

- 2025 Yazı Tüm Dünyada Kuraklık İle Gündem Olacak
- Mesleklerin Gelişmesinde Yapay Zekâ Stratejileri Ve Öneriler: Meslek Odaları Perspektifinden Değerlendirmeler
- Savaşların Gölgesinde Enerjinin Geleceği ve Milli Enerji Politikası
- Enerji Depolama Teknolojilerinin Anatomisine Devam: Elektrokimyasal, Mekanik ve Isıl Sistemlerin İncelenmesi
- Hidrojen Elektrolizör Teknolojisinde Neredeyiz?
- Nükleer Araştırma Reaktörlerinin SMR Modellenmesi ve Geliştirilmesine Katkıları: Řež Nükleer Araştırma Enstitüsü (ÚJV Řež) Örneği
- Nükleer Enerjide Çevre Ve Güvenlik
- Hayatın Kaynağı Tehlikede mi? Dijitalleşen Su Altyapıları ve Güvenlik Sorunları
- Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Dağıtım Şebekelerine Etkileri
- Elektrik Mühendislerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Sorumlulukları
- Lojik Analizör Kullanımı
- Mühendislik Stajları Hakkında
- Yapay Zekâ İle Elektronik Mühendisliği Sohbeti
- Leonardo'nun Fırçasından Tornasına: Rönesans'ta Disiplinlerarası Dönüşüm

İÇİNDEKİLER...

2025 Yazı Tüm Dünyada Kuraklık İle Gündem Olacak <i>Cevdet ASLAN</i>	1	Hayatın Kaynağı Tehlikede mi? Dijitalleşen Su Altyapıları ve Güvenlik Sorunları <i>Tuğrulhan TERZİ</i>	39
Mesleklerin Gelişmesinde Yapay Zekâ Stratejileri Ve Öneriler: Meslek Odaları Perspektifinden Değerlendirmeler <i>Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU</i>	3	Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Dağıtım Şebekelerine Etkileri <i>Umut YILMAZ</i>	43
Savaşların Gölgesinde Enerjinin Geleceği ve Milli Enerji Politikası <i>Ali Rıza ÖNER</i>	12	Elektrik Mühendislerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Sorumlulukları <i>Asuman ERKUL</i>	44
Enerji Depolama Teknolojilerinin Anatomisine Devam: Elektrokimyasal, Mekanik ve Isıl Sistemlerin İncelenmesi <i>Gözde DEMİRSOY</i>	14	Yazı Dizisi Elektronik Laboratuvar Ekipmanları Ve Kullanımları -5 Lojik Analizör Kullanımı <i>Önder ŞİŞER</i>	49
Enterkonnekte İletim Şebekelerinde Sistem Kararsızlığı Perspektifinde İber Yarımadası Enerji Kesintisi Analiz Raporu 2025 Yayınlandı	29	Mühendislik Stajları Hakkında <i>Ezgi Şevval AKTAŞ</i>	52
Hidrojen Elektrolizör Teknolojisinde Neredeyiz? <i>Cemaleddin UĞUZ</i>	30	Yapay Zekâ İle Elektronik Mühendisliği Sohbeti <i>Önder ŞİŞER</i>	53
Nükleer Araştırma Reaktörlerinin SMR Modellenmesi ve Geliştirilmesine Katkıları: Řež Nükleer Araştırma Enstitüsü (ÚJV Řež) Örneği <i>Doç. Dr. Mehmet BULUT</i>	31	Leonardo'nun Fırçasından Tornasına: Rönesans'ta Disiplinler arası Dönüşüm <i>S. Berkan ATEŞ</i>	55
Nükleer Enerjide Çevre Ve Güvenlik Mustafa <i>Kürşat ŞAHİNER</i>	37	Şube Güncesi	59
		Bilimsel Gelişmeler <i>Önder ŞİŞER</i>	74
		Eğitim Merkezinden Haberler	77
		Sosyal Medyada Şubemiz	78

İlgili sayfaya ilerlemek için başlığa tıklayınız



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI ANKARA ŞUBESİ HABER BÜLTENİ

Sayı: 2025/2

EMO Ankara Şubesi Adına Sahibi: Cevdet Aslan, Sorumlu Yazı İşleri Müdürü: Tarık Atakul

Yayın Kurulu: Önder Şişer, Mehmet Bulut, Ufuk Anıl Çelikel, Yusuf Karaarslan, Murat Karacan, Hatice Bilge Algın, Fatma Rana Arıbaş, Galip Orkun Arıcan, Seyfullah Özgüven, Sebati Göken, Turan Çakıl, Mehmet Orçun Ergün, Ahmet Turgut, Ferhat Kaan Ergün, Bekir Kurun, Ahmet Furkan Durgun

Yayın Tarihi: Ağustos 2025

Yönetim Yeri: İhlamur Caddesi No: 10 Kızılay, 06640 Ankara/TÜRKİYE

Yayın İdare Merkezi: Tel: (0 312) 231 44 74, Faks: (0312) 232 10 88, Web: ankara.emo.org.tr, e-posta: ankara.bulten@emo.org.tr, facebook: /emoankara, twitter: /emoankara, youtube: emoankarasubesi, instagram: emoankara

3 AYDA BİR YAYINLANIR. Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi üyelerine ücretsiz olarak dağıtılır. Dergide yer alan yazılar EMO Ankara Şubesi'nden izin alınarak yayınlanabilir, alıntı yapılabilir. Yayınlanan yazılardaki görüşler yazarın sorumluluğundadır.

Yayın Türü: Yerel Süreli Yayın

2025 Yazı Tüm Dünyada Kuraklık İle Gündem Olacak

Cevdet ASLAN - EMO Ankara Şubesi 27. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı

Elektrik-Elektronik Mühendisi

cevdet.aslan@emo.org.tr

2025 yılının ikinci haber bülteninde de sizlerle birlikte olmanın mutluluğunu yaşıyorum.

Oldukça sıcak geçen bir yaz yaşıyoruz, **Güneş 11 yıllık döngüsünün zirvelerinde**. Güneş patlamalarındaki bu aşırı yükselme bazı teknolojik sistemlerde sorunlara yol açabilir. Örneğin bazı uydular bundan etkilenip GPS gibi sistemlerde sorun çıkabilir, iletişimde kesintiler olabilir.

Tüm Dünyada sıcaklık rekorları kırılırken, Ülke-mizde de kuraklık ile birlikte maalesef orman yangınları da gündemimizden düşmüyor. Özellikle insan kaynaklı yangınlarda her bir vatandaşımızın orman gönüllüsü olması ve bu farkındalığı arttırmamız önem arz ediyor. Ayrıca enerji hatları sebebi ile meydana gelen yangınların önüne geçmek için de ciddi adımlar atılması gerekiyor. Bir sonraki bültenimizde bu konuya da değineceğiz. Bu kurak geçen yaz aylarında su kaynaklarımızın doğru ve tasarruflu kullanılması da çok önemli. Haber bültenimizde su altyapıları ve güvenlik sorunuyla ilgili detaylı bir makalemiz de ilginizi çekecektir.

EMO Ankara Şubesi Enerji Komisyonu, Türk Enerji Birliği Proje Grubu tarafından hazırlanan “**Türk Enerji Birliği Raporu 2025**” Lansman toplantısı 3 Temmuz 2025 tarihinde düzenlendi. Katkı sağlayan ve toplantıya katılan herkese bu vesileyle tekrar teşekkür ederim.

Yine Enerji Komisyonumuz tarafından hazırlanan bir başka analiz Raporu'nun daha lansmanını yaptık geçtiğimiz günlerde. EMO Ankara Şubesi Enerji Komisyonu İber Yarımadası Sistem Çökmesi Çalışma Grubu tarafından hazırlanan “Enterkonnekte İletim Şebekelerinde Sistem Kararsızlığı Perspektifinde İber Yarımadası Enerji Kesintisi Analiz Raporu 2025”in lansman toplantısı 14 Ağustos tarihinde gerçekleşti. Hem lansman toplantısının hem de Analiz Raporu'nun ayrıntılarına bültenimizin ilerleyen sayfalarında ulaşabileceksiniz. Katkı sunan herkese bir kez daha teşekkür ederim.

Bu haber bültenimizde de birbirinden kıymetli yazılarımız ile sizlerle birlikte olacağız.

Hidrojen enerjisi yazı dizimizin dördüncüsü olan, Cemalettin Uğuz tarafından kaleme alınan, Hidrojen Elektrolizör Teknolojisinde Neredeyiz? yazısı Haber Bültenimizdedir.

Yazı dizimiz, Önder Şişer'in hazırladığı, ‘Elektronik Laboratuvar Ekipmanları ve Kullanımları’nın beşincisi olan ‘Lojik Analizör ve Spektrum Analizör Kullanımları’ ile ilgili yazımızı bültenimizde bulabilirsiniz.

Günümüzde neredeyse her hafta; elektrik, elektronik, haberleşme ve biyomedikal meslek alanlarını ilgilendiren dünyada ve ülkemizde teknolojik gelişmeler yaşanmaktadır. Örneğin yapay zekâ konusunda günümüzde üstel fonksiyon şeklinde ilerlemeler kaydedilmektedir. Haber Bültenimizde bilimsel gelişmeler yazılarına devam ediyoruz. 2025 yılında gerçekleşen önemli gelişmelerden bazılarını bültenimizde bulabilirsiniz.

Yapay zekâ ile elektronik mühendisliği konularında sohbet yazılarımıza bu bültenimizde de devam ediyoruz.

Bugün, **yapay zekâ çağındayız** ve bu çağın bir devrim olduğu ve bu devrim arkasında ise mesleğimizin bir parçası olan yapay zekâ alanı ve bu alanda geliştirilen teori ve uygulamalar vardır. Tüm ülkelerle beraber ülkemizin de geleceğini şekillendirecek en önemli teknolojilerden biri olan yapay zekâ üzerine derinlemesine bir değerlendirme yapılan; Prof. Dr. Şeref Sağıroğlu tarafından yazılan, Mesleğin Gelişmesinde Yapay Zekâ Stratejileri Ve Öneriler: Meslek Odaları Perspektifinden Değerlendirmeler yazısı önemli konulara temas etmektedir.

21. yüzyıl, enerji kaynaklarının yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda jeopolitik ve askeri değer taşıdığı bir dönem olarak tanımlanıyor.

Rusya-Ukrayna savaşı ve ardından İran-İsrail gerilimi, enerji altyapılarının nasıl birer stratejik hedef haline geldiğini açıkça ortaya koymuştur. Artık enerji yalnızca bir üretim ve tüketim meselesi değil; bir ülkenin varlık-yokluk sorunudur. Bu bağlamda, **enerji bağımsızlığı**, bir tercih değil, bir **bekâ politikasıdır**. Ali Rıza Öner tarafından kaleme alınan Savaşların Gölgesinde Enerjinin Geleceği ve Milli Enerji Politikası yazımız da ilginizi çekecektir.

Tuğrullah Terzi'nin hazırladığı, Hayatın kaynağı tehlikede mi? Dijitalleşen dünyada su altyapıları ve güvenlik sorunları yazısı da ilginizi çekecektir. Su sistemleri, enerji şebekeleri, ulaşım altyapıları ve finans sistemleri gibi ulusal güvenlik kapsamında değerlendirilen **kritik altyapılar** arasında yer alır. Kritik altyapılar, bir ülkede toplumsal düzenin ve kamu hizmetlerinin sürdürülebilirliği için vazgeçilmez olarak tanımlanır. Avrupa Birliği'nin NIS Direktifi (Network and Information Security Directive) su altyapılarını açıkça kritik hizmet sağlayıcılar olarak sınıflandırırken, ABD Ulusal Güvenlik Ajansı (NSA) da bu sistemleri öncelikli koruma kapsamına dahil etmektedir. **Türkiye'de de Ulusal Siber Güvenlik Strateji Belgesi çerçevesinde su sistemleri kritik altyapı olarak değerlendirilmektedir.**

Günümüzün teknolojik altyapısını oluşturan enerji sistemleri, otomasyon yapıları, kontrol ve haberleşme ağları, çoğunlukla elektrik mühendislerinin katkısıyla hayat bulmaktadır. Bu sistemlerin tasarımı ve işletilmesine kadar geçen süreçlerde **iş sağlığı ve güvenliği (İSG)** konusu, sadece yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda bir mühendislik etiğidir. Asuman Erkul'un hazırladığı, Elektrik-Elektronik Mühendislerinin iş sağlığı ve güvenliği sorumlulukları yazımız haber bültenimizdedir.

Doğada farklı formlarda bulunan ve aynı zamanda iş yapma yeteneği olarak tanımlanan enerji, korunum ilkesine göre dönüşebilir ancak hiçbir zaman yok olmaz. Bu nedenle enerji, yaratılamaz veya sona eremez, yalnızca biçim değiştirebilir. Dolayısıyla enerjide güç, kapasite, etki alanı ve stratejik üstünlük arayan günümüz konjonktürü biçimlendirmeler üzerine ciddi çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar neticesinde ortaya çıkan en önemli enerji türlerinden biri nükleer enerjidir. Mustafa Kürşat Şahiner'in hazırladığı, Nükleer enerjide çevre ve güvenlik yazısı da ilginizi çekecektir.

15. ve 16. yüzyıl İtalya'sı incelendiğinde bahsettiğimiz dönem Rönesans yani "Yeniden Doğuş" olarak adlandırılıyor. Bu dönem sadece muhteşem sanat eserleriyle değil, aynı zamanda bilim ve mühendislik alanındaki çarpıcı gelişmelerle de ünlü. Salih Berkan Ateş tarafından kaleme alınan, haber bültenimizdeki bu yazıda, sanatın ve mühendisliğin nasıl el ele dans ettiğini keşfedeceğiz.

