış çalışması ile diğerlerinin doğru çalışması, birbirlerine destek olarak elbirliği ile olayı oluşturdular. Böylece sistem, 1965'ten sonra benzer bir olayın yinelenmesini önlemek için monte edilen koruma aygıtları sayesinde çöktü.

Sistemin, fırtınanın etkilerine dayanamamasının başlıca nedenleri şunlardı:

1. Con Ed'in tasarım isterleri arasında, kuzeyden gelen bütün ana iletim hatlarının açması hesaba katılmamıştı. Sistem bu destekten yoksun kalınca çöktü. Kuzeyle ve batıyla daha fazla sayıda bağlantı olmaksızın, frekans düşümünden bağımsız otomatik yük atma cihazları bulun-

maksızın, ya da daha fazla kent içi üretim kurulmaksızın, sistem, kuzey hatlarının yitirilmesine dayanamazdı.

2. Kent içi üretim, operatöre önceden bildirilmiş olan düzeye ulaşmayı başaramadı. Bu üretimin karşılama yeteneğinin artırılması gerekiyordu. Ayrıca reaktif güç akışının, yük atma nedeniyle oluşan gerilim düşüşleri sonucunda, teçhizatın yanlış çalışmasını önleyecek şekilde tasarlanması gerekirdi.

3. Enerji Denetim Merkezi'nde, kilit enerji verilerini açık bir biçimde operatöre yansıtan bir gösterim düzeni yoktu. Durum hakkında doğru tanı koyabilmek için yeterli bilgi Merkez'de fazlasıyla vardı, fakat bu bilgi etkin bir biçimde sunulamamış ve operatör, gereksiz ayrıntılara boğulmuştu.

Bu etkenlerin toplam sonucu olarak operatör, geçmiş deneyimlerinin ve yetişmesinin ışığında, kuzeyden gelen iletim desteğinin yitirilmesiyle ortaya çıkan acil durumu karşılayabilecek yanıtı veremedi. Böylece işin insansal yönünden de, sistem simülatörleri ve başka yollarla, hızlı gelişen acil durumlara daha çabuk tepki gösterebilen operatörlerin yetiştirilmesi gereği anlaşılmış oldu.

OLAYIN BİLANÇOSU

ABD Enerji Bakanlığı için hazırlanan bir raporda, olayın kente ve içinde yaşayanlara 350 milyon doların üzerinde zarar verdiği saptandı. Bu faturanın 155 milyon dolar tutan yarıya yakın bir kısmı, hırsızlık ve kundaklamaların sonucuydu. Buna karşılık 1965 kesintisi çok daha büyük bir bölgede yer aldığı halde, yağma ve kundakçılık olmadı için, zarar 80 milyon doların pek üstüne çıkmamıştı. "Con Ed aleyhinde, toplamları on milyar doları bulan 118 tazminat davası açıldı.

Böyle bir olayın tüm etkilerini hesabedebilenin ise, olanağı yoktur, örneğin, olaydan sonra New York bankacıları, bazı bilgisayar tesislerini Con Ed'in hizmet verdiği bölgenin dışına taşıma kararı aldılar. 1965 kesintisinde, kesintiden 9 ay sonra, etki altında kalmış olan bölgenin hastanelerinde doğum sayısı, ani bir sıçrama gösterdi ("kesinti bebekleri" deyimi o tarihlerden kalmazdır).

Bu gibi etkilerin tüm yönlerini ve topluma nasıl yansıklarını hesabedebilmek olanaksızdır. Böylece yukarıda belirtilen sayılar, aslında olayın tam ekonomik faturasını değil, ancak alt sınırını belirlemektedir.

SONUÇ

13 Temmuz 1977 tarihinde New York'ta ortaya çıkan ve 9 milyon insanı 25 saat süreyle elektriksiz bırakan kesinti, ağır üretim ve iletim kısıtlamaları altında çalışan gereç ve personelin, hızlı gelişen acil durumlara karşı gereken tepkiyi gösteremediğini ortaya koymuştur.

Yüzyılın başında önemsiz bir lüks sayılan elektrik kullanımı, bugün toplumun en temel gereksinimlerini karşılamak için zorunlu bir kaynak haline gelmiştir, özellikle herhangi bir büyük kentte, elektrik kaynağının güvenliği ve güvenilirliği, çok sıkı istekleri karşılayabilmek zorun-

dadır. Başka hiçbir enerji türü, dönüşüm, iletim ve dağıtım isteklerini anında karşılamak zorunda değildir. Elektrik enerjisinin depolanabilmesi için araştırmalar sürmektedir. Bu tür sistemler geliştirilene ve piyasaya sürülene kadar, elektrik enerjisi gereksinimleri, varolan teknolojik ve ekonomik olanakların elverdiği ölçüde, anında karşılanmağa devam edecektir.

Sistemler giderek daha fazla karmaşıktıkça, onların rizikosuz denetimi de o ölçüde zorlaşmaktadır. Bir noktanın ötesinde, sistemin en mükemmel biçimde çalışması için monte edilen teçhizat, bilinmeyen etkenlerin sayısını, hesaplanabilirliğin ötesinde çoğaltmakta ve sistem bir anlamda, kendi ağırlığı altında ezilmektedir. Dün New York'ta olanlar, başka bir biçim ya da olaylar zinciri içinde, yarın başka herhangi bir kentin başına gelebilir.

EK : KODLAMA ANAHTARI

Şekil 1'de kullanılan kodlamadaki semt, merkez, santral ve şirket isimleri aşağıda verilmiştir.

- A- Millwood West
- B - Buchanan South
- C - Indian Point (PASNY, Con Ed)
- D - Ladentown
- E- PleasantValley
- F - Buchanan North
- G - Sprain Brook
- H - Eastview
- I - Ramapo
- J - Hodson Avenue
- K- Jamaica
- L- EastRiver
- M- Leed?
- N - Roseton
- O - Ravenswood
- P- Arthur Kill
- R- Bowline
- S - Goethals
- T - Linden (PSE and G)
- U- Valley Stream (LILCO)

KAYNAKLAR

Bu yazı, aşağıdaki kaynaklardan derlenmiştir. (En önemli kaynak birincisidir.)

1. G.L.Wikon, P.Zarakas, "Anatomy of a Blackout", IEEE Spectrum, C. 15, No. 2 (February 1978), S. 38-46.
2. R. Sugarman, "New York City's Blackout: A \$ 350 Million Drain", IEEE Spectrum, C. 15, No. 11 (November 1978), S. 44-46.
3. Time, July 25, 1977, S. 18-26, 31, 33-34, 48-49.
4. Newsweek, July 25, 1977, S. 22-28, 33-37.
5. G. D. Friedlander, "The Northeast Power Failure : A Blanket of Darkness", IEEE Spectrum, C. 3, No. 2 (February 1966), S. 54-73.
6. "Comments on the Northeast Power Failure", IEEE Spectrum, C 3, No. 5 (May 1966) S. 84-90.
7. Time, November 19, 1965, S. 20-25.
8. Newsweek, November 22, 1965, S. 17-22.

SİNOP NÜKLEER KARŞITI MİTING İZLENİMLERİ...

Teoman Alptürk

TMMOB 10. Enerji Sempozyumu Düzenleme Kurulu Başkanı

Nedim Bülent Damar

EMO Enerji Daimi Çalışma Grubu Başkanı

Nükleer Karşıtı Platform (NKP) tarafından, 25 Nisan 2015 tarihinde, Sinop İnceburun'da yapılması planlanan nükleer santrale karşı, 'Sinop Nükleer Santral İstemiyor' temalı bir miting düzenlendi.

Mitinge katılım ise bugüne kadar düzenlenen nükleer mitingler arasında en yoğun katılımlı olanıydı. Özellikle Sinop gibi az nüfusa sahip bir şehir için oldukça fazlaydı.

Mitinge; Erzincan, Trabzon, Dersim, İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa başta olmak üzere Türkiye'nin birçok yerinden çok sayıda nükleer karşıtı katıldı. Katılanların sayısı tahminlerle sınırlı kaldı. Tertip Komitesi tarafından, "25 binin üzerinde" katılım olduğu belirtilirken, "44 bin ila 15 bin" arasında değişen tahminler de yapıldı. Mitinge, NKP şehir örgütlenmeleri, Kamu Emekçileri Sendikası (KESK), Devrimci İşçi Sendikaları Konfederasyonu (DİSK), Türkiye İşçi Sendikaları Konfederasyonu'na (TÜRK-İŞ) bağlı sendika temsilcileri, CHP, HDP, MHP, EMEP, ÖDP gibi bazı siyasi parti temsilcileri Birleşik Haziran Hareketi (BHH) ve çeşitli sivil toplum kuruluşları üye ve yöneticileri de destek verdi. Sinop'tan ayrılıp da başka şehirlerde yaşayan Sinopluların da mitinge katılım sağlamaları dikkat çekti.

Miting için Diyojen Heykeli Alanı'nda bir araya gelen nükleer karşıtları "Nükleere Hayır" pankartı açıp, kortej oluşturarak yaklaşık 1.5-2 kilometrelik bir uzaklıkta bulunan mitingin yapılacağı, Uğur Mumcu Meydanı'na 2 saat süren bir yürüyüşün sonunda ulaştı.

Sinop Nükleer İstemiyor

Mitingde söz alan konuşmacıların tamamı Sinop'ta nükleer santral kurulmasına gerek olmadığını vurgulayarak, nükleer santralin Sinop'a ve çevreye vereceği zararları anlattılar.

CHP Grup Başkanvekili ve Sinop Milletvekili Engin Altay ve CHP Milletvekili Melda Onur ile yine CHP'li Sinop Belediye



ye Başkanı Baki Ergül'ün mitingde yaptığı konuşmalarda, CHP'nin siyasi parti olarak nükleer santrallara karşı olduğunu vurgulamaları dikkat çekti. Mitingde Sinop Belediye Başkanı Ergül'ün, Sinop'ta nükleer santral yapılması konusunu halk oylamasına sunma önerisi ise mitinge katılanlar tarafından coşku ve alkışlarla karşılandı.

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Genel Merkez Yazmanı ve NKP Türkiye Sekreteri Hüseyin Önder mitingde yaptığı konuşmada, nükleer santralların Türkiye için gereksiz olduğunun altını çizdi.

Mitinge katılan Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) ile EMO üyeleri NKP flamaları altında miting alanında yerlerini aldılar. Sinop Mitingi'nin gerçekleşmesine büyük katkı sağlayan EMO Samsun Şube üyeleri Samsun NKP kortejinde TMMOB flamalarını taşıdılar.

Coşkulu devam eden mitingde, yerel katılım oranını sordumuz Sinop Belediye Başkanı Ergül, mitingde katılanların yaklaşık yüzde 80'inin Sinop ve bağlı ilçeleri ile yakın illerden geldiklerini söyledi. Ergül ayrıca "havanın güzel olması dolayısıyla şehir parkında gezen ancak mitinge katılmayanların da oldukça fazla olduğunu" kaydetti.

Farklı Fikirler Birleşti

Mitingde dikkat çeken en önemli şeylerden biri de; mitingde katılanların çok çeşitli ve birbirinden ayrı görüşlerde olmasına karşın nükleer santrale karşı olma fikrinde birleşmiş olmaları ve hep bir arada "Nükleer Santrale Hayır" demeleriydi. Mitingde MHP de vardı, HDP de, ÖDP de EMEP de... Başka konularda bir araya gelemeyen sayıları yüzlere varan birçok sivil toplum kuruluşu "nükleere hayır" diyerek birleşmişlerdi. Miting alanında olmayan yalnızca AKP idi. Mitingde AKP yoktu, ama birçok duyarlı ve nükleer santral konusunda AKP politikalarını desteklemeyen, AKP taraftarları da muhtemelen bu mitingde yer almıştı.



AKP'nin Enerji Politikaları İflas Etti

Sinop'ta düzenlenen bu miting ile AKP'nin enerji politikalarının iflas ettiğini açıkça ortaya çıkmıştır. Neredeyse Sinop merkez nüfusunun yarısı kadar bir katılımın olduğu bu mitingde, "nükleere hayır" diye atılan cıgıllıkları AKP'nin duyacağını sanmıyoruz, ama AKP'ye oy veren kitleler üzerinde etkili olacağını umuyoruz.

NKP tarafından düzenlenen bu mitingin önemli yanı; kitlesel katılımın olması ve nükleer santrale ilişkin iktidar politikalarının böylesine yüksek katılımlı ve her kesimden insan tarafından protesto edilmesidir. Yaklaşık 40 yıldır yapılmakta olan nükleer santrallara karşı mücadele en azından Sinop'ta yaşayanlar arasında bir farkındalık yaratmış ve nükleer santrale karşı olan kitleler siyasal bağımlılıklarını da aşarak "nükleer santrallara hayır" demişlerdir. Bu miting, 40 yıllık anti nükleer mücadelenin kitleselleşmesi açısından önemli bir adım ve başarı olarak görülmelidir.

Nükleer Mücadelede EMO ve NKP'nin Payı

Nükleer karşıtı mücadele içerisinde EMO'nun payı büyüktür; bu konuda sabırlı ve sürekli bir mücadele vermiştir. Bu yadsınamaz bir gerçektir. Bunun yanında nükleer karşıtlığının kitleselleşmesinde NKP adı altında örgütlenen ve genellikle gevşek bir örgüt yapısına sahip olan oluşumların payı da önemli olmuştur. Özellikle mücadelenin yerellere yayılmasında yapılmış olan saha çalışmaları da kitlelerdeki anti nükleer bilincin yaygınlaşması da önemli etken olmuştur.