Küçük Modüler Reaktörler (SMR), dünyada faaliyetlerde olan geleneksel nükleer reaktörlere göre daha düşük güce sahip genellikle 300 MWe altında olan modüler yapıda ve daha esnek kurulum seçenekleri sunan nükleer reaktörlerdir. Dünyada geliştirilmekte olan birçok farklı teknolojiye sahip SMR'lerin geliştirilmesinde nükleer araştırma reaktörleri, deneysel altyapı, malzeme testleri ve güvenlik analizleri açısından önemli rol oynamaktadır. Doç. Dr. Mehmet Bulut'un kaleme aldığı, 'Nükleer araştırma reaktörlerinin SMR modellenmesi ve geliştirilmesine katkısı: Řež Nükleer Araştırma Enstitüsü (ÚJV Řež) Örneği' makalemiz, haber bültenimizde konu ile ilgili detaylı bilgi sunmaktadır.

Gözde Demirsoy tarafından hazırlanan, Enerji depolama yazı dizimizin 3.sü olan makaleyi haber bültenimizde bulabilirsiniz.

Ankara Şube Yönetiminin ana hedefleri; tüm ekibiyle birlikte şubemizi ve mesleğimizi geleceğe taşımak, projelerimizi hayata geçirmek, tarafımıza iletilen problemleri çözmek için çok çalışmak, üretmek, yanlışlıklarla mücadele etmek, doğru bilinen yanlışları düzeltmek ve en önemlisi seçimde söz verildiği gibi hep birlikte yönetmektir. Odamız için yeni meslek alanları ve komisyonları oluşturma çalışmalarımıza hız verdik ve bunları gerçekleştiriyoruz. Oda faaliyetlerimizi sürdürmenin, geliştirmenin ve iyileştirmenin yanında diğer faaliyetlerimizi de ihmal etmiyoruz. Ankara Şube Yönetim Kurulu halen birçok kurum ve kuruluşa ziyaret gerçekleştirmeyi planlayarak, mesleki sorunları görüşmekte ve olası iş birlikleri üzerinde konuşma ve anlaşmalar yapmaktadır. Birlikte çok çalışarak, sektördeki güncel gelişmeleri takip edecek ve üyelerimize en iyi hizmeti sunacağız.

Yeni bir haber bültenimizde daha birlikte olmak dileklerimizle sizlere; sağlık, mutluluk ve başarılar dilerim.

MESLEKLERİN GELİŞMESİNDE YAPAY ZEKÂ STRATEJİLERİ VE ÖNERİLER:

Meslek Odaları Perspektifinden Değerlendirmeler

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU - EMO Ankara Şubesi 26. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı

Elektronik Mühendisi
sagirogluseref@gmail.com

Değerli Meslektaşlarım,

Bugün, yapay zekâ çağındayız ve bu çağın bir devrim olduğu ve bu devrim arkasında ise mesleğimizin bir parçası olan yapay zekâ alanı ve bu alanda geliştirilen teori ve uygulamalar vardır. Tüm ülkelerle beraber ülkemizin de geleceğini şekillendirecek en önemli teknolojilerden biri olan **yapay zekâ** üzerine derinlemesine bir değerlendirme yapacağım. Doktoramı yapay zekâ konusunda tamamlayıp yurda döneli 31 yıl oldu ve o günden bu yana ülkemizde yapay zekânın gelişmesine yönelik yayınlar yapıyorum. Patentler alıyorum. Ulusal ve uluslararası etkinlikler düzenliyorum. Yapay zekâ çalışmalarını destekleyen 20'nin üzerinde açık kaynak kitap yayınladım. Yüzlerce ulusal ve uluslararası konferansta davetli konuşmacı olarak konuşma yaptım ve yapmaya devam ediyorum. Gazi Üniversitesinde Yapay Zekâ Merkezi'ni kurdum. Sektör destekli araştırma laboratuvarı açtım. Ulusal ve uluslararası proje çalışmalarımız devam ediyor. Ülkemizin pek çok üniversite ve kurumunda yüzlerce konferans verdim. Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'ne, üniversitemize ve ülkemize yıllardır süregelen akademik birikimimi öğrencilerimize, sektöre ve kurumlara aktarmaya çalışıyorum. Bunlara ilave olarak,

Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi'nde 26. Dönemde üstlendiğim Şube Başkanlığı sorumluluğu ve bilinciyle, bu teknolojinin meslek odamıza, sektörlerimize ve paydaşlarımıza sağlayacağı fırsatları ve taşıdığı riskleri 2022'den beri anlatıyorum. Bugün sizlere bir kez daha meslek odalarımızın perspektifinden yapay zekâyı ele alacağım ve

meslek odamıza bazı önerilerim olacaktır. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021-2025) kurumlara, birimlere ve sektöre sorumluluklar verirken, bu stratejilerin başarıya ulaşmasında meslek odalarımıza da önemli sorumluluklar düşmektedir. Öncelikle makalemden, küresel ve ulusal yapay zekâ ekosistemi sektörlerimiz ve meslek odamız açısından mercek altına alacak, mevcut çalışmaları özetleyecek, konuyu farklı boyutlarıyla tartışacak ve meslek odamızın gelişmesine katkı sağlayacak somut önerilerde bulunacağım.

1. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN EŞİĞİNDE YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ, günümüzde sadece akademik laboratuvarlarda değil, aynı zamanda küresel ekonomiye yön veren ticari modellerin ve yeni nesil ürünlerin kalbinde yer alan, stratejik bir alan olarak öne çıkmaktadır. Bu yükselişin ardında yatan temel nedenler oldukça açıktır: Yapay zekânın son yıllardaki göz kamaştırıcı başarıları, hızla artan **veri yığınlarının analizinde duyulan kaçınılmaz ihtiyaç** ve en önemlisi, 80 yılı aşkın süredir birikmiş muazzam **bilgi birikimi ve açık kaynakların yaygınlaşmasıdır**.

Ülkemizde, son yıllarda geliştirilen projelerin hızla ürüne dönüşme eğilimi gösterdiğini, ürün-

leşme süreçlerinin yaygınlaştığını ve ülkenin kritik ihtiyaç duyduğu alanlarda **ürün ailesi oluşturma gayretinin arttığını** gözlemliyoruz. Ancak bu dinamik süreçte, **anahtar teslim proje yapma alışkanlığının getirdiği rahatlık**, ürün geliştirme ve sürekli iyileştirme gibi konularda bir zayıflık yaratmaktadır. Unutmayalım ki, **ürün geliştirme; dina-**



mik bir süreç, kapsamlı çalışma, hızlı hareket etme zorunluluğu, sürekli iyileştirme hedefi güden ve en önemlisi, **üretilenin pazarlanmasını, yatırım gerektiren, iyi bir koordinasyon isteyen, zaman kısıtında çalışılan ve sorumluluğu yüksek bir alandır.**

Her ülke, kendi imkânları ölçüsünde ulusal stratejiler ve eylem planları kapsamında yapay zekâ ekosistemini hayata geçirmeye, bu ekosistemden faydalanmaya ve bunu stratejik ve ekonomik bir kaldıraç olarak kullanmaya çalışmaktadır. Bir ülkenin yapay zekâ alanındaki konumunu doğru anlamının basit yollarından biri, **Zack Bilgi Boşluğu Teorisi** ışığında bir **boşluk analizi** yapmaktır. Bu teori, birkaç basit soruyla bize yol gösterebilir:

- Bir şirket YZ konusunda **ne biliyor ve ne bilmelidir?** Bu sorulara verilen cevaplar tatmin edici değilse, sektörde ciddi bir **"bilgi boşluğu"** olduğu tespiti yapılabilir.
- Bir şirket YZ konusunda bildikleriyle **ne yapabilir ve ne yapmalıdır?** Bu sorulara verilen cevaplar yetersizse, sektörde bir **"strateji boşluğu"** olduğu aşikârdır.

Ülkemizde bu durumlar genel olarak incelendiğinde, pek çok önemli çalışma yapılsa da ne yazık ki hem stratejik hem de bilgi boşluklarının varlığı göze çarpmaktadır. Bu boşlukları doldurmak, meslek odaları olarak hepimizin ortak sorumluluğudur.

2. YAPAY ZEKÂYA SEKTÖREL BAKIŞ VE ÖNERİLER

Ülkemizde ulusal strateji ve eylem planları bulunsa da, bunların tam anlamıyla hayata geçirilmesi ve ilerlemelerinin yakından takip edildiği bir **denetim mekanizmasının** henüz tam olarak işletilemediği görülmektedir. Burada önemli olan, ülke olarak bir stratejimiz olsa da her şirketin bu konuya **stratejik bakması ve kendi politikalarını güncellemesi gerekliliğidir.** Zack Bilgi

Boşluğu Teorisi veya Risk Analizi gibi yaklaşımlarla bu boşluklar daha detaylı tespit edilmeli ve hızla giderilmelidir.

Her sektörün ve her şirketin **somut hedefler belirlenmesi, belirlenen veri stratejilerini oluşturması ve hayata geçirmesi, gerekli donanım ve platform altyapılarını kurması ve kapasite ile yetenek geliştirmede yeni ve farklı çalışmalara ağırlık vermesi** zorunluluktur. Gerekliğinde öncelikli ve kritik projeler, alanlar, konular ve uygulamalar belirlenmeli, kararlılıkla desteklenmeli ve hayata geçirilmelidir.

Sektörün yönlendirilmesi, desteklenmesi ve büyümesi için daha etkin bir **Yapay Zekâ Koordinasyon Birimi** kurulması ve zamanla bunun genişletilmesi elzemdir. Bu birim, meslek odalarımızın da aktif katılımıyla sektörün nabzını tutmalı ve doğru yönlendirmeleri sağlamalıdır.

Güvenlik, Mahremiyet ve Etik gibi konular, yapay zekâ çağında her zamankinden daha fazla önem taşımaktadır. Bu konulara daha çok önem verilmeli, bu konulara özel araştırma birimleri/merkezleri kurulmalı, yeni birimler açılmalı veya mevcut olanların altyapıları desteklenerek büyütülmelidir. Meslek odaları olarak, bu konularda farkındalık yaratma ve etik ilkelerin yaygınlaşmasını sağ-

lama görevimiz bulunmaktadır.

Ülkemizde yapay zekâ çalışmalarının sektörel olarak desteklenmesi, **ekosistem oluşturulması ve geliştirilmesi** hayati önem taşır. Genel olarak değerlendirildiğinde; yapay zekâ birim, merkez, akademi veya uygun yapılarının sayısı artmaktadır. Ancak bu yeterli değildir. Sektör çalışanlarının yapay zekâ konusunda **eğitilmesi ve bilgilendirilmesi**, akademisyenlerden destek alınması ve **hızlı bilgi paylaşım ortamlarının oluşturulması** olmazsa olmazdır. Meslek odaları, bu eğitim ve bilgilendirme süreçlerinde köprü görevi görmelidir.



Bir ülkenin gelişiminde artık yapay zekâ çalışmaları öncelikli alanların başında gelmektedir. Bunun sebebi, hem sunduğu **muazzam fırsatlar** hem de beraberinde getirdiği **olası risklerin** her zamankinden daha fazla olmasıdır. Dünyada şu ana kadar yayımlanan yapay zekâ stratejileri ve eylem planları değerlendirildiğinde, bu konuda yapılacakların neredeyse sistematik hale geldiği görülmektedir. Bu sistematığın oluşturulması veya mevcut yapıların değerlendirilmesi amacıyla **Meslek Odamız** için takip edilecek adımlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- Odamız, kendi koşullarına göre farklı hedefler belirlemelidir. Örneğin; Yeşil Mutabakatı Desteklemeye devam etmek, daha çok önem vermek, çevreye duyarlı çözümler geliştirmek ve kullanmak, bu hedeflerden biri olabilir.

- Yapay zekâ farklı bileşenleri içerdiğinden, bunların hepsini aynı anda bir araya getirmek önemlidir. Paydaş ve katılımcıları doğru belirlemek, hem hedeflere ulaşmak hem de beklenen çıktıları almak açısından kritik önem taşımaktadır. Sağlıklı bir ekosistem kurabilmek için ise aşağıdaki paydaş yapıları kurmalıdır:

- Ekosistem için fiziksel ve sanal altyapılar kurmak ve bunları kurarken yeşil enerji altyapılarını dikkate almak, ortak çalışma alanları ve kümelenme gibi yapılar oluşturmak, açık veri ortamları oluşturmak ve yaygınlaştırmak, GPU/CPU/NPU/DPU/TPU/QPU gibi yüksek performanslı bilgi işlem altyapıları kurmak ve hizmete açmak,

- EMO Yapay Zekâ Fabrikası kurarak, YZ model, veri ve sistem test merkezleri kurmak ve işbirliği modelleri oluşturmak ve yaygınlaştırmak, tüm üyelerinin mesleki olarak bu teknolojileri kullanmanın ötesinde kendi işlerine, işyerlerine, projelerine veya çalışmalarına entegre etmelerini sağlamak,

- İş sürekliliğini sağlamak ve sorunsuz hizmet vermek için sosyal ağlar ve iletişim yapıları oluşturmak, paydaşlar arasında ilişkiler ve ağlar kurmak ve bunları sürdürmek, etkinlikler, atölyeler, konferanslar, forumlar vb. çalışmalara katılmak, ilişkileri canlı tutmak, işbirliğini, bilgi paylaşımını ve kaynak alışverişini teşvik etmek, kaynak israfını önlemek ve iyi bir koordinasyon ile veri-model-insan-altyapı birlikteliğinin optimal kullanımını sağlayacak akılcı çözümler geliştirmek ve yönetmek esastır.

- Nitelikli insan sayısının sınırlı ve maliyetli olması nedeniyle, veri-model-insan-altyapı birlikteliğini sağlamak, mevcut ekosistemi veri-altyapı-model açısından zenginleştirmek ve genişletmek, işbirliklerini artırmak, yapılanlardan faydalanmak ve henüz yapılmayanlara odaklanmak gereklidir. Örnek olarak, tüm üyelerin bir yıl içerisinde yapay zekâ okuryazarı olmasının hedeflenmesi, hatta yapay zekâ seferberliği ilan edilmesi şarttır.

- Ülkemizde yapay zekâ destekli odacılığın hızla gelişmesi için gerekli olan; araç, gereç, altyapı, teşvik, kaynak, insan, politika ve strateji gibi konularda somut adımlar atılması, mevcut işlerin yapay zekâ ile geliştirilmesine daha çok kafa yorulması, pek çok işin artık kaybolabileceği veya kabuk değiştireceğinin farkında olunarak ve buna mevcut çalışanları hazırlamak hayati önem taşımaktadır. Öğrenme ve kişisel gelişim kültürünü teşvik etmek, meslek odaları olarak üstlenmemiz gereken bir diğer sorumluluktur.

- İnovasyonu, girişimciliği ve ekonomik kalkınmayı destekleyen politikalar ve düzenlemeler yapmak, yapılanları gözden geçirmek ve iyileştirmek gereklidir. Ekosistemin büyümesini engelleyebilecek varsa kurum içi ve kurum dışı yasal düzenlemelerin hayata geçirilmesine katkı sağlamak, gerekirse yenilerini hayata geçirmek büyük önem taşımaktadır. Dünya örneklerini yakından takip etmek, iyi uygulamalardan faydalanmak, ülkeye özel iyileştirmeler yapmak, tüm politikaları istenilen seviyede izlemek, takip etmek ve zamanında müdahale etmek için düzenleyici politikalar geliştirmek şarttır.

3. DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER: GELECEĞİ ŞEKİLLENDİREN ADIMLAR VE ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASININ ROLÜ

Ülkemizde 200'ün üzerinde devlet ve vakıf üniversitesi olduğu ve 20'nin üzerinde üniversitenin de araştırma üniversitesi statüsünde olduğu dikkate alındığında, **elde edilen bilimsel birikimin ve akademik çıktıların dünya geneline göre düşük olduğu** görülmektedir. Örneğin, THE indeksli yayınlar temel alındığında dünya yapay zekâ bilimine katkısı yaklaşık %1 olsa da mevcut kapasitemize göre düşüktür. Bu durumu iyileştirmek için meslek odaları-üniversite-sanayi işbirlikleri güçlendirilmeli ve akademik araştırmaların sektörel uygulamalara dönüşümü teşvik edilmelidir.

Ülkemizdeki 1000'in üzerinde Ar-Ge ve tasarım merkezi ve 100'ün üzerinde teknoloji geliştirme bölgesi bulunduğu dikkate alındığında, bu merkezlerimizin Ar-Ge çıktılarının beklenen düzeyde olmadığı, yapay zekâ ile ilgili pek çok proje olsa da **ürün ve patent konusunda çıktıların zayıf kaldığı** gözlemlenmektedir. Meslek odaları, Ar-Ge merkezlerimizin daha etkin çalışmasına rehberlik sunmalıdır. Girişim sermayesi yatırımlarında, tüm teknolojiye yapılan yatırımlara son yıllarda verilen destekler incelendiğinde yapay zekâya yapılan yatırımların %25'e çıktığı, sayıları 500'e varan yapay zekâ girişimci şirket sayısının hızla yükselmeye başladığı görülmektedir. Ancak doğrudan yapay zekâ çalışması yapan şirket sayısının ise 70 civarında olması ve dünyada 100.000'in üzerinde ileri düzey yapay zekâ çalışmaları yapan şirket olduğu düşünüldüğünde, **bu sayının ülkemiz için yeterli olmadığı** açıktır. **Meslek odaları, yapay zekâ girişimciliğini destekleyici mekanizmalar oluşturmalı ve üyelerini bu alanda daha çok aydınlatmalı, girişimciliği desteklemeli, yatırım yapmaya yönlendirmeli ve bu alanın gelişimini kamu adına denetleyecek mekanizmalar kurmaya hazırlıklar yapmalıdır.**

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın açıkladığı rakamlara bakıldığında, TÜBİTAK bünyesinde desteklenen 4.000'e yakın projede 2.500'e yakın akademisyene 14,3 milyar TL destek sağlandığı dikkate alındığında, **sağlanan desteklerden iyi bir şekilde faydalanılmadığı** ve bu kaynakların ekonomiye yeterince aktarılamadığı görülmektedir. Bu konuda **meslek odaları, proje çıktıların artırılması ve katma değere dönüşmesini sağlayacak köprüler kurmalıdır.**

TÜİK'in "Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması" 2023 yılı raporunda endüstrinin yapay zekâ kullanım oranının %5,5 olması, gelişmiş ülkelerde bunun %30'lara yaklaştığı düşünüldüğünde, **küresel rekabet için endüstrilerimizin dijitalleşme oranının beklenen düzeyde olmadığını** göstermektedir. **Meslek odaları, üyelerinin dijitalleşme süreçlerine adaptasyonunu hızlandırmak için eğitimler ve danışmanlık hizmetleri sunmalıdır.**

Laboratuvar ve altyapı imkânları dikkate alındığında, SSB, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve TÜBİTAK'ın sınırlı da olsa araştırmacıların kullanımına sunduğu işlemci kapasiteleri olsa da, dünya genelindeki çalışmalar değerlendirildiğinde **yeterli makine parkının mevcut olmadığı**

görülmektedir. Bu altyapı eksikliği, meslek odaları ve ilgili kurumların ortak çabalarıyla giderilmelidir.

Ülke yapay zekâ ekosistemi genel olarak değerlendirildiğinde;

- Ulusal Strateji ve Eylem Planı kapsamında çalışmaların sürdürülmeye çalışıldığı,
- YÖK, Kurumlar, Sektör ve Sivil Toplum Kuruluşları (STK'lar) işbirlikleri ile yapay zekâ ekosisteminin geliştirilmesine katkılar sağlanmaya devam edildiği,
- 208 üniversitenin ve bunların 23'ünün Araştırma Üniversitesi olması sebebiyle elde edilen bilimsel birikimin ve akademik çıktıların gittikçe arttığı değerlendirilse de, dünya geneline göre **akademik çıktıların ve faydaların hala düşük olduğu**,
- Ülkemizde bu alanda çalışma yapan ve yüksek teknoloji geliştiren yapay zekâ konularında girişimci şirketlerin ülkede büyüme fırsatı bulamasından dolayı **yurtdışına açılmaya çalıştığı**,
- Girişim sermayesi yatırımlarında ise tüm teknolojiye yapılan yatırımların son yıllarda verilen destekler incelendiğinde yapay zekâya yapılan yatırımların hızla arttığı fakat yapılan ve üretilen teknolojiler dikkate alındığında **bunun yeterli olmadığı**,
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın açıkladığı rakamlar dikkate alındığında sağlanan proje desteklerinden **iyi bir şekilde faydalanılmadığı** ve bunun ekonomiye gerektiği kadar aktarılamadığı,
- Laboratuvar ve altyapı imkânları dikkate alındığında, akademik çalışmaların sürdürülmesi için ihtiyaç duyulan **bulut yapıları, GPU makine parkı ve bunların sürdürülebilir şekilde yönetilmesi için uygun altyapıların henüz yeteri seviyede olmadığı**,

görülmektedir.

Yıkıcı/Çığır Açıcı YZ çalışmalarının mesleğimizi pek çok alanda etkilediği/etkileyeceği aşikardır. Yapay zeka çağında meslek odalarımızın rolü farklı açılardan incelendiğinde, EMO Ana Yönetmeliği başta olmak üzere pek çok yönetmelik ve yönergenin de karşılaşılabilecek riskleri önleme ve açısından çok önem arz etmektedir. Bazı öneriler ve burada EMO'nun dikkate alması gereken hususlar aşağıda verilmiştir. Bunlar:

- i. **Yapay zekâ, bilgi güvenliği ve kuantum teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla gelecekte riskler artacak, ancak beraberinde büyük fırsatlar da getirecektir.** Özellikle yapay zekâ çözümlerinin, endüstriyel uygulamalardan sağlık hizmetlerine, otomotivden finans, eğitimden tarıma, verimlilikten kontrole kadar birçok alanda büyük fırsatlar sunduğu açıktır. Bilgi güvenliği ve kriptoloji alanlarında ise, artan dijitalleşme ve siber tehditler nedeniyle uzmanlara ve üst düzey uzmanlığa olan talep artmaktadır. Meslek odaları, bu kritik alanlarda uzmanlaşmayı teşvik etmeli ve üyelerinin yetkinliklerini artıracak programlar düzenlemelidir. **EMO MİSEM kapsamında YZ modelleri, YZ Model Güvenliği, Siber Güvenlik gibi alanlarında uzmanlık sertifikasyon programları geliştirmelidir.**

- ii. Teknoloji ve siber tehditler, dünyayı değiştirmek ve şekillendirmek için insanoğluna muhteşem fırsatlar sunmakta fakat beraberinde de büyük riskleri getirmeye devam edecektir. Daha spesifik olarak, **kuantum hesaplama gibi yeni teknolojilerin tanıtılması kriptografik çö-**



- zümlemler üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir,** bu da iyileştirmelerin ve yeni yaklaşımların gerektiği muhakkaktır. Ayrıca makine öğrenimi ve yapay zekâ gibi disiplinlerdeki gelişmeler, kriptanaliz yöntemlerinin oluşturulmasını ve şifreleme algoritmalarının geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Meslek odaları, bu yeni tehdit ve fırsatlara karşı üyelerini bilinçlendirmeli ve çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirmelerini sağlamalıdır. **EMO Yönetmelikleri ve Yönergeleri çerçevesinde yeni meslek alanları tanımlamalar ve güncellemeleri yapılmalı ve bu konularda araştırma grupları oluşturarak bilimsel çıktılar üretmeli ve üyelerle paylaşmalıdır.**

- iii. Yapay zekânın toplumumuzdaki işgücü dinamiklerini nasıl etkileyeceği, iş dünyasında yapay zekâ kullanımının yaygınlaşmasının

nasıl bir değişime yol açacağı değerlendirildiğinde, yapay zekânın yaygınlaşması sonucunda iş gücünün değişeceği, insanların ve kuruluşların **yeni araçlara, yetkinliklere ve çalışma yöntemlerine uyum sağlama-sını gerektireceği** öngörülmektedir. Yapay zekâ çözümleri bizlere gelişmiş verimlilik ve yaratıcılık için yeni umutlar sunsa da, gelecekte adil ve kapsayıcı çözümlerin yeni sorunları da beraberinde getireceği muhakkaktır. Meslek odaları, bu dönüşüme liderlik etmeli, üyelerinin yeniden eğitim ve beceri geliştirme süreçlerine destek olmalıdır. **EMO MİSEM kapsamında yapay zekâ odaklı güncel eğitim programları düzenlemeli, sertifikalı programları açılmalı, hatta yapay zekâ atölyeleri yapılmalıdır.**

- iv. Yapay zekâ etiği ve güvenliği konularında gelecekte karşılaşılabilecek zorluklar değerlendirildiğinde; yapay zekâ ile ilgili kararlar ve eylemler için **hesap verebilirlik ve sorumluluk** özellikle yapay zekâ sistemlerinin otonom olarak çalıştığı veya beklenmedik davranışlar sergilediği durumlarda önem arz etmektedir. Otonom araçlar ve sağlık hizmetleri gibi güvenlik açısından kritik alan-

larda kullanılan yapay zekâ sistemlerinin, kamu güvenliğini sağlamak için güvenilir bir şekilde çalışması gerekmektedir. Yapay zekâ sistemlerinin emniyetini ve güvenilirliğini sağlamak teknik, düzenleyici ve etik zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu konulara çok daha fazla önem verilmelidir. Meslek odaları, bu etik kuralların geliştirilmesi ve uygulanmasında öncü rol oynamalıdır. **EMO "Etik, Ahlak ve Meslek İlkeleri" kapsamında, yapay zekâ etiğine ilişkin özel maddeler eklenmeli ve mühendislerimizin bu konudaki sorumluluklarını netleştirmelidir.**

- v. Yapay zekâ araştırmalarında etik sorunlar ve insan hakları konularının gelecekte farklı problemleri beraberinde getireceği bir gerçektir. Etik Yönergeler ve Çerçeveler kapsamında, yapay zekâ araştırmalarına özgü

etik yönergeler ve çerçeveler geliştirmek ve bunlara bağlı kalmak, sorumlu ve etik davranışı teşvik etmek için çok önemlidir. Yapay zekâ araştırma projelerinin değerlendirilmesi için iyi bir etik inceleme sürecinin uygulanması, potansiyel etik risklerin belirlenmesi, araştırmaların etik ilkelere uygun olarak yürütülmesi gerekmektedir. Yapay zekâ araştırmalarında şeffaflığı ve hesap verebilirliği teşvik etmek, araştırma metodolojileri, veri kaynakları ve olası önyargılar hakkındaki bilgilerin ifşa edilmesini ve ayrıca etik olmayan davranış veya yapay zekâ sistemlerinin neden olduğu zarar durumunda hesap verebilirlik için mekanizmalar oluşturulması gelecekte en önemli konu başlıklarından olacaktır. Meslek odaları, bu konularda eğitim ve farkındalık kampanyaları düzenleyerek üyelerini bilinçlendirmeli ve etik uygulamaların yaygınlaşmasını sağlamalıdır. **EMO çatısı altında Yönetmelikler kapsamında kurulan Yapay Zekâ ve Blokzinciri gibi Uzmanlık Alan Komisyonları daha kapsamlı ve aktif hale getirerek, bu konularda rehberler hazırlamalıdır.**

vi. Yapay zekâ teknolojilerinin toplumsal dönüşüme etkisi ve bu teknolojilerin toplumu nasıl şekillendireceği değerlendirildiğinde; yapay zekâ teknolojileri, ekonomi, işgücü piyasası, eğitim, sağlık hizmetleri, yönetim ve kültür dâhil olmak üzere toplumun çeşitli yönlerini etkileyerek sosyal dönüşümü önemli ölçüde etkileme potansiyeline sahiptir. Yapay zekâ teknolojilerinin sosyal dönüşüm üzerindeki etkisi, bunların nasıl geliştirildiğine, uygulandığına ve düzenlendiğine ve ayrıca toplumun kendisine sunulan bu fırsatlara ve zorluklara nasıl tepki verdiğine bağlı olarak değişecektir. **EMO'nun; etik hususları proaktif bir şekilde ele almak, kapsayıcılığı ve eşitliği teşvik etmek, daha kapsayıcı ve sürdürülebilir yapılar oluşturmak, bunları başta üyeleri olmak üzere kamuya kazandırmak için yapay zekâ teknolojilerinin potansiyelinden yararlanması gereklidir.**