EMO'nun Türkiye'nin enerji politikaları içerisinde nükleer santralların gereksizliğini anlatmak için vermiş olduğu akademik ve bilimsel mücadelenin NKP'lerin vermiş olduğu aktivist mücadele ile bütünleşmesi sonucunda Sinop Anti Nükleer Mitingi gibi ses getiren etkinlikler oluşmuştur. EMO ve NKP'ler anti nükleer bilincin yaygınlaşmasında birbirlerini tamamlayan katmanlar oluşturarak, yıllar süren mücadele sonucunda kitlelerle buluşmayı başarmışlardır. EMO ve NKP'nin misyon uyuşması ve pratikte birlikte çalışma platformunu yaratmış olmaları bu sonuçların elde edilmesindeki etkenlerden en önemlisidir.



Nükleer Santral Dayatılıyor

Türkiye'de yaşayan yurttaşlara dayatılan ve çekmek zorunda bırakıldıkları bir sürü sorundan bir tanesidir nükleer santrallar. Yalnızca kar hırsı ile ve vahşi kapitalizm kurallarından taviz vermeden yapılan yatırımlar; yurttaş iş, aş, ekmek ve yaşam ikilemine sokmakta ve yurttaş da doğal olarak ileride kaybedeceğini bilse bile kendisine uzatılan iş ve aş alternatifini kabul etmektedir. Nükleer santrallar konusunda Sinop Mitingi en azından mitinge katılan yerel yurttaşlar açısından bu ikilemin kırılma olasılığı olduğunu göstermesi açısından önem taşımaktadır.

Nükleer Mücadele İçin Yapılması Gerekenler

Türkiye'nin içerisinde bulunduğu seçim sürecinde de bir miktar etkilenmiş olarak yükselen anti nükleer hareketin mevzi kaybetmemesi için eylemselliğin ve etkinliklerin devamı önemlidir ve bu bir şekilde sağlanmalıdır. Etkinlik için gerekli hazırlıklar, etkinlik maliyetleri ve benzeri zorlukları aşmak için gönüllülük esasına bağlı olarak hareket edilmesi için, yerel birimlerin daha çok harekete geçirilmesi gerekmektedir.

EMO-NKP işbirliği daha etkin kullanılarak;

- Panel, forum, konferans, üniversite öğrencilerine yönelik çalışmalar ve benzeri salon içi çalışmalar EMO tarafından davet beklenmeksizin, taleplerde bulunarak kesintisiz yürütülmelidir.
- Sokak etkinlikleri, kahvehane, kantin, yerel sosyal alanlar ve yerel STK'larda yerel ve bölgesel NKP'ler çalışmalarını artırarak sürdürmelidirler.
- EMO ismi altında halkın kolaylıkla anlayacağı ve günlük yaşamına dönük olarak nükleer santralların getireceği sorunları içeren yayınlar hazırlanarak yalnızca nükleer santral öngörülen bölgelerde değil yurdun her yanında dağıtılmalıdır.
- EMO isminin taşra şehirlerinde saygınlığı daha fazla görülmektedir. EMO sözüne güvenilir bir örgüt olarak bilinmekte ve yayınları bu gözle incelenmektedir. EMO'nun bu sözüne güvenilir olma niteliğini daha fazla duyulur hale getirmek, EMO'nun öncelikli görevleri arasında olmalıdır. Bunu sağlamak için daha kolay okunan ve anlaşılabilir yayınlar ile yurttaşlarla bağımlı korumak ve sıklaştırmak yönünde çalışmalar yapılmalıdır.
- NKP oluşumlarının önemi ve EMO ile nükleer santral konusundaki misyon uyuşması dikkate alınarak NKP örgütlenmeleri ve etkinlikleri desteklenmeli ancak bu süreç içerisinde NKP'lerin kendi iç iradelerine yalnızca bir bileşen olarak katılım sağlanmalıdır.
- Anti nükleer mücadelenin sürekliliği olan ancak yurttaşın en öncelikli sorunlarından biri değildir. Bu gerçekten hareketle NKP içerisinde yer alan diğer bileşenlerin anti nükleer mücadele dışında birçok görev ve uğraşı olduğu da unutulmadan bu bileşenlerin katkısının tedricen artırılması için uyumlu çalışmalar yapılmalıdır.

EMO'nun kitlelerle buluşacağı alanlar meslek konusu gereği fazla değildir. Anti nükleer mücadele bunlardan birisidir. Bu mücadele içerisinde yurttaşlarla daha fazla bir arada olmanın, düşündüklerinin ve meslek alanı konusunda halk yararına yaptığı çalışmaların daha fazla duyurularak, farkındalık yaratması ve kitleselleşmesinin araçlarından birisi olabileceği Sinop Mitingi'nde ortaya çıkan hususlardan biri olmuştur. ■

Ulaşımında Elektrikli-Raylı Taşıma Sistemlerini Geliştirmek, Toplum Yararına Sağlıklı Çözümler Üretmenin Önemli bir Adımıdır

ULAŞIM SİSTEMİNDE ÇAĞDAŞ ve AKILCI ÇÖZÜMLER...

Cengiz Göltaş
TMMOB Yüksek Onur Kurulu Üyesi

Giriş

İnsanlık tarihinde, uygarlığın gelişimi ve çağdaş bir yaşamın varoluş gerekçelerinden biri de hiç kuşkusuz önemli keşifler ve icat edilen araçlardır.

Dünyada insanlığın gelişiminde dönüm noktası olan bilimsel-teknolojik adımlara bakıldığında; ateşin bulunuşu ve tekerin icadından bu yana buharlı makinaların imalatı, elektriğin keşfi, telgrafın bulunması, telefonun kullanıma sunulması, ray ve lokomotifler ile taşımacılığın başlaması, uzay ve havacılığın gelişimi, faks ve teleksin haberleşmede kullanılır olması, bilgisayar teknolojisinin günlük yaşama girişi gibi toplumsal yaşamı baştan sona yeniden düzenleyen değişim örnekleri ile iç içe yaşadığımızı görürüz.

1800'lü yılların başında insanların ekonomik, sosyal ve kültürel yaşamlarına doğrudan etki eden, yarattığı hareket kabiliyeti ile bireyin ve toplumların özgürleşmesinde bir araç olma özelliği taşıyan trenlerin, ilk ortaya çıkışından bu yana değeri ve stratejik önemi hiç değişmemiş, hatta giderek artmıştır.

Yazılı kaynaklara göre; buhar gücünü ulaşımaya uygulama girişimleri ilk olarak 1769 yılında karayolu araçlarında başlamış, daha sonra ilk defa Richard Trevithick tarafından demiryolları üzerinde denenmiştir.

İlk demiryolları genellikle maden kömürü taşımak için yapılmıştır. 1830'da yapılmaya başlanan Liverpool-Manchester Hattı ise esas olarak pamuk taşımak için yapılmıştır. Bu hat aynı zamanda hem yük hem yolcu taşıyan ilk hattır. 1832 yılında St. Etienne ile Roanne arasındaki ilk düzenli demiryolu hattı da maden kömürü ve demir cevheri taşımak için yapılmıştır. Demiryolları daha sonra ise çok nüfuslu kent ve sanayi merkezlerini birbirine bağlamaya yönelik bir araç olmuştur.

Demiryolları, ulaşım sistemlerinde taşıma kolaylıkları ve taşıma hızındaki artış ile kendini belli eden yeni bir devir açmıştır. Yeryüzündeki ekonomik koşulları büyük çapta etkilemiş, zaman ve mesafe alanında insana çok önemli üstünlükler sağlamıştır.

Özetle, 1830 yılında ticari olarak işletilmeye başlayan demiryolları ile başlayan serüvende tren, buhardan aldığı güçle başlayan gelişimini bugün karayolu ve hava yolu ile rekabet eder düzeyde manyetizmanın hızıyla sürdürmektedir.

Ülkemizde Demiryollarının Gelişimi

Ülkemizde demiryollarının tarihsel sürecine ait milat, buharlı lokomotifin dünyada ilk defa kullanılmasından 33 yıl sonra 1856 yılında İzmir-Aydın Hattı'nın inşası ile başlamıştır. Bu öykü aynı zamanda Osmanlı'dan Cumhuriyet'in ilk yıllarına, oradan da günümüze Anadolu coğrafyasının ekonomik, sosyal ve siyasal gelişim öyküsünü de içinde barındırır.

1856-1923 Osmanlı Dönemi'nden; 4 bin 136 kilometrelik bir demiryolu Cumhuriyet'e miras kalmıştır. Cumhuriyet tarihi boyunca ülkemizin ulaşım alanında izlediği politikaları değerlendirdiğimizde; Cumhuriyet'in ilk yıllarından 1950'ye kadar olan dönemde 3 bin 764 km anahat inşası ile (yılda ortalama 134 km.) yaptığı büyük atılımın ardından 1951-2000 yılları arasında sadece 945 km anahat ilavesi ile (yılda ortalama 18 km.) derin bir duraklama dönemi yaşadığı görülecektir.

1950 yılından itibaren demiryolu taşımacılığının geri plana atılmasının temelinde yatan gerekçe devletin ulaşım politikasının değişmiş olmasıdır. 1948 yılında ABD tarafından hazırlanan ve "Hilts Raporu" adı verilen bir rapor, Türkiye'de ulaşım ağırlığının demiryolundan karayoluna kaydırılması gerektiğini ve bu doğrultuda karayolu yapımı için Yollar Genel Müdürlüğü'nün kurulmasını öngörmektedir. Ayrıca raporda Yollar Genel Müdürlüğü'nün Ulaştırma Bakanlığı'ndan bağımsız bir şekilde kurulması vurgulanmıştır. Ülkemizin ihtiyaçlarının ve imkanlarının aleyhine veriler içeren, Türkiye'yi ulaşımında bağımlılığa, pahalılığa ve düzensizliğe iten rapor o tarihlerde aynen yasalasmıştır.

Oysa dünya ölçeğinde birçok gelişmiş ülkede durum farklı bir seyir izlemiştir. 1970'li yılların ikinci yarısından itibaren petrol fiyatlarının artması ve çıkan kriz ile birlikte petrole dayalı ulaşım politikalarını uygulayan ülkeler, bu politikalarını gözden geçirmeye ve değişiklikler yapmaya başlamıştır. Özellikle petrol yoksulu ülkeler; petrolden bağımsız ulaşım planlamasına yönelirken, petrol zengini ülke ve lobiler ise petrol tüketimine dayalı ulaşım politikalarını teşvike devam etmişlerdir.



Demiryollarında ısrar, ulaşım alanında yaratılan kamusal yarar demektir.

Ülkemiz tam da bu dönemde; petrol tüketimine dayalı ve 1950'li yıllardan beri uyguladığı tek tercihli karayolu ulaşım politikalarını radikal bir şekilde diğer ulaşım sistemlerine ağırlık vererek dönüştürmesi gerekirken, yatırımlarını karayolu ulaşımına kaydırmaya devam etmiştir.

Diğer yandan Türkiye gibi petrol konusunda dışa bağımlı bir ülkenin karayolu taşımacılığına ağırlık vermesini anlamak mümkün değildir. Ulaşımda, yük ve yolcu taşımacılığında demiryolu payının artırılması ve karayolu ile rekabet edilebilmesi için doğru bir yatırım planlama çalışmaları yapılmamıştır.

Bu noktada uzun yıllar içerisinde ulaştırma sektörüne ilişkin bir planın olmaması en temel sorunlardan birisi olmuştur.

50 yıllık duraklama döneminin ardından 2000-2015 yılları arasında 1759 km anahat (yılda ortalama 175 km.) yapımı ile halen ülkemiz demiryollarının toplam hat uzunluğu, yüksek hızlı tren hatları ile birlikte 12 bin 466 km'ye ulaşmıştır. Söz konusu ana hatların yüzde 91'i tek hat, yüzde 9'u çift hatlıdır. Toplam hatların yüzde 26'sı elektrikli ve yüzde 33'ü sinyallidir.

Türkiye'de demiryolları ile ilgili yaşanan bu tarihsel süreçte hiç kuşku yok ki en önemli adımlar, 1923-1950 arası Kurtuluş Savaşı ve Cumhuriyet'in kuruluşu ile birlikte başlatılan demiryolu seferberliği dönemine aittir. Bu dönem, savaştan yeni çıkmış bir ülkenin yoksulluğa ve yetersiz teknolojiye rağmen ayakları üzerinde durmak, başka bir deyişle kalkınmak ve sanayileşmek adına yurdu demir ağlarla örme dönemi olarak tanımlanmıştır.

Yine bu dönemde bağımsızlıkçı bir anlayışla sürdürülen demiryolları politikaları ile çağdaş bir yaşamın, bütün sosyal yönleriyle geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Cumhuriyet'in kuruluş ve modernleşme projesinde ancak 1950'ye kadar sürdürülebilen demiryolu hamlesi, sadece bir ulaşım türünün tercihinden öte, yarattığı sanayi ve istihdam alanları ile toplumu nasıl değiştirdiğinin en özgün örneklerini yakın tarihimize kadar taşımış olmasıyla da son derece değerlidir.

Bugün uygulanan liberal politikalar ekseninde yaşamın tüm alanlarında hiçe sayılan planlama, koordinasyon, kamusal yarar ve kaynakların verimli kullanılması gibi kavramların ne anlama geldiğini, o günkü kuşakların tüm olanaksızlıklara rağmen yarattıkları başarı öykülerinde görmek mümkündür.

Yine bu tarihsel dönemde, demiryolunun fabrikalarından atölyesine, okulundan, sosyal tesislerine, hastanelerinden, spor kulüplerine, matbaasından dikim evine büyük bir kapsayıcılıkla, rayların ulaştığı her yere sevgi ve sahiplenme örgüsü taşıdığı, bir yanıla toplumsal değişimi ve iletişimi sağlayan da bu dayanışma duygusunun yarattığı kuşatıcılık olduğu görülecektir.

Demiryolu Kamu Yararı Demektir

Ülkemizin ulaşım altyapısındaki durumunu diğer ülkeler ile karşılaştırsak, Dünya Ekonomik Forumu verilerine göre Türkiye ulaştırma altyapısının yeterliliğine göre; karayolunda 46, havayolunda 44, demiryolunda ise 63. sırada yer aldığını görmekteyiz.

Bugün ulaştırma alanında herkesçe kabul edilen bir gerçek olarak karayolu merkezli yatırımlar ciddi dengesizliklere yol açmıştır. Günümüzde yük taşımacılığının yüzde 83'ünün karayolu, yüzde 4.8'inin demiryolu, yüzde 4.5'inin denizyolu, yüzde 0.46'sının havayolu ile; yolcu taşımacılığının ise yüzde 90'ının karayolu, yüzde 1.80'inin demiryolu, yüzde

0.30'unun denizyolu, yüzde 8'inin havayolu aracılığıyla yapıldığı gerçeği ile karşı karşıyayız.

Yukarıda yer alan istatistiklerden de görüleceği üzere karayolu taşımacılığına ağırlık verilmesinin yol açtığı yüksek maliyet ve yatırım maliyetlerindeki artış, verimsiz yol kullanımı ile arazi kayıpları, gürültü ve çevre kirliliği meydana getirmiş; ekonomik olmayan irrasyonel yatırım kararlarıyla uzun yıllar içinde ülkemizde dengesiz ve çarpık bir ulaşım sistemi geliştirilmiştir. Karayolu merkezli, uzun vadeli planlamaya dayanmayan yanlış politikalar trafik güvenliği açısından da ciddi sorunlar yaratmıştır. Öyle ki, araç sayısı bakımından AB ülkelerinde alt sırada yer alan Türkiye, araç başına düşen kaza sayısı bakımından zirvede bulunmaktadır.

Teknik olarak demiryollarının karayollarına göre yapım maliyetleri değerlendirildiğinde, platform genişliği 13.7 metre olan çift hatlı elektrikli bir demiryolu altyapısının, kapasite açısından 38 metre genişliğindeki 6 şeritli bir otobana eşdeğer olduğu belirtilmektedir.

Kapasite ve standartlar açısından aynı baza getirilen 1 km. kara ve demiryolu maliyetleri karşılaştırıldığında 6 şeritli bir otobanın maliyeti 8 milyon USD iken, çift hatlı, elektrikli, sinyalizasyonlu bir demiryolunun maliyeti 2 milyon 853 bin USD olarak tespit edilmiştir.

Demiryolunun faydalı ömrü 30 yıl olarak kabul edilirken, dünya standartlarında karayollarının faydalı ömrü 13 yıldır. Yol maliyetleri ve faydalı ömür yılı açısından da demiryolunun daha avantajlı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Ulaşım politikalarında karayollarına verilen ağırlık sonucu yaşanan trafik kazalarında, son 15 yıl içerisinde istatistiki bilgilere göre 100 binin üstünde insan yaşamını yitirmiştir. Kazalar sonucu karayolu araçlarının yarattığı ekonomik maliyetler dışında yaralanma ve ölümle sonuçlanan kazalardaki artış, gelişmiş ülkeler ile karşılaştırıldığında inanılmaz boyutlara ulaşmıştır.

Diğer bir konu da; dünya genelinde yılda tüketilen toplam enerjinin yüzde 19'unun ulaşımında kullanılması ve bu oranın 2030'da yüzde 50'ye yaklaşacağı öngörülmüştür. Hem enerji kaynaklarının kullanımı açısından, hem de sera gazı emisyonlarının kontrol altında tutulması açısından ulaşımın enerjinin verimli kullanıldığı yöntemlere geçiş zorunlu hale gelmiştir.

Enerji tasarrufu açısından değerlendirildiğinde durum çok daha çarpıcı hale gelmektedir. Demiryolu ulaşımı enerji verimliliği açısından diğer ulaşım türlerine göre çok daha avantajlıdır. Uluslararası Enerji Ajansı'na göre yük taşımacılığında enerji yoğunluğunun dünya ortalaması, karayolu ulaşımı için 3.5 MegaJoule/ton-km iken, demiryolu ulaşımı için bu değer 0.25 MegaJoule/ton-km'dir. Bu durum, demiryolu ulaşımının sera gazı emisyonuna katkısının da karayoluna göre çok düşük olduğunu göstermektedir.



Kentleşmede Ulaşım Planlamasının Önemi

Ulaşım alanında demiryolu gerçeğinin tartışılmasında bir diğer önemli konuda kentlerimizin gelişimi ve geleceğinde ulaşım altyapısının nasıl çözüleceği ile ilgilidir.

Özellikle büyük kentlerin en önemli sorunları arasında ulaşım, ilk sırayı almaktadır. Ülkemizdeki ulaşım sorununun kaynağında, ulaşımın kent planlaması ile birlikte ele alınmamış olması yatmaktadır. Ulaşım; mutlak suretle kentlerin planlaması yapılırken dikkate alınması gereken bir mühendislik ve şehir planlama konusudur.

Yeni bir yerleşke kurulma aşamasında ulaşım ihtiyacını en uygun koşullarda ve en ekonomik bir şekilde çözüme kavuşturma olanaklarına sahip olunabilir. Ancak, mevcut yerleşkeleri sıfırdan yeniden kurmak mümkün olamayacağı için çarpık olarak kentleşmiş bir yaşam alanında yeniden ulaşım çözümlemesine gidilmesi önemli bir zorunluluktur. Çarpık kentlerde ulaşım çözümlemesine giderken dikkat edilmesi, gözden kaçırılmaması gereken ikinci bir konu ise kenti gelecekte nasıl şekillendireceğimiz konusundaki kararımızdır. Bu kapsamda; kentin önmizdeki süreçte gelişimine karar verdikten sonra oluşacak ulaşım ihtiyacını hesaplayıp, uygun ulaşım altyapısını şimdiden planlamak gerekmektedir.

Konunun bir başka yanı ise, ulaşım ile ilgili çalışmaların kent içindeki ulaşım ile sınırlı kalmayıp kentler arasındaki ulaşım konusunu da kapsamı gerektiğidir. Kentler arasındaki ulaşım için de gerekli planlamayı yaparak, plana uygun şekilde ulaşım altyapısının oluşturulması gerekmektedir.

Bu nedenlerle ulaşım konusu sadece merkezi idareler ya da yerel yönetimlerle sınırlı bir konu değildir. Toplumun her kesimi (üniversiteler, meslek odaları, sanayiciler sendikalar), ulaşım konusuna kafa yorup, görüş ve önerilerini yerel ve merkezi sorumlular ile paylaşmalıdır. Ulaşım projeleri

toplumsal duyarlılığı ve katılımcılığı içermediği takdirde beklenen faydanın sağlanamadığı görülmüştür.

Bugün esas tartışılması gereken şey; “Mevcut yerleşkelerin gerek kent içi, gerekse kentler arası ulaşımı planlanırken esas alınacak kriterler nelerdir?” sorusuna yanıt bulmaktır. Bu nedenle ulaşım çözümlerini yaparken mutlak suretle sağlıklı sayısal verilere dayanma mecburiyeti bulunmaktadır.

Bütün bu değerlendirmeler ışığında ulaşımaya yönelik en temel sorun ise, tüm bu tartışmaların doğru bir zeminde yürütülmesi ile ülkemiz için mutlaka sağlıklı verilere dayanan bir “Ulaşım Ana Planı” hazırlanmasıdır. Dünyada geri kalmış birçok ülkenin bile Ulaşım Ana Planı varken ülkemizin gerçek anlamda Ulaşım Ana Planı’nın olmadığı görülmektedir.

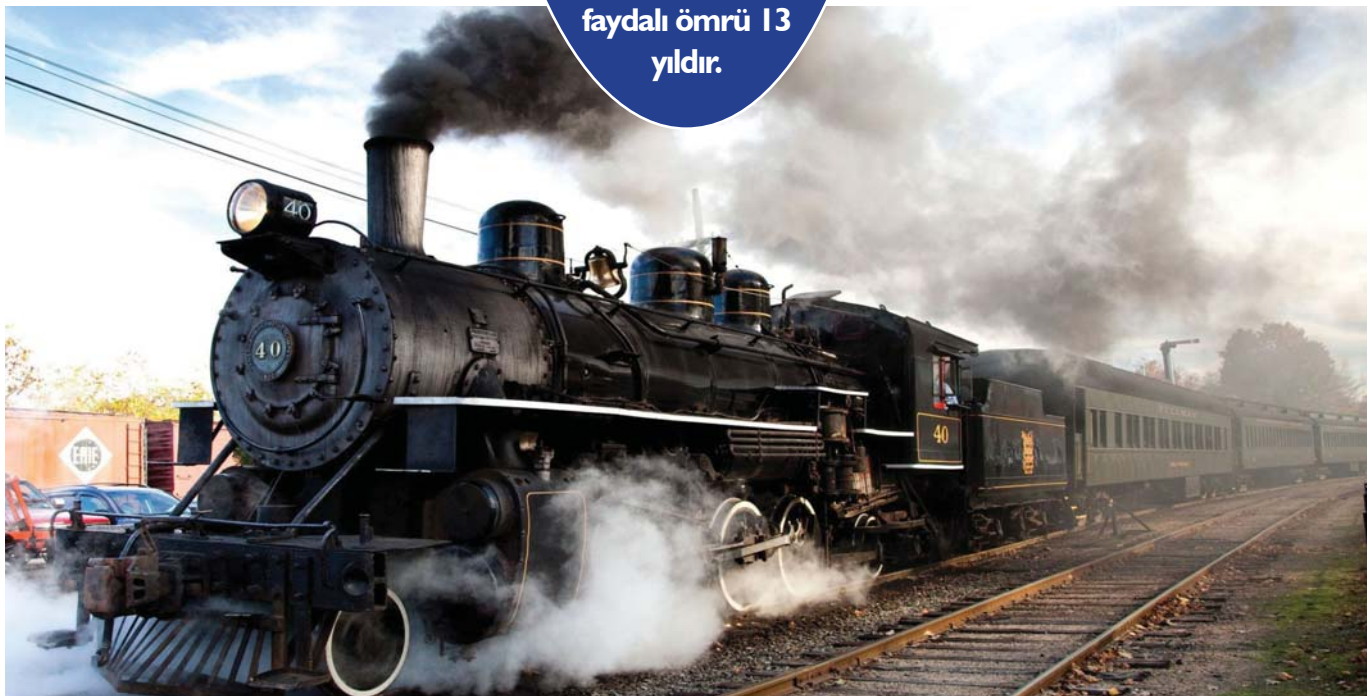
Sonuç olarak, enerji, ulaşım, haberleşme gibi büyük ölçekli ve yanlış tercihler kullanıldığında geriye dönüşü ciddi maliyetler içeren yatırımların kamusal bir hizmet anlayışı ile merkezi ve bütünsel bir bakış açısıyla yönetilmesi esas alınmalıdır.

Yük ve yolcu taşımacılığında piyasa, kar, zarar veya ticaret, müşteri, pazar gibi ulusal ya da uluslararası tekellerin sömürü mekanizmalarının değirmenine su taşıyacak liberal anlayışlar yerine, ulaşımın bir insan hakkı ve kamu hizmeti olması gerektiği anlayışından hareketle, ülkenin nüfus yoğunluğu, sanayileşme, kentleşme, turizm, çevre, tarımsal ve sosyal, kültürel gelişmelerini de içeren ve bu gelişmelerle ilişkilendirilen bir yerden yönetilmesi, toplumsal refah ve hizmetlerden adil olarak yararlanılmasını da sağlayacaktır.

Demiryollarına bağlı bir vagon atölyesinin duvarında yıllar önce bir işçi tarafından boya ile yazılmış bir cümle, aslında tüm bu anlatılanların tümünü içeren en kısa not olarak yazının sonuç bölümü sayılabilir.

“Dönen Teker Zaferi Müjdelers...” ■

Kapasite ve standartlar açısından aynı baza getirilen 1 km. kara ve demiryolu maliyetleri karşılaştırıldığında 6 şeritli bir otobanın maliyeti 8 milyon USD iken, çift hatlı, elektrikli, sinyalizasyonlu bir demiryolunun maliyeti 2 milyon 853 bin USD olarak tespit edilmiştir. Demiryolunun faydalı ömrü 30 yıl olarak kabul edilirken, dünya standartlarında karayollarının faydalı ömrü 13 yıldır.



YÜKSEK GERİLİM GÜÇ KESİCİLERİNDE ANAHTARLAMA MANEVRALARI

Özgür Yılmaz
Siemens San. ve Tic. A.Ş.
Enerji Yönetimi İletim Çözümleri
Tasarım Mühendisliği Yöneticisi

Yüksek Gerilim Güç Kesicileri, Hava İzoleli (AIS: Air Insulated Switchgear) ve Gaz İzoleli (GIS: Gas Insulated Switchgear) merkezlerde kullanılan en önemli ekipmanlardan birisidir. Normal işletme koşullarında ve geçici rejimlerde açma ve kapama işlemlerinin güvenli bir biçimde yapılabilmesi, birçok açma-kapama işleminin sonunda bile nominal ve kısa devre akımlarında ark söndürme işleminin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi açısından kesicilerin gerekli özelliklere haiz olması önem arz etmektedir.