vii. Gelecekte yapay zekâ alanında karşılaşabilecek en büyük sürdürülebilirlik ve çevresel etki sorunları değerlendirildiğinde bu sorunları aşmak için; yapay zekâ algoritmalarının eğitilmesinde önemli miktarda hesaplama kaynağına ve yüksek enerji tüketimine ihtiyaç vardır. Artan karbon emisyonları ve enerji tüketimi dahil olmak üzere çevresel

kaygıların gittikçe artmaya başladığı, iklim değişikliklerinin her geçen gün derinden hissedilmeye başladığı bu aylarda, yapay zekâ konusunda da daha dikkatli davranılması, konuya stratejik olarak bakılması, daha az hesaplama kaynağı gerektiren, enerji tasarruflu yapay zekâ algoritmaları ve modellerini kullanmak, yapay zekâ eğitimi ve çıkarımıyla ilişkili enerji tüketiminin ve karbon emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmak, yapay zekâ donanımlarının uzun ömürlülük, tamir edilebilirlik ve geri dönüşüme uygun olarak tasarlanması gibi **döngüsel ekonomi yaklaşımlarının benimsenmesi** önem arz etmektedir. Meslek odaları, bu çevresel bilinci üyelerine aşılamalı ve sürdürülebilir yapay zekâ çözümlerini teşvik etmelidir. **EMO Yönetmelikleri kapsamında yapay zekâ projelerinde enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik kriterlerinin belirlenmesine öncülük etmelidir.**

viii. Büyük veri analitiği ve güvenliğinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi gibi teknolojilerin rolü incelendiğinde; yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmalarında devam eden gelişmeler, büyük verilerin daha karmaşık ve doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlayarak daha derin iç görüleri ve daha kesin tahminlere yol açmaktadır. Yapay zekâ destekli veri görselleştirme araçları, karmaşık veri kümelerinin keşfedilmesi ve yorumlanması kullanıcıların büyük veri analitiğinden elde edilen iç görüleri anlamasını ve bunlara göre hareket etmesini kolaylaştıracaktır. Veri hazırlama, temizleme ve işleme görevlerinin yapay zekâ destekli otomasyonu, veri analitiği iş akışını kolaylaştıracak ve kuruluşların büyük verilerden daha verimli bir şekilde değer elde etmesine olanak tanıyacaktır. **Yapay zekâ ekonomisi ve pazar büyüklüğüne bakıldığında; yapay zekâ ve büyük veri teknolojileri optimizasyon, operasyonel analitik, müşteri analitiği, ürün geliştirme, dolandırıcılık tespiti, sigortacılık ve kredi işlemleri gibi alanlarda başarıyla uygulanmaktadır. Pazar rakamları incelendiğinde, bankacılık ve imalat endüstrisinde büyük veri ve iş analitiği çözüm gelirlerinin 2022'de 260 milyar dolar olsa da bugün için 1.5 Trilyon doların üzerine çıktığı bilinmelidir. Bu durum, meslek odalarımıza, üyelerini bu büyük pastadan pay almaya teşvik etme ve bu alanda yetkinlik kazanmalarını sağlama sorumluluğu yük-**

diğinde bu konuda etkin adımlar atılmalıdır.

- ix. Mesleğe daha çok katkı sağlayacak ve meslektaşlarına daha iyi hizmet verecek yapay zekâ projelerini hayata geçirmek için EMO'nun **bilişim altyapısını iyileştirilmesi**, daha çok yatırım yapması ve hatta yeniden tasarlanması gereklidir.
- x. Dünyada yapay zeka kullanımı çığ gibi artarken, artık ülkeler algoritmik adalet, şeffaflık, hesap verebilirlik, YZ etiği, Sorumlu YZ ve veri gizliliği gibi konulara odaklanılmaktadır. Ulusal stratejide etik ve yasal düzenlemelere yer verilmiş olsa da EMO gibi meslek odaları yapay zekâ uygulamalarının toplum üzerindeki etkileri göz önünde bulundurarak farklı önlemler alınmasına katkılar sağlamalıdır. Mesela, **Yapay Zekâ Etik Değerlendirme Birimleri kurulması ve etik standartların veya kuralların geliştirilmesi** ve hayata geçirilmesi gereklidir. Burada iyi bir başlangıç için, YÖK'ün yayınladığı "Üretken Yapay Zeka Etik Rehberi" dikkate alınabilir. Bunların **sadece EMO da değil tüm TMMOB'da yaygınlaştırılması ve uygulanması yönünde somut adımlar atılmalıdır**. Meslek odaları, bu süreçlerin paydaşı ve yönlendiricisi olmalı olmalıdırlar. **EMO Ana Yönetmeliği kapsamında, yapay zekâ projelerinin etik ve yasal uyumluluğunu denetleyecek mekanizmalar oluşturulması konusunda yeni çalışmalar yapılmalıdır**.
- xi. Yapay zekâ alanında **uluslararası iş birlikleri, bilgi ve teknoloji transferi açısından kritik öneme sahiptir**. Avrupa Birliği ve ABD, bu konuda birçok ülke ile iş birlikleri yürütmektedir. Ulusal stratejide bu konuya yer verilse de bu alanda daha proaktif bir yaklaşım benimsenmelidir. Ayrıca, uluslararası standartlara uyumun teşvik edilmesi, Avrupa Yapay Zekâ Güvenliği Yasasının dikkate alınması, Yeni 42001 Yapay Zekâ Yönetim Sistemi gibi standart konularına da önem vermesi gereklidir. Meslek odaları, uluslararası işbirliklerini teşvik ederek üyelerinin küresel rekabetteki konumlarını güçlendirmelerine yardımcı olmalıdır. **EMO Ana Yönetmeliği çerçevesinde uluslararası yapay zekâ birliklerine üye olarak veya ortak projeler geliştirerek üyelerinin küresel ağlarla işbirliği artırılmalıdır**.
- xii. Ülkemizin yapay zekâ stratejilerinin ve eylem planlarının bulunması, bunların güncellenmesi, yeni hedeflerin belirlenmesi, yapay

zekâ ekonomisinin oluşturulması, yaygınlaştırılması ve geliştirilmesine katkı sağlamak için somut adımların atılıyor olması çok önemlidir. Bu kapsamda, ülkemizin yapay zekâ stratejileri kapsamlı ve iyi düşünülmüş olsa da, dünya çapındaki en iyi uygulamalar dikkate alındığında bazı alanlarda yukarıda belirtildiği gibi **iyileştirme fırsatları** olduğu görülmektedir. Meslek örgütleri başta olmak üzere, eğitim, araştırma, etik, veri yönetimi, uluslararası iş birlikleri ve sosyoekonomik etkiler gibi alanlarda daha çok çalışmalar yapılmalı, ülkemizin yapay zekâ alanındaki rekabet gücünün artırılmasına ilgili meslek odası olarak daha çok katkı sağlamalıdır.

4. ZACK BİLGİ BOŞLUĞU TEORİSİ AÇISINDAN ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASININ DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

i. Strateji Boşluğu Açısından EMO'nun Durumu

Zack Bilgi Boşluğu Teorisi'ne göre bir kurumun "ne bildiği" ve "ne bilmesi gerektiği" arasındaki fark bilgi boşluğunu oluşturmaktadır. Elektrik Mühendisleri Odası, köklü bir meslek odası olarak mühendislik disiplinlerinde geniş bir bilgi birikimine sahip olsa da yapay zekâ gibi hızla gelişen ve disiplinlerarası bir alanda, **EMO'nun ve üyelerinin mevcut bilgi seviyesi ile yapay zekânın sunduğu güncel bilgi ve teknolojiler arasında bir boşluk vardır**. Bunlar incelendiğinde;

Mevcut Durum (Ne Biliyor?)

- EMO'nun bünyesinde bilgisayar, elektronik, haberleşme, biyomedikal, kontrol ve otomasyon gibi yapay zekâ ile doğrudan ilişkili mühendislik alanlarından çok sayıda üye ve protokol yapılan paydaş bulunuyor.
- Oda, üyelerinin mesleki gelişimine yönelik temel eğitimler ve seminerler düzenliyor.
- Yönetmelikleri ve etik ilkeleri, genel mühendislik uygulamalarına yönelik bilgi ve sorumlulukları belirliyor.

Olması Gereken (Ne Bilmesi Gerekliyor?)

- EMO'nun, üyelerinin yapay zekâ algoritmaları, makine öğrenmesi modelleri, derin öğrenme, doğal dil işleme, büyük dil modelleri gibi temel konularda bilgi sahibi olması, meslek odamızı güncel teknolojiler ile donatması ve bunu uygulamaya geçirmesine ihtiyaç vardır.

- Elektrik mühendisliği disiplini doğrudan etkileyen enerji yönetimi, akıllı şebekeler, otonom sistemler, endüstriyel otomasyon gibi alanlardaki yapay zekâ uygulamaları ve güncel trendler hakkında derinlemesine bilgi birikimine ihtiyaç vardır.

- Yapay zekânın temelini oluşturan veri toplama, işleme, analizi ve güvenliği konularında EMO'nun ve üyelerinin yetkinliklerini artırması şarttır.

- Algoritmik şeffaflık, hesap verebilirlik, gizlilik, ayrımcılık gibi etik ve yasal konulara ilişkin bilgi seviyesinin yükseltilmesi büyük önem taşıdığından buna önem verilmesi ve Oda bünyesinde bunların kullanılması şarttır.

- Yapay zeka destekli hizmetler sunulmalıdır.

- Eğitimlerde yapay zeka teknolojilerinden faydalanılmalıdır.

ii. Strateji Boşluğu Açısından EMO'nun Durumu

Zack Bilgi Boşluğu Teorisi'ne göre bir kurumun "bildikleriyle ne yapabildiği" ve "ne yapması gerektiği" arasındaki fark strateji boşluğunu oluşturmaktadır. **EMO, yapay zekâ konusunda potansiyel bilgi birikimini stratejik eylemlere dönüştürme noktasında daha çok efor harcamalıdır.** Güçlendirilmesi gereken alanlar değerlendirildiğinde;

Mevcut Durum (Bildikleriyle Ne Yapabiliyor?)

- EMO, üyelerinin mesleki haklarını savunma ve standartları belirleme gibi geleneksel rollerini yerine getirmektedir.

- Belli başlı teknik alanlarda komisyonlar ve çalışma grupları ile bu alana katkı sağlamaktadır.

- Üniversite-sanayi işbirliği projelerinde sınırlı da olsa yer alabilmektedir.

- Bilgi birikimini bilirkişilikler ile kamuya aktarmaktadır.

- Ülkemizde elektrik alanında bilgi birikimini kamuoyu ile paylaşmakta ve güvenilir bir meslek odası olma yönünde çalışmalarını sürdürmektedir.

Olması Gereken (Ne Yapması Gerekliyor?)

- Yapay zekâ alanında ulusal stratejilere paralel olarak özgün vizyonunu yansıtan somut ve proaktif politikalar geliştirmelidir. Bu politikalar, enerji, telekomünikasyon, otomasyon gibi elektrik mühendisliğini doğrudan ilgilendiren sektörlerde yapay zekâ entegrasyonuna odaklanmalıdır.

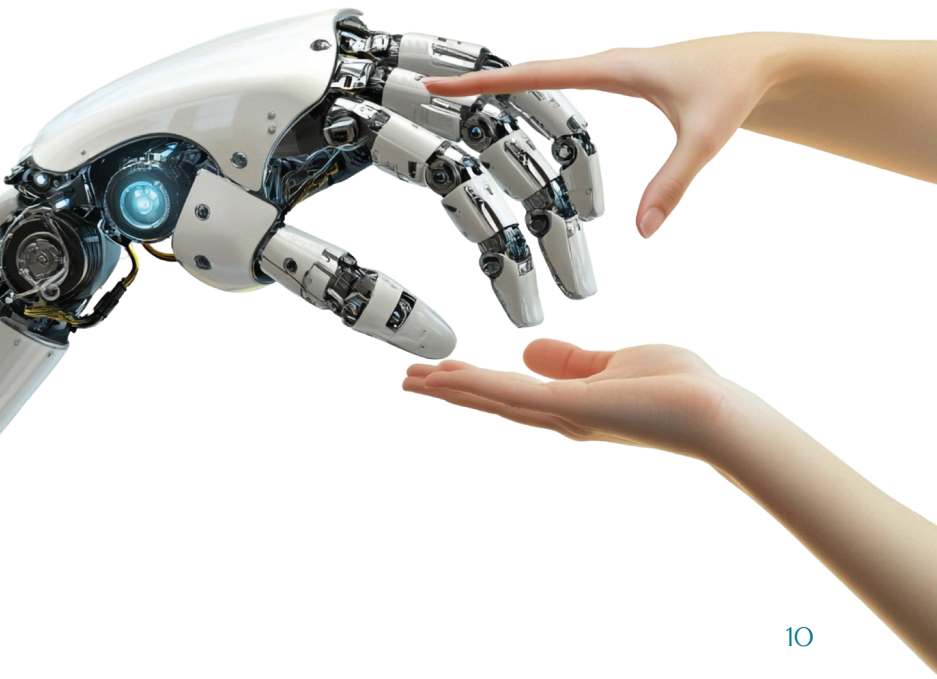
- YZ'ye özel mesleki yeterlilik ve belgelendirme programları (EMO Yeterlilik ve Belgelendirme Yönetmeliği kapsamında) geliştirilmeli, üyelerinin yapay zekâ alanındaki uzmanlıklarını resmîyet kazandırmalı ve sektörün nitelikli insan gücü ihtiyacını karşılamaya katkıda bulunmalıdır.