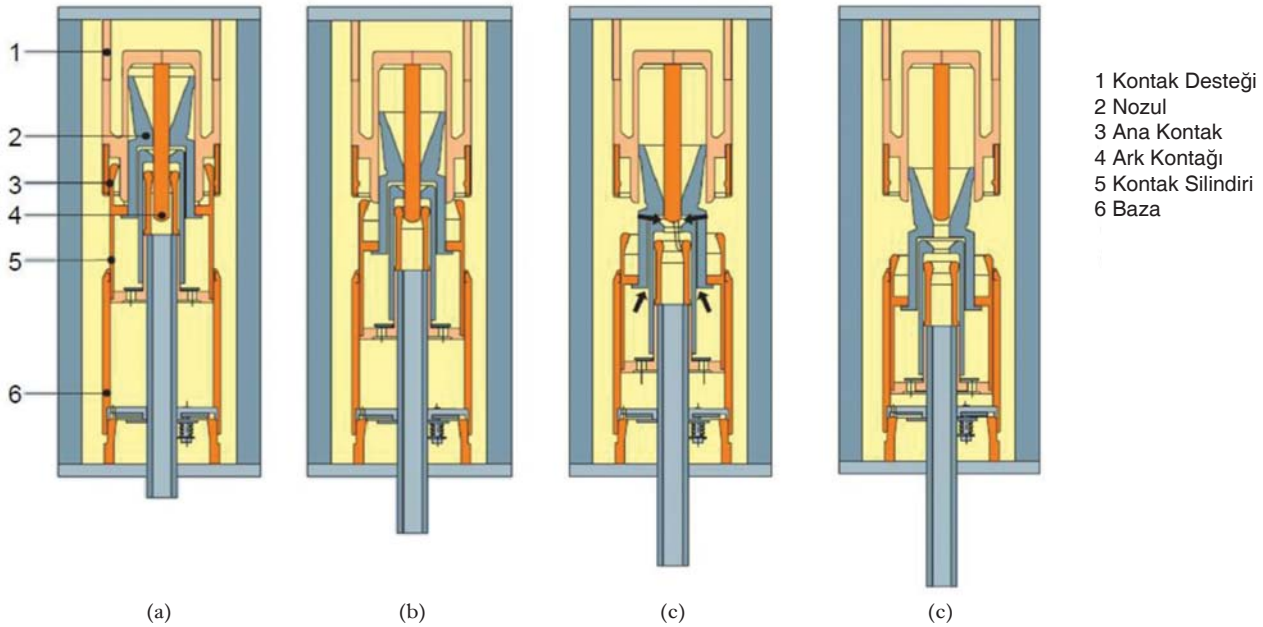
AIS merkezlerde kullanılan kesiciler müstakil birimler olmakla beraber GIS merkezlerde kullanılanlar modüler bir yapının parçalarıdır. Şekil 2’de AIS ve GIS kesicilere ait birer örnek gösterilmektedir. İster AIS ister GIS olsun bütün kesiciler en az aşağıdaki bileşenlerden meydana gelmelidirler:

- Kesme Ünitesi
- Çalışma Mekanizması
- Mühürleme Sistemi
- İşletme Çubuğu
- Kontrol Elemanları

Kesicilerde bir veya iki adet kesme ünitesi bulunabilir. Günümüzde kullanılan kesme ünitesi teknolojilerinden bir tanesi kendinden sıkışmalı ark söndürme prensibidir. Şekil 1’de bu prensibe ait çalışma prensibi açıklanmaktadır.

Kesme ünitesindeki ark söndürme işlemi için çalışma mekanizmasında herhangi ilave bir güce gerek yoktur. Bu enerji tamamen arkın kendi ısısından elde edilmektedir. Şekil 3’de çalışma mekanizmasına ait prensip şema gösterilmektedir.

Kesici açık ve yaylar boşta iken mekanizmaya DC kontrol gerilimi uygulandığında yay kurma motoru otomatik olarak devreye girer ve kapama yayını kurar. Kesiciye kapama komutu verildiğinde kapama yayında biriken enerji ile kesici kapatılırken açma yayı da kurulur. Hemen sonra yay kurma motoru tekrar otomatik olarak devreye girer ve boşalan kapama yayını tekrar kurar. Artık kesici kapalı ve her iki yay da kuruludur. Bu noktadan sonra tekrar yay kurmaya gerek olmadan kesiciye iki kez açma bir kez de kapama komutu verilebilir.



Şekil 1: (a) Kesici kapalı konumdadır. (b) Kesici açmaya başlamış ve ana kontaklar ayrılmıştır. Bu durumda akım ark kontağı üzerinden akmaya başlamıştır. (c) Ark kontağı da ayrılmış ve arada bir ark oluşmaya başlamıştır. Oluşan bu ark nedeni ile üst hacimdeki SF₆ gazı ısınır ve artan basınç nedeni ile kontak silindiri aşağı yönde hareket eder. Bunun sonucunda alt hacimdeki gaz sıkışır ve vana ve nozul üzerinden yüksek bir basınç ile ark bölgesine püskürtülerek arkın söndürülmesi sağlanır. (d) Kesici açık konumdadır.

Yüksek gerilim güç kesicileri iki tip yükün anahtarlanması için kullanılırlar. Bunlar endüktif yükler ve kapasitif yüklerdir. Endüktif yüklerle örnek olarak transformatörler ve reaktörler verilirken kapasitif yüklerle de örnek olarak kapasitör banklar, iletim hatları, kablolar ve filtreler verilebilir. Bu yüklerle ilişkin kesici açma ve kapama manevraları sırasında kesici üzerinde bir takım elektrodinamik

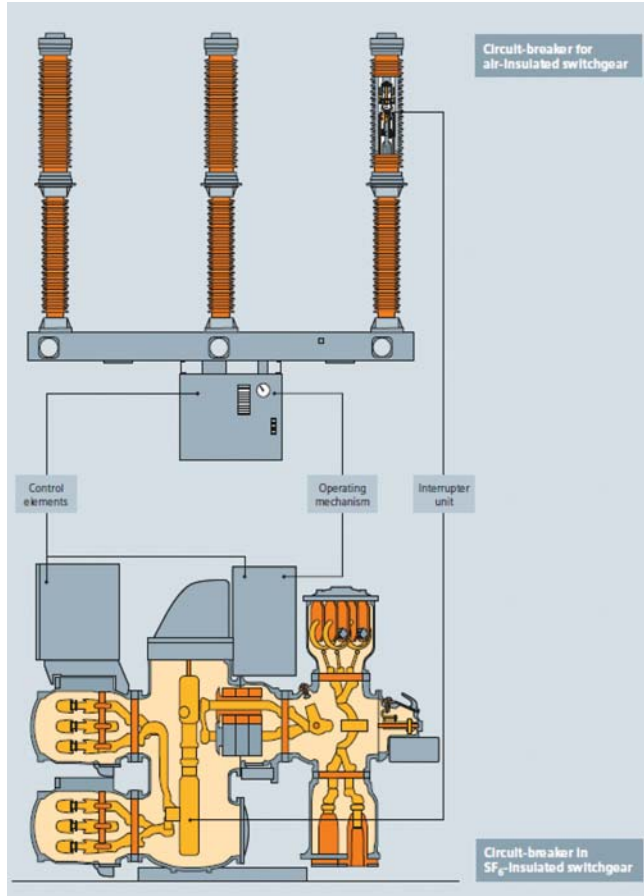
ve dielektrik gerilmeler oluşabilir. Bu gerilmelerin en aza indirgenmesi ve ideal durumda tamamen ortadan kaldırılabilmesi amacı ile kesici manevraları kontrollü olarak gerçekleştirilmelidir. Bu amaçla Point-on-Wave Switching Device (PSD) adı verilen cihazlar kullanılmaktadır. Kontrol merkezinden kesiciye gönderilen komutlar PSD üzerinden geçirilerek kesicilerin en uygun noktada anahtarlama yapması sağlanır. Bu en uygun noktanın belirlenmesi anahtarlanacak yükün tipine bağlıdır. Şekil 4'te en önemli iki anahtarlama manevrasına ilişkin optimum noktalar gösterilmektedir.

Düşük dirençli ve deşarj edilmiş bir kondansatör enerjilenirken oluşacak aşırı gerilimlerin ve yol alma (inrush) akımlarının sınırlanması amacı ile kesici kapama işlemi PSD tarafından gerilim dalga formunun sıfır noktasına yakın noktasında gerçekleştirilir (2 no'lu nokta). Endüktif bir yükün enerjilenmesinde de yine ilk anda oluşacak aşırı akım ve gerilimlerin sınırlanması amacı ile bu sefer gerilim dalga formunun tepe noktasına yakın bir noktada yani akımın sıfır civarında olacağı konumda anahtarlama işlemi gerçekleştirilir.

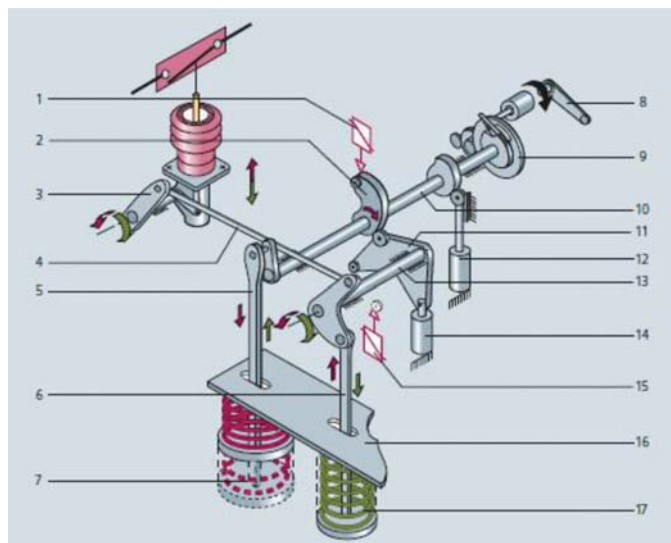
Kapama anına ilişkin akım/gerilim dalga formları ile süreler arasındaki ilişki Şekil 5'te verilmektedir.

Şekil 5'te görüldüğü üzere kumanda odasından kapama komutu isteği PSD'ye iletdikten sonra PSD gerilim dalga formunun sıfırdan geçtiği ilk andan itibaren bir gecikme süresi başlatır. Bu sürenin sonucunda kapama komutu PSD tarafından kesiciye iletilir ve kesici kapama süresinden ön ark süresi öncesinde elektriksel kapama işlemi gerçekleştirilmiş olur ki tam bu noktada gerilim dalga formu tepe değerinde akım ise sıfır noktasındadır.

Açma anına ilişkin akım/gerilim dalga formları ile süreler arasındaki ilişki de Şekil 6'da verilmektedir.



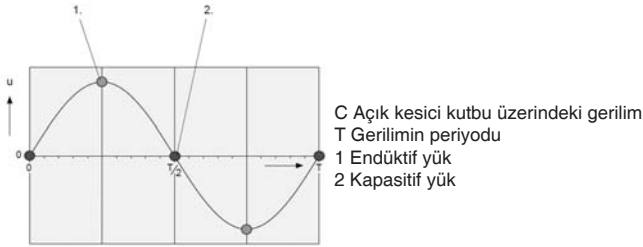
Şekil 2: Yüksek Gerilim Güç Kesicileri. AIS (üst), GIS (alt)



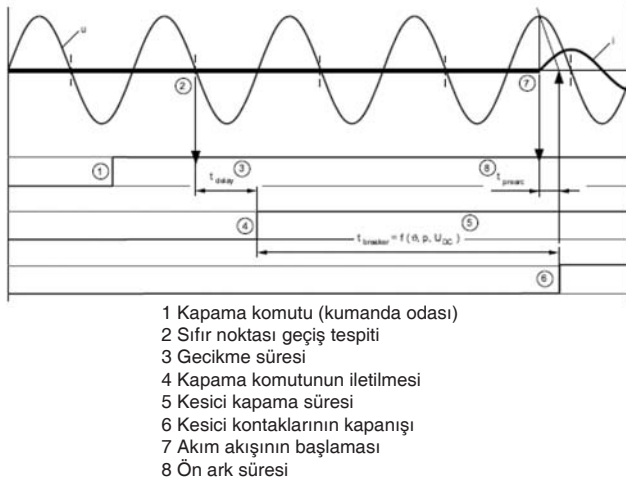
Şekil 3: Çalışma Mekanizması

- 1 Kapama bobini
- 2 Plaka
- 3 Köşe aparatı
- 4 Bağlantı çubuğu
- 5 Kapama yayı için bağlantı çubuğu
- 6 Açma yayı için bağlantı çubuğu
- 7 Kapama yayı
- 8 Mamel döndürme kolu
- 9 Kurma aparatı
- 10 Kurma şaftı
- 11 Döndürme manivelası
- 12 Kapama için durdurucu
- 13 Çalıştırma şaftı
- 14 Açma için durdurucu
- 15 Açma bobini
- 16 Mekanizma mahfazası
- 17 Açma yayı

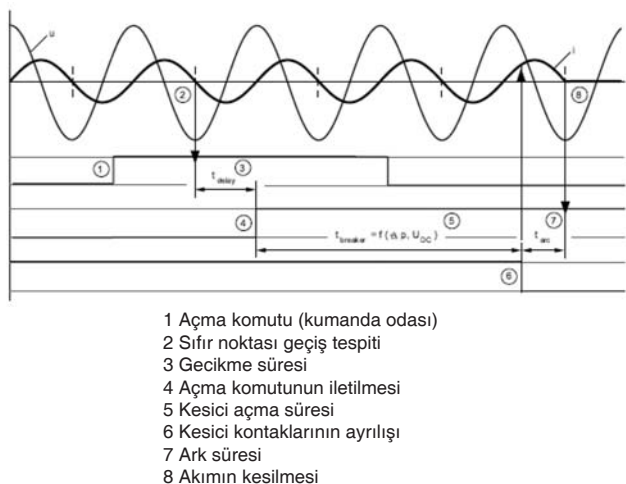
Şekil 6'da görüldüğü üzere kumanda odasından açma komutu isteği PSD'ye iletildikten sonra PSD akım dalga formunun sıfırdan geçtiği ilk andan itibaren bir gecikme süresi başlatır. Bu sürenin sonucunda açma komutu PSD tarafından kesiciye iletilir ve kesici açma süresinden ark süresi kadar sonra elektriksel açma işlemi gerçekleştirilmiş olur ki tam bu noktada gerilim dalga formu tepe değerinde akım ise sıfır noktasındadır.



Şekil 4: Optimum Anahtarlama Noktaları (Doğrudan Topraklı Şebeke)



Şekil 5: Kontrollü Kapama Süreci



Şekil 6: Kontrollü Açma Süreci

Yukarıda açıklanan tdelay gecikme süreleri PSD algoritması sonucu hesaplanan sürelerdir. Bununla beraber tbreaker süreleri ise kesiciye ait mekanik açma ve kapama süreleri olup ortam sıcaklığı, varsa yağ basıncı ve DC kumanda gerilimi değerleri ile değişkenlik gösterir. Bu değerler sensörler vasıtası ile PSD'ye iletilerek PSD'nin açma/kapama sürelerini sürekli olarak güncel tutması sağlanır. Ark süreleri ise devreye alma aşamasında dalga formu kayıtlarını analiz ederek PSD'ye girilir.

PSD cihazları ile kesicilere kontrollü olarak açma/kapama manevraları yaptırabilmek için kesici kutuplarının bağımsız mekanizmalara sahip olması gerekir. Faz farkı dolayısı ile her kutbun ayrı ayrı açıp kapatabilmesi açısından bu durum önem arz etmektedir.

PSD cihazlarının her iki uçtan enerjili sistemlerde kullanılması söz konusu değildir. Bu tip sistemlerde kesiciler senkronizasyon kontrol röleleri üzerinden kontrollü bir biçimde kapatılmalı ve PSD cihazları by-pass edilmelidir.

Bir arıza durumunda koruma röleleri tarafından gönderilen açma komutlarının doğrudan kesici açma bobinine iletilmesi, PSD üzerinden geçirilmemesi gerekir. Ancak modern PSD cihazlarında senkronizasyon kontrolü gerektirmeyen tekrar kapama fonksiyonu da bu cihazlar vasıtası ile kontrollü olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Enerji santrallerinin hemen çıkışında tesis edilen yükseltici transformator merkezlerindeki yüksek gerilim güç kesicilerinde açma kapama manevraları gerçekleştirilmeden önce dikkate alınması gereken bazı noktalar söz konusudur. Kısa devre akımı AC ve DC olmak üzere iki ayrı bileşenden oluştuğu için asimetrik bir yapıya sahiptir. Bunlardan DC bileşen zaman içerisinde azalarak sıfır noktasına yaklaşmaktadır ancak santrale yakın arızalarda DC bileşenin tamamen sıfırlanması 200 ms'den önce gerçekleşmeyecektir. Kısa devrenin oluştuğu andaki gerilimin ani değeri bu DC bileşen için belirleyici bir rol oynamaktadır. Örneğin kısa devre, gerilimin sıfır noktasından geçtiği sırada meydana gelirse, ki bu en kötü durum olup düşük olasılıklıdır, bu durumda DC bileşen maksimum değerde oluşacaktır. Ark süreleri uzayacağından ve sıfır geçiş noktası gecikeceğinden yüksek gerilim güç kesicilerinde bu DC bileşenin kesilmesi sorun teşkil edebilir. Sistemlerde bu tip arıza senaryolarının önüne geçmek mümkün olmayacağından yüksek gerilim güç kesicilerinin bu tip arıza senaryolarında güvenli bir şekilde açma yapabileceği daha önceden hesaplanmış olmalıdır. Hesap sonucuna göre ark sürelerinin 38-40 ms civarında sınırlı kalması halinde modern kesiciler güvenli bir şekilde manevralarını gerçekleştirebilmektedirler. Bir diğer alternatif de generatör kesicileri (GCB) ile yüksek gerilim güç kesicileri arasında bir açma/kapama sıralaması öngörmek olabilir. Örneğin kesicinin GCB'den sonra açması ve ondan önce kapanması sağlanabilir ancak bu durum kaynak sürekliliği açısından bir dezavantaj yaratabileceğinden her zaman tercih edilmesi mümkün olmayacaktır. ■



FUKUŞİMA'DAN ÇIKARTILACAK 10 DERS

Hazırlayan: Fukuşİma Kitapçı-
ğı Yayın Komitesi
Yayımlayan: EMO
Yayın No: GY/2015/593
ISBN: 978-605-01-0672-5
Baskı: 1. Baskı, Ankara- Nisan
2015

Japonya'da yaşanan nükleer santral kazasının ardından "Fukuşİma Kitapçık Yayın Komitesi'nin (Fukuşİma Booklet Publication Committee)

yurttaşları bilgilendirmek adına yayımlanan, "10 Lessons From Fukushima" (Fukuşİma'dan Çıkarılacak 10 Ders) başlıklı kitapçık, Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) tarafından Türkçeye çevrildi. Kitapçığa hem basılı hem de e-kitap şeklinde ücretsiz olarak EMO'dan ve EMO'nun web sitesi üzerinden erişebilirsiniz.

11 Mart 2011'de yaşanan Büyük Doğu Japonya Depremi sonrasında oluşan tsunami ile Tokyo Elektrik Enerjisi Şirketi (TEPCO) tarafından işletilen Fukuşİma Daiichi (Numara Bir) Nükleer Santralı'nda meydana gelen nükleer santral felaketinin tüm yönleriyle anlatıldığı kitapçık, yurttaşlara nükleer santraller ve nükleer kazalarla nasıl baş edilebileceği konusunda yol haritası olma özelliğini taşıyor. Kitapçık 66 sayfadan oluşuyor.

EMO Yönetim Kurulu Başkanı Hüseyin Yeşil kitabın sunuş bölümünde; EMO'nun elektrik enerjisi üretimi konusunda halkın yararını gözeterek araştırmalar yapmayı, böylece toplum bilincinin yüksek seviyede tutulmasını amaçladığını vurguluyor. Yeşil'in sunuşu, ülkemizde enerji kaynak planlaması ve nükleer enerjinin gündeme getirilişini sorgulayıcı içeriğiyle de dikkat çekiyor. Nükleer endüstride gizliliğin egemen olduğunu ve denetim kapalı bir yapı bulunduğuna işaret eden Yeşil, "Nükleer santrallerin yapımına toplumlar değil devletler karar vermektedir. Kapitalist üretim biçimindeki dönüşüm stratejileri sanayileşmenin temel girdisi olan enerji tercihlerini de etkilemektedir" diyor.

Gelişmekte Olan Ülkelere Uyarı

Fukuşİma Kitapçığı Yayın Komitesi Başkanı Masaaki Ohashi ise kitapçığın, 11 Mart 2011'de Fukuşİma Daiichi (Numara Bir) Nükleer Santralı'nda meydana gelen büyük çaplı nükleer felaketin yol açtığı hasarın yükünü sırtlanmayı sürdüren Japonlardan, dünyadaki tüm insanlara bir mesaj niteliği taşıdığını kaydediyor.

Kitapçığın hedef kitlelerini, özellikle nükleer tesis inşaatlarının planlandığı ya da işletildiği ülkelerde yaşayanlar olarak ortaya koyan Ohashi, kitapçığın bu bölgelerde yaşayanlar, sivil toplum kuruluşları ve belediye yöneticileri tarafından dağıtılmasını umduklarını kaydediyor. Fukuşİma'da Çernobil ve Three Mile Adası deneyimlerinden de yeterince yararlanılamadığına dikkat çeken Ohashi, kitapçığı "Ne yapmalıyız?" sorusuna cevap olması umuduyla hazırladıklarını vurguluyor.

Kitapçığın ilk bölümünde, "Nükleer Enerji Nedir, Radyoaktivite Nedir?" konuları ele alınıyor. Japonya Ulusal Dieti Fukuşİma Nükleer Kazası Bağımsız Araştırma Komisyonu (NAIIC) Eski Üyesi Hisako Sakiyama tarafından hazırlanan bu bölümde; okuyucuya, elektrik üretim teknikleri, nükleer üretimi ve atom bombalarına ilişkin temel bilgiler veriliyor. Ayrıca radyasyon ve sağlığa zararları konusunda temel bilgiler de yer alıyor.

Propagandaya Kanmayın

Kitabın ikinci bölümü "Fukuşİma'da Olanlar ve Öğrenilen 10 Ders" başlığı altında toplanmış. Bu bölümde; "Nükleer Enerji Güvenlidir Propagandasına Kanmayın" ana başlığı kapsamında alt başlıklar halinde konu ayrıntılı olarak ve fotoğraflarla desteklenerek okuyucunun değerlendirmesine sunuluyor. 10 dersten ilki de "Güvenli Mitine Kanmayın" uyarısıyla yer buluyor. Nükleer santrallerin inşaatlarının "yerel ekonominin faydasına" ve "kaza olma ihtimali yok" gibi söylemlerle teşvik edildiği anlatılarak, "Güvenlik mitinin ticaretini yapanlar, kaza olunca, küstahça bunun 'öngörülemez' olduğunu savunarak, sorumluluktan kaçınıyorlar" deniliyor. Bölge halkına bağımsız uzmanlarla işbirliği yaparak, hükümet ve şirketlerin planlarını araştırmaları tavsiye edilirken, şirketler ile belediyelerin arasında yolsuzlukları önlemek için yerel bilgilere de erişilmesi konusunda uyarı da bulunuluyor.

"Öncelikle Bölgeyi Tahliye Etmeli"

Kitapçıkta, ikinci ders "Acil Durumda, Temel Öneri Kaçmaktır" başlığı altında ele alınıyor. Bu başlık altında nükleer santralde acil bir durum meydana geldiğinde, tahliye emirleri olup olmamasına bakmaksızın ilk anda kaçılması gerektiği vurgulanıyor. Kirliliğin 30 kilometrelik yarıçapında bir alanın ötesine bile yayılabileceği uyarısı yapılıyor.

"Bilgiye Erişim ve Kayıtları Bırakmak Hayatidir" başlığı altında sunulan üçüncü derste ise, şirketlerin ve hükümetlerin sağlıklı bilgi verme olasılığı gündeme getiriliyor. Bölge sakinlerine kaza öncesinde acil durumlarda bilgiye nasıl ulaşacaklarını öğrenmeleri tavsiye edilirken, tahliye sırasında kullanacakları maske gibi malzemeleri de temin etmeleri öneriliyor.

"Sağlık Taraması Talep Edilmeli"

Dördüncü ders; "Felaketten Etkilenenlerin Kapsamlı Bir Sağlık Taramasına ve Bilgi İfşasına Hakkı Vardır" başlığı ile okuyucuya sunuluyor. Çernobil'in tersine Fukuşİma'da kapsamlı bir sağlık taraması yapılamadığına dikkat çekilen kitapçıkta, bağımsız kuruluşlarca kapsamlı sağlık taraması yapılması konusunda bölge halkının ısrarcı olması isteniyor.

Beşinci ders; "Besin Güvenliğini Sağlamak ve Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık Endüstrilerini Korumak için, Vatandaşlar Ölçümlere Katılmalıdır. Bilgi İfşası Yine Hayatidir" başlığını taşıyor. Bu bölümde çiftçilere ve tüketicilere yönelik tavsiyeler yer alıyor. Altıncı derste ise "Tamamıyla Arınma Mümkün Değildir" başlığı ile radyasyondan temizlenmek için yapılması gerekenler anlatılıyor. Ancak bütünüyle arınmanın sağlanamadığının da altı çiziliyor.

Taşeron Sistemi Tehdit Yaratıyor

Yedinci ders "Nükleer Santral Çalışanlarına Düzgün Sağlık Yönetimi Sağlanmalıdır" başlığı altında veriliyor. Bu bölümde santralde hem normal üretim döneminde hem de kaza sonrası dönemde çok katmanlı taşeronluk sisteminin uygulandığı belirtilerek, güvencesiz çalıştırılan, günlük ücret ödenen işçilerin sağlık sigortalarının bile olmadığı anlatılıyor. Geçici işçilere hayatları boyunca ücretsiz tıbbi yardım sağlanması isteniyor.

"Yaşam Tarzı ve Toplumlara Yeniden Kurulmasının Önemi Görmezden Gelinemez" başlığı altında sekizinci derse yer verilirken, dokuzuncu ders ise "Kazadan Etkilenenlerin Hakları ve İyileşmesi için Kanunlar, Onların Katılımı ile Yapılmalıdır" başlığı altında okuyucuya sunuluyor.

Son ders için ise "Tazminat Giderleri Vergi Ödeyenlerin Üzerine Yüklenir" başlığı kullanılmış. Kaza sonrası oluşan maliyetlerin de yurttaşlara yüklendiği anlatılan bu bölümde, nükleer enerjinin maliyeti hesaplanırken, kazadan kaynaklı hasarların da dahil edilmesi gerektiği vurgulanıyor.

Kitapçığın üçüncü bölümünde ise "Uluslararası Kanun ve Felaket Risk Azaltma Çerçevesi" başlığı altında ilgili uluslararası mevzuata ilişkin okuyucuya temel bilgiler aktarılıyor.

TÜRKİYE'NİN TAM METİN BİLİMSEL VERİTABANI PLATFORMU: arastirmax

Oylum Yıldır



Arastirmax, kullanıcılarının gereksinim duydukları bilgiye; sınıflandırılmış olarak, elektronik ortamda, ücretsiz şekilde erişmelerini sağlamak amacıyla kurulmuş, Türkiye'nin ilk tam metin Bilimsel Yayın İndekslerinden biridir. İstanbul Üniversitesi'nde çalışan bir grup öğretim üyesi ve öğrencinin gönüllü çalışmalarıyla oluşturulmuş ve ticari bir amaç gütmemektedir. Arastirmax, kullanıcılarına, bilgiye erişim ve yeni bilgi yaratım süreçlerinde etkin bir biçimde yararlanabilecekleri, istenilen ölçüt üzerinden gelişmiş arama, sınıflama, içerik indirme ve yazdırma gibi seçenekler sunmaktadır. Bireysel araştırmaları

için; bilim insanları, araştırmacılar, yazarlar, akademisyenler, öğretmenler, çalışanlar, devlet adamları, vatandaşlar, öğrencilerin yanı sıra kurumsal çerçevede de bilgi uzmanları veya bilgi-belge yöneticileri olarak çalışan kütüphaneciler, arşivciler, enformasyon ve dokümantasyon uzmanları da Arastirmax'den faydalanmaktadır.