- Kendi bünyesinde veya işbirliğiyle yapay zekâ odaklı Ar-Ge projelerini destekleyecek mekanizmalar kurmalı, üyelerini bu alanda ürün ve patent geliştirmeye teşvik etmelidir.

- Yapay zekânın etik ve hukuki boyutları konusunda üyelerine danışmanlık hizmetleri sunmalı, bu alandaki regülasyonların oluşturulmasına aktif katkı sağlamalıdır. Özellikle de EMO Etik İlkeleri ve Meslek Ahlakı Yönetmeliği'nin genişletilmesi gereklidir.

- Yapay zekâ alanında faaliyet gösteren şirketler, akademisyenler ve kamu kurumları arasında EMO çatısı altında kümelenmeler ve işbirliği platformları (HUB'lar) oluşturarak bilgi ve kaynak paylaşımı artırılmalı, daha odaklı etkinlikler düzenlenmeli ve artık kendini sorumlu görerek daha çok çalışılmalıdır.

- Yapay zekâ alanında uluslararası meslek örgütleri (IEEE, CIGRE, ACM, Diğer Ülke Meslek Odaları, vb.) ve standart belirleyici kurumlarla aktif işbirliği yaparak, üyelerinin küresel gelişmeleri takip etmelerini sağlamalı ve uluslararası rekabette konumlarını güçlendirmelerine yardımcı olmalıdır.



- Yapay zeka çağı güven duygusunu zedeleyen, algı yönetimini hızlandıran, kamuoyunda günden oluşturabilen, doğru ile yanlış ayırt edebilmeyi zorlaştıran çözümler sunduğunun farkında olarak, mesleğimizin ve ülkemizin geleceği için Kamu adına **etkili bir izleme, takip ve kamuoyunu bilgilendirme platformu** kurularak meslek ile ilgili her türlü yolsuzluk, hırsızlık, ahlaksızlık, etik dışılık, adam kayırmacılık, haksızlık, liyakatsizlik, vb durumları kamuoyuna bilgilendirecek teyit mekanizmaları kurulmalıdır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Sonuç olarak genel değerlendirmelerim aşağıda özetlenmiştir.

Yapay zeka çağında mesleğine, meslektaşına ve en önemlisi üyelerine sahip çıkan bir EMO istiyor isek Odamızda bir zihniyet değişikliğine, altyapının yenilenmesine, üyelerini öncelikleyen yeni çalışmalar yapılmasına ve her zaman ifade ettiğim gibi “dijital bir EMO” ya ihtiyaç vardır. Bu artık kaçınılmazdır.

EMO Yönetmeliklerinin kısa sürede güncellenmesine ve herkesi meslektaşı olarak gören ve bu anlayışla hizmet veren bir yapıya dönüşmeli veya dönüştürülmelidir.

EMO’nun daha **proaktif, yenilikçi ve disiplinlerarası bir yaklaşım benimsemesi gerekmektedir.** Elektrik kabuğunu kırmalı ve üyesi olduğu diğer alanlarda yaşama hakkı vermelidir. Yönetmelikleri güncelleyerek, eğitim programlarını çeşitlendirerek, belgelendirme sistemlerini geliştirerek ve stratejik işbirlikleri kurarak ancak yukarıda belirtilen boşlukları kapatabileceğini artık anlamalıdır. Bu sayede EMO, sadece üyelerinin mesleki gelişimine katkıda bulunmakla kalmayacak, aynı zamanda ülkemizin yapay zekâ ekosisteminin gelişiminde de **kilit bir rol üstlenecektir.**

Zack Bilgi Boşluğu Teorisi açısından bakıldığında, EMO’nun yapay zekâ çağında **bilgi ve strateji boşluklarını kapatma potansiyeli yüksek bir konumda olduğu** ancak, Odamızın, mevcut bilgi birikimi ve güçlü üye tabanından daha çok faydalanarak, **yapay zekâ alanındaki yeni bilgilere ulaşabilir ve bu bilgileri somut stratejilere dönüştürebilir yapıları acil kurması ve hizmete açması** gereklidir.

YZ çağının gelişimine **en çok katkı sağlayan mühendisleri bünyesinde barındıran bir meslek**

odasının üyesi olarak, bunu sadece benim değil tüm meslektaşlarımın istediğini, beklediğini, arzuladığını veya hayal ettiğini (en azından) düşünüyorum. **Artık Odamızı gerçekte bu beklentilere cevap verebilecek üyelerin aday olması ve yönetmesini bekliyoruz.**

Yapay zekânın getirilerinden maksimum şekilde faydalanmak hepimizin ortak hedefi ve beklentisidir. Bunun için bu **teknolojilerin sektöre, kurumlara ve meslek örgütlerine sunduğu fırsatları iyi anlamak ve kullanmak, yeni teknolojiler geliştirmek, yerli teknolojilere bunu entegre etmek, konuya tüm birimlerin özel ilgi göstermesini sağlamak, olası riskleri öngörmek, belirlemek ve gidermek için çalışmalar yapmak ve önlem almak, nitelikli insan sayısını artırmak, ortak kullanım alanları oluşturmak, donanım desteği vermek, yapay zekâ destekleri oluşturmak ve birlikte çalışmak** gereklidir. Belki de en önemlisi ise bu konuda yapılan çalışmalar **koordine etmek ve yönlendirmek** ve yapay zekâ çağında çok önemli bir oyuncu olmak için **strateji geliştirmek, politikalar oluşturmak ve bunları uygulamak, denetlemek ve sürekli iyileştirmeler yapmak** zorundayız.

Sadece YZ değil büyük veri, blok zinciri, siber güvenlik, elektrik üretim, aktarım, dağıtım ve depolama sistemleri, akıllı şebekeler gibi kritik alanlara önemli katkılar sağlayan **Elektrik Mühendisleri Odasının; pasif ve içine kapanık yapısını değiştirmesi, EMO Yönetmeliklerini bizlere sağladığı yetki ve sorumluluk çerçevesinde güncellemesi, bu büyük dönüşümde birer köprü, birer öncü ve birer rehber olma sorumluluğunu yerine getirmesi** gereklidir.

Son olarak, artık Odamızın, **özellikle de mesleğe ve meslektaşlarına daha çok önem verecek politikaları hayata geçirme, mesleki yeterliliklerin sayısını artırma, yeni meslek alanlarını Odamıza kazandırma, etik değerlerin korunmasına daha çok önem verme, sürdürülebilirlik ilkelerinin yaygınlaştırılması ve uluslararası işbirliklerinin geliştirilmesinde aktif rol almalıdır.** Meslek Odamızı, yapay zekâ çağının liderlerinden biri yapma ve tüm üyelerimize en teknolojik hizmeti verme, elektronik seçimini hayata geçirip kolaylaştırma, daha önceki yıllarda olduğu gibi meslek odamızın itibarını geri kazandırma ve **güncel gelişmelere göre meslek odamızın hizmet kalitesini ve şeffaflığı artırma** zamanıdır.

Savaşların Gölgesinde Enerjinin Geleceği ve Milli Enerji Politikası

Ali Rıza ÖNER - *TAYED Yönetim Kurulu Başkanı*

Elektrik Mühendisi
alirzaonertr@gmail.com

1. Enerji Artık Bir Savunma Konusudur

21. yüzyıl, enerji kaynaklarının yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda jeopolitik ve askeri değer taşıdığı bir dönem olarak tanımlanıyor. Rusya-Ukrayna savaşı ve ardından İran-İsrail gerilimi, enerji altyapılarının nasıl birer stratejik hedef haline geldiğini açıkça ortaya koymuştur. Artık enerji yalnızca bir üretim ve tüketim meselesi değil; bir ülkenin varlık-yokluk sorunu-
dur. Bu bağlamda, **enerji bağımsızlığı**, bir tercih değil, bir bekâ politikasıdır.

2. Yerli ve Yenilenebilir Enerji: Kritik Stratejik Avantaj

Fosil yakıtlara dayalı, büyük ölçüde ithalata bağımlı enerji sistemleri hem ekonomik kırılganlık hem de diplomatik bağımlılık üretmektedir. Türkiye, sahip olduğu yüksek güneşlenme süresi, rüzgar potansiyeli, biyokütle ve jeotermal kaynakları ile enerji ihtiyacını **yerli ve yenilenebilir kaynaklardan** karşılayabilecek nadir ülkelerden biridir. Ancak bu kaynakların devreye alınması kadar **doğru şekilde yönetilmesi** de hayati öneme sahiptir.

3. Kurulum Yeterli Değil: Yönetim Kapasitesi Olmazsa Olmaz

Yenilenebilir enerji santrallerini kurmak başlı başına bir başarı değildir. Esas mesele, bu santralleri **anlık şebeke ihtiyaçlarına uygun şekilde yönetebilmektir**. Bu bağlamda:

- **Yük tahmin programları**, üretim ve tüketim senaryolarına göre karar destek mekanizmalarını yönlendirmelidir.

- **Yük alma / yük atma stratejileri**, sistem kararlılığı için gerçek zamanlı optimize edilmelidir.

- **Manevra kabiliyeti yüksek sistem senaryoları**, değişken üretime uygun esneklik sağlamalıdır.

- **SCADA sistemlerinin modernizasyonu**, yalnızca operasyonel verimlilik değil, aynı zamanda **siber güvenlik** açısından da gereklidir.

Ayrıca, **adada çalışan sistemler** ve mikroşebekeler gibi bölgesel enerji çözümleri ile **elektriğin tüketildiği yerde üretilmesi**, hem teknik hem ekonomik avantaj sağlar. Uzun mesafeli hatlarda yaşanan **gerilim düşümü, frekans bozulması ve kayıp-kaçak oranı** gibi sorunlar böylece minimize edilebilir.

4. Depolamalı Rüzgâr ve Güneş Santralleri: Yeni Nesil Enerji Yönetimi

Türkiye'nin 2035 vizyonunda rüzgar ve güneş kurulu gücünde ciddi artış hedeflenmektedir. Ancak bu kaynaklar, doğaları gereği **değişken ve öngörülmesi zor üretim karakterine** sahiptir. Bu nedenle:

- **Batarya enerji depolama sistemleri**,

- **Pompaj depolamalı hidroelektrik**,

- **Yeşil hidrojen üretimi**

gibi teknolojilerle desteklenmedikçe şebeke üzerindeki baskı artacak ve sürdürülebilirlik tehlikeye girecektir.



5. Hibrit Santrallerde Yeni Dönem: Küçük Doğalgaz ile Entegre Sistemler

Yenilenebilir enerji santrallerinin yanına entegre edilecek **küçük ölçekli doğalgaz çevrim santralleri**, hem ani yük ihtiyacına cevap verebilir hem de **sistem kararlılığını sağlar**. Böylece büyük doğalgaz santrallerine olan bağımlılık azalır, yerel esnek üretim kapasitesi artar. Bu tür hibritleşme sayesinde:

- Bölgesel enerji ihtiyacı daha az kayıpla karşılanır,
- Enerji arzı süreklilik kazanır,
- Şebekeye yük bindirilmeden yönetilebilir hale gelir.

6. Biyogaz ve Biyometan: Gerçek Anlamda Yerli Baz Yük Santralleri

Tarımsal atık, evsel katı atık ve hayvansal artıklar gibi biyokütle kaynaklarından üretilen **biyogaz santralleri**, 7/24 çalışabilir karakterleri ile sistemin **baz yük ihtiyacına cevap verir**. Ayrıca bu tesisler:

- Atık sorununu bertaraf eder,
- Karbonsuz enerji üretir,
- Bölgesel kalkınmaya katkı sağlar.

Biyogazdan elde edilecek biyometan, doğalgaz şebekesine entegre edilebilir; bu da dışa bağımlılığı azaltır. Ancak bu dönüşümün gerçekleşebilmesi için, **mevzuat altyapısı hızla tamamlanmalı ve enjeksiyon altyapısı kurulmalıdır**.

7. Enerji Yoğun Sektörlere Yönelik Akılcı Fiyatlandırma ve Politikalar

Türkiye’de **nihai tüketici elektrik fiyatları**, Avrupa ülkelerine kıyasla hâlen oldukça düşük düzeydedir. Bu durum, enerjinin sosyal bir hak olarak uygun fiyatla sunulmasını sağlarken, aynı zamanda **katma değeri düşük ama enerji yoğun** sektörlerin Türkiye’ye yönelmesine yol açabilmektedir. Özellikle:

- Kripto madenciliği,

• Enerji harcaması yüksek ama istihdamı düşük sanayi faaliyetleri,

- Verimsiz dijital altyapı yatırımları

gibi faaliyetler, kamu eliyle sübvansede edilen enerji kaynaklarını tüketmekte, sistem verimliliğini azaltmaktadır.

Bu nedenle:

- Enerji teşvikleri, yüksek katma değer ve istihdam koşullarına bağlanmalıdır.
- Kripto madenciliği gibi sektörler için özel tarifeler geliştirilmeli, yalnızca yenilenebilir kaynaklardan enerji tüketmeleri şart koşulmalıdır.
- Ulusal enerji planlamasında sektör bazlı ayırımlar yapılmalı, verimli kaynak kullanımını esas alan düzenlemeler hayata geçirilmelidir.

8. Sonuç: Enerji Politikası = Milli Güvenlik Politikası

Bugünün enerji sistemi; yalnızca kaynak bazlı değil, **yönetim temelli, verimlilik odaklı, bölgesel dengelere duyarlı ve yerli üretim teminatlı** olmalıdır. Türkiye için enerji politikası artık sadece bir bakanlık sorumluluğu değil, bir **ulusal güvenlik doktrini** konusudur.

Enerji bağımsızlığına dayalı bir gelecek, yalnızca ucuz elektrik değil; **sürdürülebilir ekonomi, güvenli dış politika ve güçlü sanayi** demektir. Kaynağını yerli, sistemini akıllı, hedefini bağımsızlık olarak belirleyen bir enerji anlayışı; gelecek nesillerin en büyük güvencesi olacaktır.