Harvard Üniversitesi Kütüphane Müdürü Robert Darnton'ın "Hepimiz aynı ikilemi yaşıyoruz. Fakülte olarak araştırma yapıyoruz, makaleler yazıyoruz. Ama bunların sonuçlarının yer aldığı yayınları parayla alıyoruz. Bu çok saçma bir sistem" sözleri Arastirmax'ın kuruluş amacını oluşturan bakış açısını yansıtmaktadır. Kamunun kendi ürettiği bilimsel yayınlara erişebilmek için içerik sağlayıcılara, çeşitli sözleşmeler karşılığında ödenen ücretler, bilgi üretenlere ödenenlerin de üzerinde. Bilgi üreticilerinin çıktılarında çok az katkısı olan birimlerin, bu çıktılardan en fazla payı aldığı görülmektedir. Bir bilimsel yayının ortaya çıkması için kamunun katlandığı maliyetin oldukça yüksek olduğunun bilinciyle, üretilen bu bilgilerin elektronik ortamda eksiksiz ve ücretsiz olarak kullanıcılara ulaştırmak Arastirmax'ın misyonunu oluşturuyor. Türkiye'nin ulusal ve uluslararası düzeyde Türkçe yazılmış lider bilimsel bilgi içerik sağlayıcısı ve indeksli olmaksızın Arastirmax'ın vizyonu olarak tanımlanmış.

İndekslenme Süreci

Arastirmax dergilere çoklu indekslenme imkânı da sunmakta, bir hakemli dergi birden fazla indekse girebilmektedir. Aday dergi yöneticilerinin indekslenme taleplerinin alınmasının ardından Arastirmax Değerleme Kurulu, dergileri çeşitli kriterlere göre değerlendirmektedir. İndekslenmeye uygun bulunan yayınların arastirmax.com sitesinde indekslenip yayınlanabilmesi için gerekli izinlerin alınmasının ardından dijital yayınların sisteme yüklenip erişime açılması Arastirmax ekibince gerçekleştirilmektedir. İndekslenen dergilerin yayınlanma periyotlarının takip edilmesi ve güncellenmesiyle beraber yayın politikası, yayın dönemleri, sıklığı, yer aldıkları diğer indeksler, web sitesi, iletişim bilgisi gibi güncel bilgilerinin elektronik ortamda yer alması sağlanmaktadır. Arastirmax bu dergilerin bilinirliğinin artırılmasında da yardımcı olmaktadır.

Arastirmax, farklı veri kaynaklarıyla iletişime geçebilen geliştirilebilir modüllere ve esnek programlama imkânlarına sahip olan açık kaynak kodlu bir içerik yönetim sistemi kullanmaktadır. Bu sistem ile arama motoru optimizasyonu gelişkin biçimde sağlanabilmekte, dergilere esnek, fonksiyonel arayüz tasarlama imkanları, sosyal paylaşım siteleri ile entegrasyon ve farklı platformlarda çalışabilme imkanları da sunabilmektedir. Arastirmax hakkında daha ayrıntılı bilgi edinmek için arastirmax.com adresini ziyaret edebilirsiniz.

Odamızın çıkardığı EMO Bilimsel Dergi de Arastirmax tarafından taranarak indeks sistemine dahil edilmektedir.



3. atex

PATLAYICI ORTAMLARDA
GÜVENLİK SEMPOZYUMU

01-02-03

EKİM

KOCAELİ

www.atex.org.tr



DÜZENLEYEN



TMMOB
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
KOCAELİ ŞUBESİ

ÖMERAĞA MH. NACİ GİRGİNSOY SK. NO:15/4 İZMİT - KOCAELİ
TELEFON: 0 262 325 41 22 FAKS: 0 262 324 54 56
E-POSTA: atex@emo.org.tr

1954



SEMPOZYUM YERİ

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ PROF. DR. BAKİ KOMSULOĞLU
KÜLTÜR VE KONGRE MERKEZİ



DESTEKLEYEN KURULUŞLAR



TMMOB
Çevre Mühendisleri
Odası

TMMOB
Jeoloji Mühendisleri
Odası

TMMOB
Kimya Mühendisleri
Odası

TMMOB
Maden Mühendisleri
Odası

Türkiye
Kimya Sanayicileri
Derneği

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI 44. DÖNEM KURULLARI

EMO YÖNETİM KURULU		EMO ONUR KURULU	EMO DENETLEME KURULU	TMMOB YÖNETİM KURULU ÜYESİ NERİMAN USTA
BAŞKAN	HÜSEYİN YEŞİL	AHMET LEVENT EGÜZ	GİYASİ GÜNGÖR	
BAŞKAN YRD.	BAHADIR ACAR	AHMET TURAN AYDEMİR	YUSUF GÜNDOĞAN	
YAZMAN	HÜSEYİN ÖNDER	TUNCAY ÖZKUL	SERDAR ÇİFTCAN	TMMOB YÜKSEK ONUR KURULU ÜYESİ CENGİZ GÖLTAŞ
SAYMAN	İRFAN ŞENLİK	İSA GÜNGÖR	HÜSAMETTİN PALA	
ÜYE	İBRAHİM AKSÖZ	MUSTAFA ASIM RASAN	MUSA TAŞ	
ÜYE	ERDAL APAÇIK		ETHEM ATALAY TERCAN	
ÜYE	ABDULLAH BÜYÜKŞIKLAR		HAMİT YILMAZ KARA	

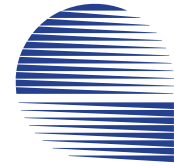
ADANA		DİYARBAKIR		KOCAELİ	
Başkan	MEHMET MAK	Başkan	AHMET SORMAZ	Başkan	MEHMET FIDAN
Başkan Yrd.	İLHAN YILDIRIM	Başkan Yrd.	MEHMET ORAK	Başkan Yrd.	ÖZGÜR YAKIŞAN
Yazman	BARIŞ CEM ÖZDOĞAN	Yazman	EVİNDAR AYDIN	Yazman	SERKAN TOPAL
Sayman	İBRAHİM EFDAL ÇİÇEKDEMİR	Sayman	MEHMET TANRIKULU	Sayman	SERHAT BOZTAŞ
Uye	BİLAL TANBUROĞLU	Uye	MEHMET KOCAKAYA	Uye	NURİ AYKUT HALAMOĞLU
Uye	DERYA OLPAK KADEŞ	Uye	RUHŞEN KARDAŞ	Uye	MUSTAFA AYDIN
Uye	SAYIM ERGÜL	Uye	NEVAL ZÜMRÜT	Uye	ERALP TEKELİ
Şube Dent.	MEVLÜT BULGUR	Şube Dent.	YUSUF KEMAL IŞIK	Şube Dent.	KAZIM POLAT
Şube Dent.	NİHAT GÜL	Şube Dent.	REMZİ SUCU	Şube Dent.	DEVİRİM SARI
Şube Dent.	ALİ ERASLAN	Şube Dent.	METİN AKTAŞ	Şube Dent.	SERKAN LEVENTOĞLU

ANKARA		ESKİŞEHİR		MERSİN	
Başkan	EBRU AKGÜN YALÇIN	Başkan	HAKAN TUNA	Başkan	SEYFETTİN ATAR
Başkan Yrd.	ŞAKİR AYDOĞAN	Başkan Yrd.	ALKAN ULUKOCA	Başkan Yrd.	ALKAN ALKAYA
Yazman	ÖZENÇ AKDAĞ	Yazman	ZELİHA AZİRET	Yazman	HASİP SELÇUK
Sayman	HÜSEYİN MERT KÜLAHÇI	Sayman	ENDER KELLEÇİ	Sayman	İSMAİL ALKAYA
Uye	TUFAN TEZİŞ	Uye	BENNUR NADAR	Uye	UMUT TEMİZKAN
Uye	ALAATTİN ALİ YOLCU	Uye	HÜSEYİN GÜRAY GÜRLEK	Uye	HANİFİ YAYICI
Uye	BAHADIR ACAR	Uye	ERHAN GOCUKLU	Uye	AHMET SERT
Şube Dent.	MUSTAFA KEMAL SARI	Şube Dent.	İRFAN SATIR	Şube Dent.	SAFFET ÖZDEMİR
Şube Dent.	SEBATİ GÖKEN	Şube Dent.	MAHMUT UĞUR KOLCA	Şube Dent.	ERDAL ÇAPAR
Şube Dent.	MEHMET POLAT	Şube Dent.	ERDİNÇ YÜZDE	Şube Dent.	VEYSEL BAYSAL

ANTALYA		GAZİANTEP		SAMSUN	
Başkan	İLHAN METİN	Başkan	İSLİM ARIKAN	Başkan	MEHMET ÖZDAĞ
Başkan Yrd.	İBRAHİM KÜCÜ	Başkan Yrd.	MURAT İNAN	Başkan Yrd.	İLKER CEYLAN
Yazman	MURAT SÖNMEZ	Yazman	HALİL İRFAN TUZCU	Yazman	MURAT KARDAŞ
Sayman	ŞABAN TAT	Sayman	ŞİH MEHMET TÜRKMEN	Sayman	ADNAN KORKMAZ
Uye	SUAT KAŞ	Uye	HALİL UĞUR	Uye	HASAN KABLAN
Uye	TÜLAY KOÇ	Uye	CENGİZ KORKMAZ	Uye	AYNUR DOĞDAŞ AGİT
Uye	HALİL ALAÇAM	Uye	İBRAHİM ÖZTAN	Uye	TAMER BİLAL
Şube Dent.	ERTUĞRUL GAZİ ÜNAL	Şube Dent.	MEHMET ALGIN	Şube Dent.	TARIK TARHAN
Şube Dent.	BAYRAM ÇİFCİ	Şube Dent.	FATİH POLAT	Şube Dent.	ERCAN İŞCİ
Şube Dent.	KADİR BAŞÇİÇEK	Şube Dent.	HAKAN ŞAHİN	Şube Dent.	GÜL GÜNEŞ HÜLYA YALIN

BURSA		İSTANBUL		TRABZON	
Başkan	REMZİ ÇINAR	Başkan	BEYZA METİN	Başkan	HASAN KARAL
Başkan Yrd.	TUNÇ ALADAĞLI	Başkan Yrd.	HÜSEYİN ERGUN DOĞRU	Başkan Yrd.	HALİL İBRAHİM OKUMUŞ
Yazman	MÜNİR BÜYÜKYAZICI	Yazman	MUSTAFA BULUT	Yazman	EMRULLAH İSKENDER
Sayman	SABİHA CESUR	Sayman	FAİK KEMAL ÖZOĞUZ	Sayman	HÜSEYİN KARASOY
Uye	AYTAÇ SEVİM	Uye	HASAN ECE	Uye	ADEM YARDIM
Uye	ONUR DALLILAR	Uye	NİHAL TÜRÜT	Uye	EMRE AKYÜZ
Uye	EDA YENİGÜL	Uye	MEHMET BOZKIRLIOĞLU	Uye	TUNCAY DEĞERMENCİ
Şube Dent.	BAHA ERİM	Şube Dent.	İSMAİL ÖZTÜRK	Şube Dent.	VOLKAN ÇOLAK
Şube Dent.	HALİL İBRAHİM BAKAR	Şube Dent.	SEYİT GAZİ BAL	Şube Dent.	MUSTAFA ŞİNASİ AYAS
Şube Dent.	SAİT SAKA	Şube Dent.	MEHMET ÇAĞDAŞ	Şube Dent.	YAHYA DANAYİYEN

DENİZLİ		İZMİR	
Başkan	ABDULLAH ŞAVKLI	Başkan	MAHİR ULUTAŞ
Başkan Yrd.	EYLEM ÖLMEZOĞLU POYRAZ	Başkan Yrd.	ALPASLAN GÜZELİŞ
Yazman	BÜLENT PALA	Yazman	MURAT KOCAMAN
Sayman	TURAY VOLKAN AYANOĞLU	Sayman	AHMET BECERİK
Uye	TEMEL ÖZENMİŞ	Uye	HASAN ŞAHİN
Uye	CEYHUN YENİŞEHİRLİ	Uye	ÖZGÜR TAMER
Uye	ADNAN ÜNAY	Uye	SEMRA YAMIŞ
Şube Dent.	ARİF DÖNMEZ	Şube Dent.	CEVAT ŞAHİN
Şube Dent.	FATİH MARDİNOĞLU	Şube Dent.	ALİ FUAT ÖZBAY
Şube Dent.	OZAN ERYAVUZ	Şube Dent.	BÜLENT DAMAR



1954

ELEKTRİK
MÜHENDİSLİĞİ

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI 44. DÖNEM KURULLARI

ADANA ŞUBE

ADRES: Reşatbey Mah. Cumhuriyet Cd. No: 35/C
Asmakat Asmakat Seyhan-Adana
TELEFON: +90 322 4533336
FAKS: +90 322 4582450
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 Yenışehir-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:L/L Eskişehir
TELEFON: +90 222 2319447
FAKS: +90 222 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
E-POSTA: gaziantep@emo.org.tr

İSTANBUL ŞUBE

ADRES: Dikilitaş Mah. Eren Sk. No: 30 Yıldız
Teknik Üniversitesi Karşısı Dikilitaş 34349
Beşiktaş-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