ENERJİ DEPOLAMA YAZI DİZİSİ-3

Enerji Depolama Teknolojilerinin Anatomisine Devam: Elektrokimyasal, Mekanik ve Isıl Sistemlerin İncelenmesi

Gözde DEMİRİSOY - *Elektrik Elektronik Mühendisi & Enerji Sistemleri Yüksek Mühendisi*

gozde.demirsoy@gmail.com

Enerji depolama sistemleri (EDS), yalnızca geçici enerji muhafazası sağlayan yapılar değil, aynı zamanda geleceğin enerji mimarisinin vazgeçilmez bileşenleri haline gelmiştir. Yazı dizimizin önceki bölümlerinde, EDS'lerin tarihsel gelişimi, temel işlevleri ile kimyasal ve elektriksel sistemlerine odaklanılmıştı.

Bu bölümde ise enerji depolama teknolojileri altyapısının diğer boyutları ele alınmaktadır. Bu doğrultuda elektrokimyasal, mekanik ve ısıl enerji depolama sistemleri; yapı taşları, çalışma prensipleri ve uygulama alanları açısından kapsamlı olarak değerlendirilmektedir.

1. Elektrokimyasal Enerji Depolama Teknolojileri

Elektrokimyasal depolama hem elektrik hem de kimyasal enerjinin aynı elektronu paylaşmasıyla elektriği kimyasal biçimde depolama yöntemidir. Elektrokimyasal enerji depolama sistemlerinin önemli uygulama alanları arasında ulaşım ve güç (sabit/taşınabilir) üretimi yer almaktadır. Elektrokimyasal enerji depolama teknolojileri olarak elektrokimyasal kapasitör, batarya (pil, akü) ve yakıt hücreleri kullanılmaktadır [1-3].

1.1. Elektrokimyasal kapasitör

Elektrokimyasal kapasitörler hızlı oksidasyon-redüksiyon (REDOKS) reaksiyonuna dayanmaktadır. Elektrokimyasal kapasitörler metal oksit süper kapasitörler ve iletken polimer süper kapasitörleri içermektedir. Elektrot yüzeyinde oluşan ters çevrilebilir REDOKS reaksiyonunun veya elektrot potansiyeline bağlı olarak kapasite üretmek için hepsini kullanırlar. Kapasiteleri temelde aktif elektrot malzemesinin uygulamalarına dayanmaktadır [4].

1.2. Batarya

Piller, elektrik enerjisini elektrokimyasal enerjiye dönüştürerek depolayan ve istendiği anda da depolanan enerjiyi elektrik enerjisi olarak geri verebilen depolama sistemleridir. Piller, bir veya daha fazla elektrokimyasal hücre veya akış hücreleri gibi, elektrokimyasal aygıtlardan oluşmaktadır. Pillerin bir araya gelerek oluşturdukları pil grupları da “batarya” olarak tanımlanmaktadır [5-6]. Pil hücresi, metal anot (negatif elektrot), metal oksit katyon (pozitif elektrot) ile iki elektrot arasında kimyasal reaksiyonu sağlayan elektrolitten oluşmaktadır. Anot, elektrolizde aşınırken katotta iyonik değişim reaksiyonu sonucu elektrik akımı meydana gelir. Bu reaksiyon sonucu oluşan elektrik enerjisi çeşitli aletlerde kullanılmaktadır.

Piller çeşitli şekillerde sınıflandırılmakta olup aşağıdaki tabloda verilmiştir.



Tablo 1. Pillerin sınıflandırılması [3]

Sınıflandırma Tipi	Alt Kategori	Açıklama
Çalışma Prensipleri	Birincil Hücre/ Pil	Genellikle şarj edilemez. Taşınabilir elektrikli ve elektronik aletler, aydınlatma, fotoğraf ekipmanları ve oyuncaklar gibi uygulamalarda yaygın olarak kullanılan ucuz ve kolay enerji kaynaklarıdır. Uzun raf ömrü, düşük ve orta deşarj oranlarında yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmaları, küçük boyutlarda olmaları, kullanımı kolay olma avantajlarına sahiptir. Emici malzeme veya ayırıcıda bulunan elektrolitleri kullanırlar. Elektrolit tipine göre sulu ve susuz olarak sınıflandırılabilir. [3,7] Sulu: Zn-C, Zn-AgO. Susuz: Li-SOCl ₂ , Li-MnO ₂ , LiI ₂ , LiAg ₂ V ₄ O ₁₁ vb.
	İkincil Hücre/ Pil	Deşarj esnasında akımın tersi yönde hareket ederek devreden geçmesiyle şarj edilebilirler [11]. elektrolit çeşidine göre sınıflandırılmaktadır. Su ve çözücülere dayanan sulu ve susuz elektrolitlere göre 2 çeşittir. Sulu: Kurşun Asit, NiMH, NiCd. Susuz: Li-ion, NaS, Metal-Hava vb.
	Yedek Hücre/ Pil	Hücredeki aktif kimyasallar gerekli olana kadar ayrılır ve izole edilir, elektrolit olmadan monte edilir, uzun süreli depolama için tercih edilir.
	Yakıt Hücresi	Hidrojen gibi yakıtlardan elektrik üretir. Tükenmezler veya tekrar şarj edilmeye gerek duymazlar. Yakıt sürekliliği olduğunda elektrik ve ısı üretirler [3]. Elektrolit tipi yakıt hücrelerin polimer elektrolit membran, alkalın, metanol, fosforik, karbonat, katı oksiti tersinir türleri bulunmaktadır.
Deşarj Derinliği	Sığ Döngülü	Çevrim ömrü deşarj derinliğine bağlıdır. Sığ deşarjlar, derin deşarjlara göre daha fazla çevrim sağlar.
	Derin Döngülü	Yenilenebilir enerji uygulamaları için uygundur, daha az kalın plaka içerir.
Elektrolit Tipi	Islak (Su Basmış)	Yenilenebilir uygulamalarda yaygındır.
	Sızdırmaz	İki çeşit sızdırmaz pil bulunmaktadır: Jel ve Absorbe Cam Mat
Kimyasal Yapı	Çeşitli Kimyasallar	Pil yapısında kullanılan kimyasal bileşenlere göre sınıflandırılmaktadır. Seçili pil çeşitlerinin özellikleri Tablo 2’de ve karşılaştırmaları ise Tablo 3’te verilmiştir [7].

Not: Bazı kaynaklar, yakıt hücrelerini pillerden farklı olarak **ayrı bir elektrokimyasal sistem kategorisi**—başka bir ifadeyle **bağımsız bir grup**—olarak ele almaktadır. Bu yazıda da, her ne kadar yakıt hücrelerine pillerin alt başlığında kısaca değinilmiş olsa da, söz konusu yaklaşım benimsenerek **yakıt hücreleri bataryalardan bağımsız şekilde detaylandırılmıştır**. Diğer bir ifadeyle ayrı bir grup olarak ele almaktadır. Bu yazıda da her ne kadar pillerin alt başlığında kısaca yakıt hücrelerine değinilse de yakıt hücreleri, bu yaklaşım benimsenerek bataryalardan bağımsız olarak detaylandırılmıştır.

Tablo 2. Seçili pil çeşitlerinin özellikleri [2,8]

Pil Türü	Nominal Gerilim (V)	Özgül Enerji (Wh kg ⁻¹)	Hacimsel Enerji Yoğunluğu (Wh L ⁻¹)	Özgül Güç (W kg ⁻¹)	Yaşam Döngüsü	Kendi Kendine Deşarj (aylık %)	Hafıza Etkisi	Çalışma Sıcaklığı (°C)
Kurşun Asit (Pb-Asit)	2,0	35	100	180	1000	< 5	Hayır	-15 ila +50
Nikel-Kadmiyum (Ni-Cd)	1,2	50-80	300	200	2000	10	Evet	-20 ila +50
Nikel Metal Hidrit (Ni-MH)	1,2	70-95	180-220	200-300	< 3000	20	Seyrek	-20 ila +60
ZEBRA	2,6	90-120	160	155	> 1200	< 5	Hayır	+245 ila +350
Lityum-İyon (Li-İyon)	3,6	118-250	200-400	200-430	2000	< 5	Hayır	-20 ila +60
Lityum-Demir Fosfat (LiFePO ₄) (LFP)	3,2	90-140	220	2000-4500	> 3000	< 5	Hayır	-20 ila +70
Lityum-Kobalt-Oksit (LiCoO ₂) (LCO)	3,6	150-200	-	-	500-1000	-	-	-25 ila +55
Lityum-Manganez-Oksit (LiMn ₂ O ₄) (LMO)	3,7	100-150	-	-	300-700	-	-	0 ila +50
Lityum-Nikel-Kobalt-Alüminyum (NCA)	3,6	200-260	-	-	500	-	-	-
Lityum-Nikel-Manganez-Kobalt (NMC)	3,6	150-220	370	2300	1000-2000	-	-	-
Lityum-Titanat-Oksit (LTO)	2,4	50-80	90	4000	3000-7000	-	-	-
Çinko-Hava (Zn-Air)	1,65	460	1400	80-140	200	< 5	Hayır	-10 ila +55
Lityum-Kükürt (Li-S)	2,5	350-650	350	-	300	8-15	Hayır	-60 ila +60
Lityum-Hava (Li-Air)	2,9	1300-2000	1520-2000	70-100	100	< 5	-	-10 ila +70

Tablo 3. Seçili pil çeşitlerinin karşılaştırmaları [2,8]

Pil Türü	Östün Yönleri	Zayıf Yönleri
Kurşun Asit (Pb-Asit)	•Düşük fiyat •Yüksek özgül güç	•Düşük özgül enerji •Kısa yaşam ömrü •Yüksek bakım maliyeti
Nikel-Kadmiyum (Ni-Cd)	•Yüksek hacimsel enerji yoğunluğu	•Geri dönüşüm maliyeti yüksek •Pahalı kadmiyum •Kadmiyumun zehirli madde olması •Çevreye zararlı •Hafıza etkisi
Nikel Metal Hidrit (Ni-MH)	•Yüksek enerji yoğunluğu •Güvenli •Uzun yaşam ömrü	•Yüksek fiyat •Kendi kendine deşarj yüksek •Hafıza etkisi
ZEBRA	•Yüksek sıcaklık aralığında çalışma •Yüksek özgül enerji	•Düşük özgül güç
Lityum-İyon (Li-İyon)	•Yüksek hacimsel enerji yoğunluğu •Yüksek özgül enerji ve özgül güç •Yüksek nominal voltaj	•Kullanım ömrü az •Güvenilirlik •Yüksek maliyet
Lityum-Demir Fosfat (LiFePO ₄) (LFP)	•Yüksek çevrim ömrü •Yüksek özgül güç •Düşük maliyet •Uzun ömürlü	•Düşük özgül enerji
Lityum-Kobalt-Oksit (LiCoO ₂) (LCO)	•Yüksek özgül enerji •Yüksek nominal voltaj	•Düşük güvenlik •Yüksek maliyet •Düşük yaşam ömrü
Lityum-Manganez-Oksit (LiMn ₂ O ₄) (LMO)	•Yüksek nominal voltaj •Maliyet düşük	•Düşük çevrim ömrü
Lityum-Nikel-Kobalt-Alüminyum (NCA)	•Yüksek özgül enerji •Yüksek özgül güç	•Düşük çevrim ömrü •Düşük güvenlik •Yüksek maliyet
Lityum-Nikel-Manganez-Kobalt (NMC)	•Yüksek özgül enerji •Yüksek özgül güç Yüksek verimlilik	•Düşük kararlılık
Lityum-Titanat-Oksit (LTO)	•Yüksek özgül güç •Yüksek çevrim ömrü •Yüksek güvenlik	•Düşük özgül enerji •Düşük hacimsel enerji yoğunluğu •Yüksek maliyet
Çinko-Hava (Zn-Air)	•Yüksek özgül enerji •Yüksek hacimsel enerji yoğunluğu	•Düşük nominal voltaj •Düşük çevrim ömrü
Lityum-Kükürt (Li-S)	•Yüksek özgül enerji •Yüksek hacimsel enerji yoğunluğu •Geniş sıcaklık aralığında çalışma	•Düşük nominal voltaj •Yüksek kendi kendine deşarj oranı
Lityum-Hava (Li-Air)	•Yüksek teorik özgül enerji	•Düşük çevrim ömrü •Düşük güvenlik

Tabloda yer alan sodyum nikel klorür (NaNiCl) pillere Zebra pilleri de denir. Zebra ismi “Sıfır Emisyon Batarya Araştırma Faaliyeti” (Zero Emission Battery Research Activity) projesinden türetilmiştir. ZEBRA pil, elektrikli araç uygulaması için uygun olan yüksek enerji yoğunluğuna ve güç yoğunluğuna sahiptir. Bununla birlikte, aşırı çalışma sıcaklığı, termal yönetimi ve güvenlik endişeleri üzerinde büyük baskı oluşturmıştır [8]. Kurşun asit pil, elektrikli araç motorlarını çalıştırmak için güç sağlayan uzun süreli olan (100 yıl) pillerin gelişmiş şekilleri olup sabit enerji depolama kullanımları için uygundur. Ticari olarak piyasada bulunmaktadır. Ayrıca, faydalı şarj ve deşarj edilebilir durumları başka kullanım amaçları için araştırılmaya devam edilmektedir [2]. Lityum iyon piller; enerji depolama kapasitelerinin yüksek, iç dirençlerinin düşük ve verimleri %90’ın üzerinde olması nedeniyle uygulamada yaygın kullanılmaktadır. Bu pillerin verimlilikleri enerji yoğunluklarından dolayı yüksektir. Bu nedenle enerji kalitesinin önem arz ettiği yerlerde, enerji dağıtım şebekelerinde, cep telefonu, dizüstü bilgisayar gibi kişisel elektronik cihazlar, elektrik araçlarında ve sabit enerji depolama sistemleri için kullanılan en fazla tercih edilen şarj edilebilir pillerdir. Bunun yanında detaylı olarak lityum iyonun uygulamaları incelendiğinde, öncelikle kara yolu ulaşımı, özellikle hibrit ve elektrikli araçlar, şebeke destek hizmetleri (şebeke işletimi daha esnek), havacılık ve taşımacılıkta günlük depolama ve mevsimsel enerji depolaması için kullanıldığı görülmektedir. Ömürlerini uzatmak için, örneğin süper kapasitörler ve yenilenebilir enerji kaynakları ile paralel olarak bağlanmaktadır [2].