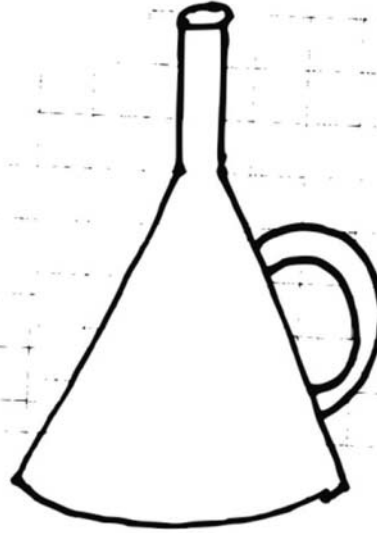
Temsilciler	Şubesi	Temsilci	Temsilci Yardımcısı	Adres	Telefon	Faks
Adıyaman	Gaziantep	Mustafa Murat Ertürk	Deriy Demir, Vahap Yıldırım, Mustafa Özlük, Rıza Durmuş	Yaruz Sultan Selim Mah. Mehmet Akif Cad. No:7	416 2131603	416 2140975
Ağrı	Ankara	Çetin İnce	Cihan Şahin	Dumlupınar Mah. 2. Cad. No:29/3 Tokman Apt	272 2140555	272 2142730
Akhisar	Diyarbakır	Mahmut Özhan	Çağlar Kılıç, Ferhat Özkan, Çapar, Hamit Sonmez	Cumhuriyet Cad. Ağrı Ticaret Merkezi K:3 No:22		
Aksaray	İzmir	Sedat Özcan	Cem Hantekin	Paşa Mh. 28. Sokak No:12/B	236 4137368	
Akşehir	Ankara	Mehmet İnan Baykan	Ramazan Koçak, Hüseyin Çiçekci	3. Nolu Belediye İşhanı Sarıadılar Cad. K:2	332 8133637	
Alanya	Ankara	Cihan Demiral	Taner Somuncu, Mustafa Aykıl Başoğlu	Cevdet Köksal Cad. No:7	332 8133159	332 8133637
Alaşehir	Anılaya	Umut Mirioğlu	Ali Aras	Kadıpaşa Mah. Suğözü. Cd. Yılmaz Apt. No:87/1	242 5119377	242 5119377
Alaşehir	İzmir	Akif Çınar	Hüseyin Cahit Kılıncı	Hanlar Cd. No:74	236 6534689	236 6543030
Alağa	İzmir	Murat Kuzumoglu	Ferhat Lek	Kazımırık Mah. 283.Sk. No:12/A	232 6167635	232 6162490
Amasya	Samsun	Mein Ahsen Durusoy	Altay Öz	Ziyapaşa Cad. Özbek İşmerkezi No:178-4	358 2122067	
Amasur	Mersin	Uluk Katık	Ahmet Onur Kırımlaz, İbrahim Çağdaş Arıcı	Saray Mah. Bankalar Cd. Şelika Hrm İşh. No:19	324 8142746	324 8143457
Artvin	Trabzon	Ahmet Faruk Açıkgöz	Fatih Yağar,	Orman Bölge Müdürlüğü Makine İkmal Şubesi Çarşı Mah İnönü Cad No:71	466 2126661	466 2126619
Aydın	İzmir	Haluk Demirel	Halil Yorgancı, Orhan Arslan, Salih Eğerci, Ergün Ebran	Kurtuluş Mah. 2015 Sok. No:15/A	256 2124762	
Ayvalık	Bursa	Mesut Nail Alan	Erol Kınık	Sural Pasajı No:48	266 3124658	266 3121251
Bakırköy	İstanbul	Rasim Doğan	Yüksel Mengünoğlu, Bekir Karakulak, Murat Özcan	İncilli Cad. No:6 Akbulut İş Merkezi Kat:4 Daire:114	212 5612101	212 5438434
Balıkesir	Bursa	Mehmet Nazmi Kacar	Ahmet Sabih Çanlay, Selçuk Savaş, Mehmet Faik Şenergin, Yahya Tosun	Dumlupınar Mh. Yazıcı-Sınak Sk. Emir İşhanı K:4 No:11	266 2442297	266 2390450
Bandırma	Bursa	Murat Yazıcı	Nergis Güney, Mulu Ongancar, Melike Dönmez, Tayfun Tutar	Paşakent Mahç Şehit Şener Köksal Cad. Pervin Silesi No:6/A-31	266 7136251	266 7136251
Bartın	Kocaeli	Mahmut Demirok	Necmettin Samancıoğlu, Mustafa Dinger, Cahit Bilal	Kiripepe Mah. Cumhuriyet Cad. Ağaç Bey İş Merkezi 1 Kat No:12	378 2278075	378 2278095
Batman	Diyarbakır	İbrahim Yıldız	Seyithan Kaya, Çidem Carsaç, Bilal Altunç, Fırat Altun	Meydan Mah. 2000 İş Merkezi K:4 No:410	488 2133230	
Bayburt	Trabzon	Ozan Özkan	Fatih Korkusuz, İsmail Keleşli	Türk Telekom Bayburt İl Müdürlüğü	458 5553000	458 5551015
Bergama	İzmir	Nadir Gerçin	Ali Bayram	Yeni Belediye İşhanı Zemin Kat No:12	232 6320481	232 6332878
Biga	Bursa	Serkan Yılmaz	Selin Nehir	Hamdiyeh Mh. İnönü Cd. No:60 Biga/Çanakkale	286 3165028	286 3167950
Bilecik	Eskişehir	Buğra Levent	Hüseyin Yılmaz, Yakup Yüce	İsmet Paşa Mah. Atatürk Bulvarı Dinkur Apt. No:31/6		
Bitlis	Diyarbakır	Yahya Hasanoğlu	Melin Alagoz, Murat Kavurgacı	TEİAŞ Tatvan Bakım ve İşleme Fatih Mah. Yeni Samayl Yarı	228 2127570	228 2127570
Bodrum	Denizli	İsmail Sever	Hikmet Arslanpaçacı, Tahir Sanlı, Mehmet Ali Timurhan, Temel Özenniş	Temel Yapı İş Mız. Toplu Konut Alanı K:2 No:1	252 3171501	252 3171501
Bolu	Kocaeli	İsmail Doğanlar	Erman Esentepe, Murat Armutçu	Tabaklar Mah. Ferit Talay Cad. Turisa Apt.61/1	374 2123435	374 2123435
Burdur	Anılaya	Mehmet Çiğn	Meletem Güler	Burç Mh. 2. Tuna Sok. Sıla Apt. No:6/B	248 2331116	248 2331116
Çanakkale	Bursa	Erkan Güçyetmez	Gökrem Arslan, Yücel Yaşar, Ali Rıza Sağcan, Mehmet Koşkeroglu	Barbaros Mahallesi Troya Caddesi Yaşam Evleri D Blok No:2	286 2123399	286 2132485
Çankırı	Ankara	İsmail Uluış	Doğan Turgut, Seyit Ahmet Bak, İsmail Bul, Adnan Haluk Erkan	Bugday Pazarı Mah. İş Kur İş Hanı No:7/69	376 2132485	376 2132485
Çerkezköy	İstanbul	Muhammed Okur	Samet Şentürk, Tacetin İktiz, Turan Çankal	Meydan Plaza İş Merkezi G.O.P Mahallesi K:3 No: 307	282 7267017	282 7267017
Çorlu	İstanbul	Aydın Taştan	Doğan Turgut, Seyit Ahmet Bak, İsmail Bul, Adnan Haluk Erkan	Eski Hükümet Cad. Kurtgöz İşhanı No:2/28	282 6531666	
Çorum	Samsun	Eyüp Taştan	Yakup Erkan, Nuran Arslan	Gezi Cd. Mahmut Akaydın İş Merkezi No:17 K:7/23	364 2240406	364 2240406
Didim	İzmir	Eşref Akkoç	Erol Topuz, Hakan Çelik	Bülent Ecevit Cad. Kıray Paşı, No:16	256 8112836	256 8112836
Düzce	Kocaeli	Okan Eren Kuru	İsmail Arda, Özgür Mercanlı	Kültür Mh. İstanbul Cd. Spor Sk. İbrahimoglu İş Merkezi N.1.29 Kat:2	380 5247404	380 5247404
Edirne	İstanbul	Tanik Elker	İşık Çoban	Mithatpaşa Mh. İnönü Cad. Erdi Apt. K:1 No:1	284 2136915	284 2122680
Elazığ	Bursa	Veysel Çağlar	Mehmet Emir	İzelpaşa Mh. Şehit Binbaşı Sabri Sk. No:1/2	266 3739589	266 3737806
Elbistan	Diyarbakır	Selçuk Albayrak	Turgut Taşolar, Hüseyin Bayır	Güneşli Mah. Mevlana Cad. Kale İş Merkezi No:1/11 K:2	424 2386557	424 2380272
Ereğli	Gaziantep	Abdurrahman Şakalar	İsmail Yalçın	Ordu Cad. Selimoğlu İşhanı No: 222	334 4132244	
Erzincan	Ankara	Ali Turhan	Murat Demir, Banu Horoz	Rasim Erel Cad. Kılıçhan İşhanı Kat:2 No:25	332 7134454	332 7134454
Erzurum	Ankara	Onur Alencar	Sermet Mustafa Ünel, Şener Aley	446 2142212	446 2142212	446 2142212
Fethiye	Ankara	Doğan Yıldırım	Onur Alencar	Sarıyosuna Cad. Alayurt İş Merkezi Kat:4 No:27	442 2136300	442 2136300
Finike	Denizli	Veil Öner	Sermet Mustafa Ünel, Şener Aley	Tuzla Mah. 557. Sokak Emelîm Yapı Koop. No:9 D:3	252 6123040	252 6123040
Gebeze	Kocaeli	Devrim Sarı	Ramazan Oktay	Cumhuriyet Cad. Sarıbey İşhanı K: 1/2	242 8555434	
Gemlik	Bursa	Aziz Cem Erbakan	Bülent Ayvaz, Aydın Karaman, Yılmaz Eyidoğan, Sezer Kalkaya	TMMOB Binası Adıyale Cad. No: 25 0262 6444825	262 6448265	262 6448265
Giresun	Trabzon	Tacetin Özkılıç	Fatih Ulaş, Mustafa Özlük, İsmail Hakkı Carus,	İstiklal Cad. İrmak Sk Batum İşh. K.1 No:8 Gemlik/Bursa	224 5133177	224 5133177
Gölcük	Kocaeli	Hayri Saral	Beşirullah Özbayram, Mustafa Yakanışık	Hacımıklat Mah. Cemal Gürsel Cad. No:77/B	454 2168870	454 2160488
Gümüşhane	Trabzon	Hakan Bilgiç	Recep Vasil Sivş, Güracan Deniz	Merkez Mh. 19 Mayıs Cd. N:2/D Gölcük	262 4123865	262 4133215
Hakkari	Adana	Adem Çatal	Özgen Canan, Hamdullah Temel, Evren Taş	Karar Mah. Atatürk Cad. No:60 K:2	456 2131678	456 2131678
Hatay	Adana	Ali Doran	Hacımıklat Mah. Cemal Gürsel Cad. No:77/B	Armutlu Mah. Ufuk Sokak No:28	438 5551000	438 5551000
Iğdır	Trabzon	İbrahim Aktaş	Mehmet Nasir Angay,	Söğütlu Mah. Rıza Yalçın Cad. Mevlana Sok. No:8	476 2261853	
İsparta	Anılaya	Güner Merdan	Melihat İnci Alay, Yaruz Büyükbayram	Telekom İl Müdürlüğü Tekre Kavşağı	246 2183352	246 2183352
İnegöl	Bursa	Mein Balaban	Ozan Can, Cahit Yaran	Yayla Mah. 130. Cad. No :10 Güracan Apt. Kat 1	224 7123659	224 7123651
İskenderun	Adana	Ahmet Bülent Bozdoğan	Kenan Sarpmaz, Cemil Reyhanlıye, İltir Teilloğlu	Osmaniye Mh. Şebboy Cd. Örkide Sokak No: 3	326 6136382	
Kadıköy	İstanbul	Recep Cem Erkanlı	Hüseyin Orman, Mahmut Serhat Demirhan, Saadet Nurullah Güleç, Nermin Verdi Kartal	Çay Mah. Tayfur Sökmen Bulvarı İskenderun Plaza No:19 K:1 D:41	216 3899595	216 3896464
Kahramanmaraş	Gaziantep	Bahattin Uylukçu	Bunyamin Sağlam, Mustafa Şekelli, Kalender Korkmaz, Ahmet Serdar Yılmaz	Koçyatığı Mah. Çardak Sok. Şaşmaz Silesi B1 Blok No:2 Daire 10	344 2259609	344 2219955
Karabük	Kocaeli	Mehmet Erol	Ahmet Burumcek, Sadık Kelenci	İsmetpaşa Mah.Yeni Hükümet Cad. No:18 Fatih İşhanı K:3/11	370 4131055	370 4247764