Redoks akış pilleri, içerisine eklenen hidroklorik ve sülfürik asit ile Li-ion türevlerine göre %70 daha yüksek yoğunluk gözlenmiştir. Bu pil çeşidi rüzgar tribünleri ve güneş panellerinden elde edilen enerjinin depolanması amacıyla kullanılmıştır. Elektrikli araçlara uygulanması durumunda ise bir şarj ile 1600 km sürüş olanağı tanımaktadır. Bu piller daha hafif ve yüksek enerji depolama imkanı sunmaktadır [3]. Söz konusu piller, anolit ve katolit kimyalarına göre; vanadyum redoks akış pilleri (VRB’ler), polisülfür/brom akış pilleri (PSB’ler), demir/krom akış piller (ICB), çinko/bromlu akış pilleri (ZBB), vanadyum/seryum akış pilleri, çözünür kurşun-asit akış pilleri olarak sınıflandırılabilir [9].

İlgili piller içinde VRB’ler, vanadyum bazlı elekt-

rolitin pozitif ve negatif akü bileşenlerinde akışı, tekrar tekrar şarj-deşarj olmasını sağlayan elektrokimyasal oksidasyon/redüksiyon işleminden geçer. Diğer pil türlerinden temel farkı, enerjinin doğrudan elektrolit içine depolandığı, elektrolitin dolaşımındaki akışı sırasında şarj-deşarjın gerçekleşmesidir. Büyük miktarlarda enerjinin uzun süre depolanmasına imkân veriler; şarj etmek için güç kaynağı yoksa elektrolit değiştirerek yeniden şarj edilebilirler; emniyet bakımından diğer pillere göre (özellikle Li piller) herhangi bir yanma-patlama özelliği göstermezler; aynı anda hem şarj hem deşarj olabilir; %100 deşarj derinliğine sahiptir ve bu durum batarya ömrünü etkilemez; kullanım süreleri uzundur ve kullanım kaynaklı kapasite azalması olmaz. Güç üretimi ve enerji depolama bileşenleri ayrı olduğundan, vanadyum redoks akış piller tasarım esnekliği sunar. Herhangi bir depolama kapasitesi, herhangi bir güç çıkışı kapasitesiyle eşleştirilebilir [2]. Özet olarak, vanadyum redoks akış pilinin uzun hizmet ömürleri ve yüksek güvenlikleri nedeniyle enerji depolama alanında kullanılmaktadır ki bu durum, vanadyum redoks akış pillerini vanadyumun gelecekteki en önemli kullanım alanından biri haline getirecektir [2]. Söz konusu pillerin en önemli dezavantajı bulunmaktadır ki bu da düşük enerji yoğunluğudur. Ancak tanklar, herhangi bir boyuta ölçeklendirilebildiğinden, çok daha fazla toplam enerji depolama özelliğine sahiptir. Bir diğer önemli dezavantaj ise pilde kullanılan ve pil teknolojisinde uygun bir malzeme olarak kabul edilen vanadyum maddesinin de kritik bir hammadde olması ve bu açıdan Çin’e bağımlılık yaratmasıdır [9-10]. Ülkemizde Şırnak, Mardin-Silopi asfaltit yatakları ile Seydişehir boksitlerinde vanadyum bulunmaktadır. Bunların dışında Türkiye’de bilinen vanadyum yatağı bulunmamaktadır [10]. Ülkemizde doğrudan vanadyum cevheri üretimi yoktur. Mevcut vanadyum kaynakları ise ekonomik değildir. Ancak, içinde vanadyum bulunan diğer cevherleşmelerin işletilmesi sırasında yan ürün olarak kazanma için teknoloji geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Ülkemiz vanadyum ihtiyacı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. İthal edilen vanadyum demir-çelik sektöründe demir alaşımları üretmek için kullanılmaktadır. İthal edilen vanadyum ürünleri ferrovanadyum, vanadatlar ve vanadyum pentaoksittir [10].

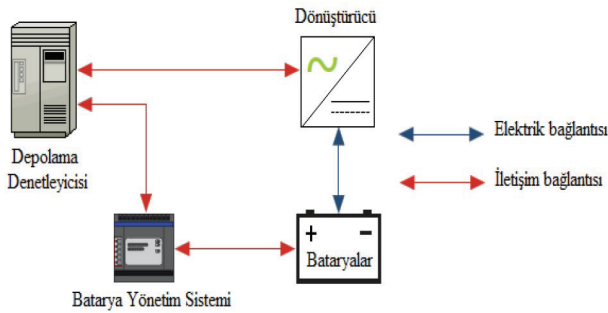
Yukarıda bahsi geçen piller haricinde literatürde yer alan piller aşağıda özetlenmiştir:

Tablo 4. Seçili pil teknolojileri ve özellikleri

Pil Teknolojisi	Özellikler
Metal Hava Pili	Li-ion pillere göre daha yüksek teorik enerji yoğunluğu; elektrikli araç ve şebeke depolamada önerilmektedir.
Lityum Metal Pili	Başta elektrikli araçlar olmak üzere çok çeşitli potansiyel uygulama alanları bulunmaktadır.
Sodyum Sülfür Pili	Sabit uygulamalar için uygundur. Yenilenebilir kaynakların entegrasyonunu destekler. Sanayi ve acil durumlarda kullanılır.
Lityum İyon Pili	Kısa sürede yüksek güç sağlar.
Nikel Kadmiyum Pili	Acil aydınlatma, telekom, güneş enerjisi sistemleri, uzay araçları; yaklaşık %75 verimliliğe sahip olma.
Alüminyum Grafit Pili	Çok hızlı şarj olabilir. Şu an düşük enerji çıkışıyla sınırlı (1.5 V).
Sodyum İyon Pili	Li-ion alternatifi yeni nesil sistemdir. Ağır yapısı nedeniyle dezavantajlıdır; henüz ticari değildir.
Lityum Sülfür Pili	Yüksek kapasite sunar ama ömrü kısadır. Korozyon sorunları vardır.
NanoBolt Lityum Tungsten Pili	Geniş yüzey alanlı anotlar sayesinde daha fazla enerji depolar ve hızlı şarj olur.
Katı Hal Pili	SSD teknolojisinden esinlenmiştir. Seramik, sülfat vb. ile yüksek enerji yoğunluğu (2-10 kat); yangın riski düşüktür.
Biyoelektrokimyasal Pili	Anaerobik bakterilerle çalışır, kendini yeniler; teoride sonsuz ömür. MFC'lerle ilişkilidir.
Organosilikon Elektrolit Pili	Li-ion pillerdeki yanma riskini azaltmak için organosilikon bazlı çözücüler içerir. Araştırma aşamasındadır.
Altın Nanokablolu Jel Elektrolit Pili	Altın nanokablolar ve MnO ₂ kaplama ile 200.000 defa şarj edilebilir; aşınma gözlenmez.

Detayları yukarıda verilen pillerin bazıları çeşitli endüstrilerde kendilerine uygulama alanı bulurken bazıları da araştırma ve geliştirme aşamasındadır.

Pillerin modüler yapıdaki birleşimleriyle oluşturulan batarya enerji depolama sistemleri, enerji alt yapısında kritik bir rol oynamakta olup batarya enerji depolama sisteminin temel bileşenleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 1. Batarya enerji depolama sistemi [2]

Bataryanın enerji depolama kapasitesi alternatif enerji sistemlerinin boyutlandırılmasında önemli

bir etkidir. Batarya boyutları, ihtiyaç duyulan enerji miktarına göre tasarlanmaktadır. Uygun ortam koşullarında, özellikle 20 °C sıcaklıkta işletildiğinde, bataryaların ömrü genellikle 5 ila 10 yıl arasında değişmektedir [2].

Batarya depolama teknolojileri, merkezi ve dağıtık üretim yapılarında kullanılmakta olup teknolojik ilerlemelere paralel olarak uygulama alanları hızla genişlemektedir. Özellikle güneş enerjisi sistemlerinde ve konut uygulamalarında kullanımları yaygınlaşırken elektrikli araçlarda ise temel güç kaynağı olarak önemli bir rol üstlenmektedir [2].

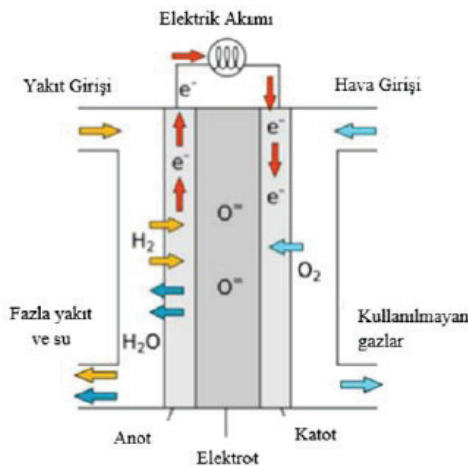
Bu yaygın kullanımın temelinde, batarya enerji depolama sistemlerinin sunduğu çok yönlü işlevsellik yatmaktadır. Bu sistemlerin sağladığı en önemli avantaj, aktif ve reaktif güç ihtiyaçlarını karşılama esnekliğidir. Bu yetenek sayesinde batarya enerji depolama sistemleri, yatırımcılar, tüketiciler ve sistem operatörleri açısından; üretim, iletim ve dağıtım seviyelerinde çeşitli şebeke hizmetlerinin sağlanmasına olanak tanımaktadır [11].

Tablo 5. Batarya enerji depolama sistemlerinin paydaşlara göre kullanım amaçları [12]

İlgili Taraflar	Hizmet Alanları	Örnek Uygulamalar
Yatırımcılar	Fiyat ve üretim yönetimi	- Fiyat arbitrajı - Üretim kesintisi yönetimi - Üretim santrali yük profili düzenlemesi - Dengesizlik ve dengesizliğe bağlı maliyet yönetimi - Yenilenebilir enerji santrallerinin entegrasyonunu hızlandırma
Tüketiciler	Enerji güvenliği ve verimlilik	- Yük kaydırma (load shifting) - Enerji güvenliği (elektrik kesintilerinden tüketicinin korunması)
Sistem Operatörleri	Yan hizmetler ve şebeke desteği	- Primer Frekans Kontrolü (PFK) - Sekonder Frekans Kontrolü (SFK) - Dengeleme Güç Piyasası (DGP) - Reaktif güç/gerilim desteği - Oturan sistemin toparlanması (Black Start) - Hızlı Frekans Tepkisi (FFR) - Rampalama rezervi - Dinamik reaktif güç desteği - Yatırım erteleme - Kısıt yönetimi - Kararlılık desteği

1.3. Yakıt hücresi

Yakıt hücresi, hidrojen veya başka bir yakıtın enerjisini elektrokimyasal reaksiyon ile elektrik enerjisine dönüştürmektedir [2]. Bir yakıt hücresi; anot, katot ve elektrolit zarından oluşmaktadır [13].



Proton değişim membran yakıt hücreleri çalışma prensibi incelendiğinde, hidrojen anottan ve oksijen katottan geçerek çalışmaktadır. Hidrojen anotta elektronlara ve protonlara ayrışır. Elektronlar bir elektrik akımı ve aşırı ısı üretirken protonlar elektrolit zarından geçer. Katotta protonlar, elektronlar ve oksijen birleşerek su molekülleri oluşturur. Sonuç olarak, yakıt hücresi hidrojen ve oksijeni bir elektrokimyasal reaksiyonla birleştirerek elektrik, su ve ısı üretmektedir. Gerekli yakıt (anot tarafı) ve oksitleyici (katot tarafı) sağlandığı sürece yakıt hücresi sonsuza kadar çalışabilmektedir. Diğer ifadeyle, yakıt sürekliliği sağlandığında elektrik ve ısı üretirler, tükenmezler ve tekrar şarj edilmeye gerek duymazlar [13].

Şekil 2. Tipik yakıt hücresinin çalışma prensibi [13]

Tablo 6. Yakıt hücreleri ve pillerin karşılaştırılması [2]

Özellik	Yakıt Hücreleri	Piller
Çalışma Prensipleri	Sürekli olarak dışarıdan sağlanan yakıtla çalışan açık sistem	Kapalı sistemde kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.
Reaktan Tüketimi	Elektrokimyasal reaksiyon sırasında yakıt sürekli olarak tüketilir	Enerji, hücre içerisinde depolanır; reaktantlar sınırlı ve kapalı sistemdedir.
Elektrot Yapısı	Katalitik elektrotlar; genellikle kararlıdır.	Elektrotlar reaksiyona girer ve zamanla değişir
Özgül Enerji (Wh/kg)	Yüksek (pillerden daha yüksek enerji yoğunluğu)	Daha düşük (yakıt hücresine göre)
Özgül Güç (W/kg)	Düşük (yüksek enerjiye rağmen anlık güç çıkışı sınırlı)	Daha yüksek özgül güç
Maliyet	Yüksek	Görece daha düşük
Yük Değişimine Uyum	Düşük tepki hızı; ani yük değişimlerine adaptasyon zayıf	Yük değişimlerine daha hızlı uyum sağlar.

Yakıt hücresi çeşitleri arasındaki temel ayırt edici unsur, kullanılan elektrolit malzemesidir [14]. Çünkü elektrolit, yakıt hücresinin tasarım ve çalışma performansı üzerinde belirleyici etkilere sahiptir.