Karadenizreğli	Kocaeli	Mehmet Ali Karanfil	İbrahim Etem Özdemir, Hüseyin Nati Zobu	Muttu Mh. Harkı Cöbek Sk. N:26/3	372 3230838	372 3235600
Karaman	Mersin	Bunyamin Selvi	Ümit Şimşek	Tahsin Ünal Mah. Faik Kayserioğlu Cd. Çakırlar İşh. K. 3	338 2149494	338 2133000
Kars	Trabzon	Nizamettin Kara	Demirel Öncül, Yusuf Tuma, Göksele Ubiç,	Aras EDAŞ Kars İl Müdürlüğü	474 2251119	474 2251102
Karlı	İstanbul	Ali İyikan	Harun Baş, Kenan Alasoy, Tuncay Özkoç, Nizamettin Demirci	Üsküdar Cad. Uras İş Merkezi No:18/4	216 3745493	216 3877033
Kastamonu	Ankara	Melvin Uzunkara	Erdoğan Durna, İsmail Hakkı Özcebeci	Topçuoğlu Mah. Belediye Cad. Ekmekçiler İş Merkezi K:1 No:16/5	366 2147030	366 2143562
Kayseri	Ankara	Mehmet Erdoğan	Ahmet Kemaleddin Gülcüoğlu, Kamil Yılmaz, Servap Sitti	Serçözü Mah. Ahmet Paşa Cad. Mühendisler İşhanı K:7 No:702	352 2318181	352 2318294
Kemalpasa	İzmir	Mükremin Zulkadirioğlu	Levent Özcan			
Keşan	İstanbul	Ömer Bağcıoğlu	Şahin Gökhan Kara, Mustafa Kemal Tezcan, Can Meriç	Şehitlik Cad. Şehitler Geçidi Beyazoğlu Apt. No:10 K:3	284 7149832	284 7148595
Kırıkkale	Ankara	Niyazi Çopur	Cevat Elendi Doğan, Örtan Kalkan	Yenidoğan Mah. Barbaros Hayrettin Cad. Özak Pasajı No:8 K:3	318 2254046	318 2253777
Kırklareli	İstanbul	Ömer Ulusoy	Hüseyin Ören, Hasan Karacan, Nilgün Elçi, Aytekin Özturhan	Karakas Mah. Yeni Gürpınar Pasajı K:2 No:48	288 2142701	288 2122701
Kırşehir	Ankara	Mustafa Akgöl	Garzi Uyanık, Banş Ördü	Ahi Evran Mahallesi M Ali Yapıcı Bulvarı Kırşehir Apt. Kat:5 N:23	386 2125858	386 2125858
Kilis	Gaziantep	Mehmet Aşkın	Halil İbrahim Yeşildal		505 2947891	
Konya	Ankara	Ali Kemal Başaran	Sait Şahin, Nurettin Çetinkaya, Hacı Mehmet Azizioğlu	Nispetiye Mah. Nuve İş Mktz. B Blok. K:7 No:704	332 2338453	332 2388799
Kuşadası	İzmir	Ergun Sakarya	Burak Nalbantoğlu, İbrahim Kovancı	Cumhuriyet Mah. Minare Sokak No:22 Kat:1 D:2	533 6005543	256 6126490
Kütahya	Eskişehir	Yaşar Varmaz	Sadettin Ayman	Atatürk Bulvarı Ali Kalfa Çarşısı 2 Blok K:3/1	274 2160042	274 2160042
Lüleburgaz	İstanbul	Gökhan Sendar Özcanlar	Mustafa An, Yılmaz Horoz	Yeni Mah. Fatih Cad. No:35 K:2	288 4128043	288 4128043
Maliya	Diyarbakır	Kemal Şenlik	Necmi Kenar, Fikret İller	Sabirbey Mh. Demirciler Cd. No:2 Kat:2	224 6134679	
Manavgat	Anlatiya	Halice Biçe Aksoğan	Mehmet Zeki Heidekoğlu, Mehmet Bölüköğlu, Didem Ağdağ, Murat Köseoğlu	Niyazi Mahallesi Mısırlı Cad. Topçuoğlu Apt. No:201/1 No:11	422 3259320	422 3248823
Manisa	İzmir	Demirhan Gözaçan	Abdullah Aydın	Atatürk Caddesi Eryıldız İş Merkezi K:3 No:44	242 7430006	242 7430006
Marlın	Diyarbakır	Neslihan Çiçek	Mehmet Zafar Önceyüz, Melih Cem Kara, Erdoğan Koldaş, Doruk Yavaş	1. Anadolular Mh. 1701 Sk. No:9/A	236 2345809	236 2391860
Marmaris	Denizli	Fahri Erdiç Ünal	Serhat Ceylan, Murat Taş, Ramazan Dağ	Karayolları Arkası Kültür İş Merkezi K:4 No:15	482 2124165	482 2132158
Milas	Denizli	Emrullah Tuna	Muhammed Yılmaz, Ozan Eryavuz	Yunus Nadi Cad. No:86 Armutalan	252 4135999	252 4135999
Muğla	Denizli	Muhsin Tank Madran	İsmail Orkun Yılmaz, Filiz Danış, Engin Karayolu, Mehmet Kürşad	İsmet Paşa Mah. Zafar Cad. Doğa Sok. No:3/1	252 5130532	252 5130532
Nazilli	İzmir	Mustafa Gürhan Şenbak	Ali Babaçoğlu, Özlem Bahadır, Yüksel Duruer	Şeyh Mahallesi İsmet İnönü Caddesi Zihni Derin İşhanı No: 6/101	252 2148069	
Neveşehir	Ankara	Tamer Kaçak	Ali Babaçoğlu, Özlem Bahadır, Yüksel Duruer	Alınış Mahallesi 147. Sokak No:5/B	256 3154438	256 3154438
Niğde	Mersin	İşık Öztürk	Cihan Ekebaş, Sibel Songur	Yeni Kayseri Cd. Sahil İşhanı K:5 No:66	384 2127670	384 2136996
Ordu	Samsun	Volkan Türkmen	Volkan Çakar, Barış Türker	Esenbey Mh. Gülay Sk. Bahadır İş Merkezi K:1 No:6	388 2328553	
Ortaça	Denizli	Reşat Kundaççı		Bahçelievler Mah. Yunus Emre Cad. No:50/A	452 2338252	452 2338252
Osmancıye	Adana	Fatma Akı	Arda Candemir, Hasan Döner	Muğla-Fethiye Karayolu Caddesi Tem Elektrik Blok No: 190 No: 3	252 2820520	252 2820520
Ödemiş	İzmir	Mele Onbaşlı	Hüseyin Seçen, Erkan Acar	Aknallar Mah. Kültür Cad. Yağcı İşhanı No:4Z-13	328 8137011	
Polatlı	Ankara	Ahmet Konuk	Ümit Çeliker	Cumhuriyet Mah. El Cad. No:63/1	232 5087878	232 5087878
Rize	Trabzon	Mehmet Aygün	Ali Gökürk, Mehmet Aydın, Rüstem Koçdal, Serkan Birben	312 6238207	312 6238207	312 6238207
Sakarya	Kocaeli	Hidayet Barbaros Akyüz	Salih Borekçioğlu, Halil Alay, Yonca Yeğin, Bilgin Koroğlu	Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş. Rize İl Müdürlüğü	464 2130596	464 2130607
Sahilli	İzmir	Azım Şahin	Teoman Abrak	Karaağaç Cad. Özkaynak İşhanı No:60 K:2	264 2777530	264 2777531
Silifke	Mersin	Ekrem Onur Kozan	Doğan Sayar, Emin Ümit Gür	Özel İdare İşh. Zemin Kat No. 10	236 7139720	236 7139719
Sinop	Samsun	Karay Keseroğlu	Saygın Doğan,	Saray Mah. 133 Sokak No:34	324 7148325	324 7148325
Sivas	Ankara	Ahmet Şenyurt	Seydi Yörük, Hüsnü Özdamar, İsmet Çağlayan	Sakarya Cad. Batır Sok. No:36	368 2613033	
Soma	İzmir	Taylan Onur Zeybekoğlu	Cem Tabak, Cumhur Çakar	Sirer Cd. Çifti Apt. K:2 No:8	346 2230933	346 2237429
Söke	İzmir	Mustafa Usluyüz	Tamer Dirmilli, Levent Uğur Yiğiter	Ege Linyileri Müessesesi Müdürlüğü	236 6132326	
Şanlıurfa	Diyarbakır	Necati Kırmızıoprak	Mehmet Fatih Can, Ömer Bozdağ, Mehmet Emin Ocalan,	Kemalpaşa Mh. Ömer Koyuncu Cd. No:3/205	256 5120111	256 5128871
Şereflikoçhisar	Ankara	Goman Sarıyıldız	Ahmet Açar, İdris Ercül	Barması Mah. 147. Sok. Sıad Apt. B Blok K:7 No:14	414 3164527	414 3164527
Şırnak	İstanbul	Mustafa Aydın	Egemen Kiliç	Ekici Tekke Çeşme Cd. Nevzat Tekin İşh. No:5/4	312 6879736	312 6879736
Şişli	Mersin	Nuri Bayülgen	Hüseyin Özcan, Ahmet Cem Yazıcı, Alparslan Karacaslan, Elit Ertikmen, Bilge Ötkan,	Şah Mahallesi Hökenek Caddesi Sarıyıldız Pasajı No:27	486 6169597	
Tarsus	İstanbul	Tamer Özdemir	Egemen Kiliç	Perpa İş Merkezi A Blok Kat: 5 No: 130	212 2205773	212 2207198
Tekirdağ	İzmir	Nejat Bozkurt	Süleyman Engin, Tuncay Arslan, Mustafa Zahid, Serkan Bilgiç, Özcan Alabaş,	Atatürk Cad. Yeni Ömerli Mah. Elyeşli Apt. A Blok K:1 No:7	324 6136888	324 6139833
Tokat	Ankara	Doğan Alay	Hakan İşbilir,	Belediye İş Merkezi N:604	282 2625097	282 2625097
Torbalı	İzmir	Hüsamettin Güner	Cengiz Şimşek, Ali Şevket Sonmez	Yeni Mah. Fevzipaşa Cad. No:9 K:2	232 5116247	
Tunceli	Diyarbakır	Yılmaz Gök	Merve Sağnak, Abdullah Acar, İrfan Yaşar Dukul	Ali Paşa Mah. Mithatpaşa Cad. No:9 K:3	356 2120575	356 2120576
Turgutlu	İzmir	Ercan Arslankeleşcioğlu	Sunullah Canbey, Mehmet Nuri Yavuz, Murat Aydınacioğlu, Yalçın Tokgöz	Tepekoy Mh. İnönü Cd. No:58	232 8564490	232 8564867
Uşak	Denizli	Biröl Yıldırım	Erçüment Ekrem Bozkurt, Feridun Toparıak, Rezan Dikici, Gökhan Kaya, Volkan Çelik, Melin Aydın	Tunceli İl Özel İdaresi Müdürlüğü	428 2132120	
Van	Diyarbakır	Süleyman Balkan	İsa Köker, Murat Yıldırım	Yılmazlar Mah. Güneş Sok. No. 29/A	236 3133775	236 3140566
Yalova	Bursa	Engin Çelimbaz	Bülent Özgümüş	Köme Mh. Belediye İş Hanı K:3 No:161	276 2232005	276 2232005
Yozgat	Ankara	Seicen Göksele Tağdan		Hastane Cad. 1438 Çarşıbaşı Sok. Nedimodabaşı TM B Blok K:5 No:63	432 2152725	432 2152725
Zonguldak	Kocaeli	Bülent Özgümüş		Cumhuriyet Cd. İpekyıldız İş Mkt. No:4/7	226 8113701	226 8113701
				Aşağı Nohutlu Mah. Bahattin Çökdeğertli Cad. Zafar İş Merkezi No:11/3	354 2128687	354 2129355
				Tahirkaraoğuz Sokak Birlik İşhanı No:203	372 2524561	372 2524561

FENNİKARİKATÜRLER

vayy...

Şifreli
seçim sandığı
ha!



t..

tayfun akgül

3. İZMİR RÜZGAR SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

8-9-10 Ekim 2015

MMO TEPEKULE KONGRE
VE SERGİ MERKEZİ

Anadolu Cd. No: 40 Bayraklı-İZMİR

Tel: (0232) 462 33 33-131

Faks: (0232) 461 35 48

www.ruzgarsemposyumu.org

www.windsymposium.org



8. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI SEMPOZYUMU

15-16 Ekim 2015

ADANA

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MİTHAT ÖZSAN AMFİSİ

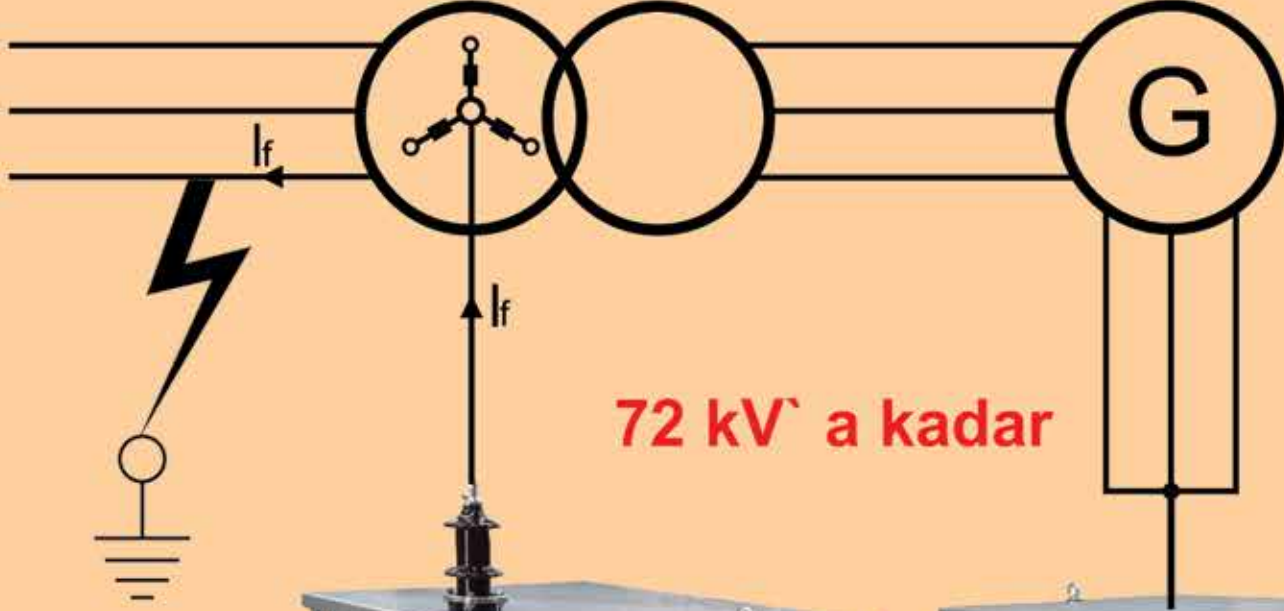


Hilkar®
elektrik

www.hilkar.com



NÖTR TOPRAKLAMA DİRENCİ



72 kV' a kadar



ARCA HES / TRABZON