Piyasada farklı elektrolitlere sahip yakıt hücreleri bulunmaktadır. Her bir hücre tipi, elektrolit yapısına bağlı olarak farklı sıcaklık aralıklarında çalışır ve uygulama alanlarına yönelik özel avantajlar sunar. Yaygın olarak kullanılan yakıt hücresi türleri arasında; proton değişimli membran (Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC), erimiş karbonat (Molten Carbonate

Fuel Cell, MCFC), alkali (Alkaline Fuel Cell, AFC), fosforik asit (Phosphoric Acid Fuel Cell, PAFC) ve katı oksitli yakıt hücre (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) teknolojileri yer almaktadır [2]. Söz konusu yakıt hücre teknolojilerinin çalışma sıcaklığı ve elektrik verimliliğinin karşılaştırmaları tabloda verilmiştir.

Tablo 7. Farklı yakıt hücre teknolojilerinin karşılaştırılması [2]

Özellik /Yakıt Hücresi Tipi	PEMFC	PAFC	MCFC	SOFC
Elektrolit	Polimer iyon değişim filmi	Fosforik asit	Karbonat	Çinko üzerine tutturulmuş yittria (YSZ)
Elektrolit Taşıyıcısı	H ⁺	H ⁺	CO ₃ ²⁻	O ₂ ²⁻
Hücre Materyali	Karbon	Karbon	Nikel, paslanmaz çelik	Seramik vb.
Güç Yoğunluğu (W/kg)	350-1500	120-180	30-40	15-20
Yakıt Türü	H ₂ , Hidrokarbonlar	H ₂ , Hidrokarbonlar, fosil yakıtlar	H ₂ , Hidrokarbonlar	H ₂ , Hidrokarbonlar
Çalışma Sıcaklığı (°C)	80	200	600-700	1000
Güç Üretim Verimi (%)	60	37-42	45-60	60-70
Uygulama Alanları	Ulaşım araçları, askeri sistemler	Ticari uygulamalar (oteller, hastaneler vb.)	Elektrik santralleri	Ticari uygulamalar, sanayi uygulamaları, elektrik santralleri

2. Mekanik Enerji Depolama Teknolojileri

Mekanik enerji depolama teknolojilerinde enerji; fiziksel ilkeler kullanılarak kinetik, potansiyel formda veya basınç enerjisi olarak depolanmakta ve ihtiyaç anında elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Yüksek güç kapasiteleri, uzun operasyonel ömürleri ve basit çalışma prensipleri ile öne çıkan bu sistemler; özellikle büyük ölçekli enerji yönetimi uygulamaları, yenilenebilir enerji kaynaklarının sistem entegrasyonu ve şebeke dengeleme açısından uygundur. Başlıca mekanik enerji depolama teknolojileri; volan (FESS), pompalı hidro (PHS) ve sıkıştırılmış hava tabanlı depolama teknolojileridir (CAES)[13].

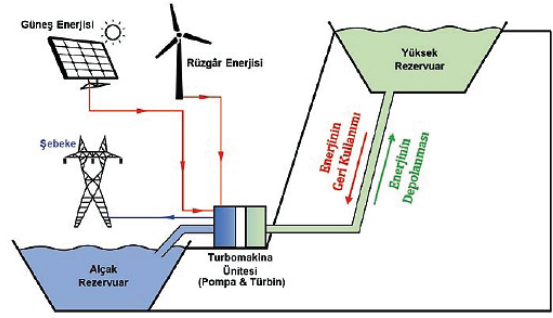
2.1. Pompalı Hidro

Literatürde pompalı hidro, pompaj depolama, pompalı depolama gibi terimlerle ifade edilen bu yöntemin temel prensibi, elektrik talebinin düşük olduğu dönemlerde suyun alt rezervuardan üst rezervuara pompalanarak enerjinin potansiyel enerji formunda depolanmasına dayanmaktadır. Bu sayede sistem, yüksek talep anlarında hızlı ve güvenilir biçimde enerji üretimine hazır hale gelmektedir.

Elektrik talebinin arttığı, üretimin düşük olduğu durumlarda ya da diğer enerji santrallerinde meydana gelebilecek planlanmamış kesintileri dengelemek amacıyla, depolanan su türbinlerden geçirilerek yeniden alt rezervuara yönlendirilmekte ve bu süreçte elektrik üretilmektedir. Böylece suyun döngüsel olarak yeniden kullanımı sağlanmakta ve enerji arz güvenliği desteklenmektedir [13,15].

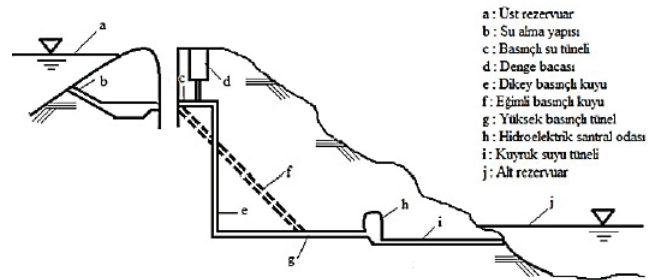
Söz konusu su döngüsü, yalnızca enerji depolamaya hizmet etmekle kalmamakta; aynı zamanda, yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekedeki payının giderek arttığı günümüz enerji sistemlerinde, frekans ve voltaj regülasyonu gibi kritik hizmetleri sağlayarak sistem kararlılığına önemli katkılar sunmaktadır.

Ayrıca kurak dönemlerde dahi bu sistemlerin avantaj sağladığı, rezervuar yönetiminin optimize edilmesiyle suyun, tarımsal sulama gibi alanlarda ikili fayda sağlayacak şekilde kullanılabilirdiği de ifade edilmektedir.



Şekil 3. Pompalı hidro enerji depolama çalışma şekli [6]

Ayrıca, ilgili akademik ve teknik kaynaklarda “pompalı hidroelektrik depolama”, “pompaj depolamalı hidroelektrik santralleri (PDHES/PHES)” ve “pompa depolamalı hidroelektrik santralleri” gibi ifadeler, aynı temel prensibe dayanan bu teknolojiyi tanımlamak üzere eşdeğer kavramlar olarak kullanılmaktadır.



Şekil 4. Pompalı hidro depolama sistem şeması [13]

Pompaj depolamalı hidroelektrik santrali (PDHES) iki rezervuardan, pompalardan, türbinlerden, motorlardan, jeneratörlerden, cebri borulardan, akış kontrol valflerinden, sistem kontrolöründen ve yardımcı ekipmanlardan oluşmaktadır. PDHES, 90 saniye içerisinde çevrimiçi olmakta ve 120 saniye içinde tam güce çıkabilmektedir. Ayrıca pompalama modundan üretime veya üretimden pompalama moduna 180-240 saniye aralığında geçebilmektedir. Pompaj depolamalı sistemlerin verimliliği ise %75 ile %80 arasında değişmektedir [15]. Yüksek ilk yatırım maliyetlerine rağmen, PDHES uzun vadede yatırım geri dönüşü imkanı sunmaktadır ve batarya teknolojilerine kıyasla daha düşük birim maliyetle enerji depolama yapmaktadır.

PDHES’lerin avantaj ve dezavantajları arkadaki tabloda özetlenmiştir [15].

Tablo 8. PDHES’lerin avantaj ve dezavantajları

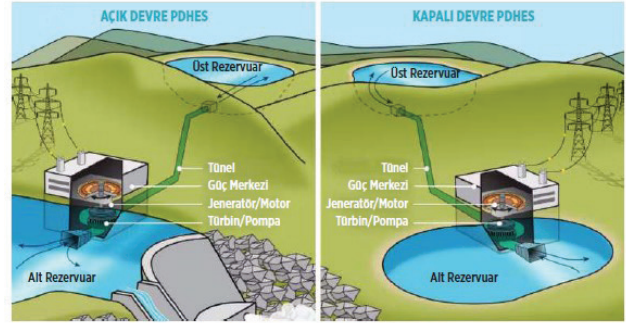
Avantajlar	Dezavantajlar
Kurulum ve işletme açısından eski ve güvenilir bir teknoloji olması	Potansiyel kaynakların coğrafi olarak sınırlı olması
Çok düşük enerji kayıpları bulunması	Hazırlık sürecinin uzun yıllar alması (Planlama ve inşaat süreci 6 ila 10 yıl sürebilmektedir.)
Düşük işletme maliyetlerine sahip olması	Verimliliğin %70–80 seviyelerinde kalması
Başlama ve durdurma esnekliği sağlaması	Özel coğrafi yapı ve su kaynağı gerektirmesi
3–5 dakika içinde hızlı devreye girme yeteneğine sahip olması	Rezervuarlar arası ulaşım zorlukları
Yük dengesizliklerinde frekans regülasyonu sağlaması	Yerleşim alanlarından uzak olması gerekliliği sağlaması
Büyük miktarda enerji depolayabilmesi	Çevresel etkilerinin yüksek olabilmesi
Yaklaşık 75 yıl gibi uzun bir kullanım ömrüne sahip olması	
Ekonomik bir çözüm sunması	
6 ila 24 saat arasında veya daha uzun süreli enerji depolama kapasitesine sahip olması	

PDHES, genel çalışma prensiplerine göre iki ana kategoriye ayrılmaktadır [15].

Kapalı devre PDHES: Daha önce üst rezervuara pompalanmış su hacmi kullanılmaktadır. Alt ve üst rezervuarı besleyen harici doğal bir akış bulunmamaktadır.

Açık devre PDHES: Üst ya da alt rezervuar doğal bir akış ile beslenmektedir. Bazı açık devre PDHES uygulamalarında üst rezervuarın büyük ölçüde doğal kaynaklardan beslendiği durumlar da söz konusudur. Bu sayede, üst rezervuarın suyla doldurulması gereken durumlarda, alt re-

zervuardan pompalama yapılmaksızın yalnızca doğal akışla su temini mümkün olabilmektedir.



Şekil 11: Açık ve Kapalı Devre PDHES (www.pnnl.gov)

Şekil 5. Açık ve kapalı devre PDHES [15]

Dünya üzerindeki depolama teknolojilerinin büyük çoğunluğu PDHES’tir. Aynı şekilde, toplam depolama kapasitesinin büyük bir oranı PDHES’e aittir [15].

PDHES projelerinde maliyetler proje bazında farklılık göstermekle birlikte; büyük ölçüde proje sahasının jeolojik, topografik ve hidrolojik özelliklerine bağlıdır. Bu tür santraller genellikle engebeli arazilerde, yerleşim yerlerinden uzak, ulaşım yolları ve iletim hatlarına erişimin kısıtlı olduğu bölgelerde konumlanmaktadır. Dolayısıyla, bu projelerde çevresel ve altyapısal koşullar genellikle zorlu ve maliyet artırıcı niteliktedir [15].

PDHES projelerinde maliyet değişimlerini belirleyen ana kriterler üç temel grupta sınıflandırılabilmektedir [15]:

1. Ekipman seçimi (sabit, değişken hızlı veya bazı hibrit yaklaşımlar) : Sabit ve değişken hızlı üniteler arasındaki maliyet farkı yaklaşık %25 düzeyindedir. Bu fark, ağırlıklı olarak değişken hızlı sistemlerde daha fazla güç elektroniği ekipmanına duyulan ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, bu tür ekipmanların yerleştirilmesi için santralin daha büyük tasarlanması gerektiği belirtilmektedir.
2. Proje boyutu/kapasitesi
3. Mevcut altyapının mevcudiyeti (iletim, barajlar, rezervuarlar vb.)

PDHES projelerinde yatırım süresinin uzunluğu ve inşaat maliyetlerinin yüksekliği dikkate alındığında, ticari finansman kuruluşlarına kıyasla

daha esnek geri ödeme koşulları ve uzun vadeler sunabilen yatırım bankaları aracılığıyla sağlanan finansman seçenekleri daha uygun bir alternatif olarak değerlendirilmektedir [16]. Yatırım bankalarının finansman değerlendirme süreçlerinde, fizibilite raporları, çevresel etki değerlendirme (ÇED) belgeleri ve araziye ilişkin kamulaştırma koşulları başlıca öncelikli kriterler arasında yer almaktadır. Risk değerlendirme sürecinde ise yatırımcıya ilişkin riskler, teknoloji kaynaklı riskler, proje tamamlama ve işletme riskleri, enerjinin satın alınmasına dair belirsizlikler, piyasa dalgalanmaları ve ülke riskleri gibi başlıca faktörler dikkate alınmaktadır. Ayrıca, PD-HES projelerinin kamu-özel sektör iş birliği (KÖİ) modeliyle gerçekleştirilmesi; tarife garantisi ve enerji satın alma garantisi gibi mekanizmalar aracılığıyla finansörler açısından bir güvenlik ağı oluşturmaktadır [16].

2.2. Sıkıştırılmış hava

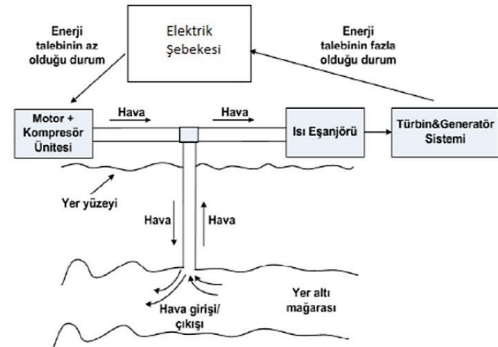
Sıkıştırılmış hava enerji depolama teknolojileri (SHED, CAES, Compressed Air Energy Storage CAES), coğrafi koşulların elverişliliğine bağlı olarak yer altındaki oyuklarda havanın depolanmasıdır. SHEDT sistemleri güçlü bir enerji rezervi oluşturma kapasitesine sahiptir. Bu yöntemin temel prensibi, enerji talebinin düşük olduğu dönemlerde yenilenebilir kaynaklardan (örneğin rüzgâr ve güneş) elde edilen fazla elektrik enerjisinin, yüksek basınçlı hava üretiminde kullanılmasıdır [2, 17].

Daha teknik bir ifadeyle SHED; yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji ile atmosferden emdiği temiz havayı (temiz hava yanma anında verimliliği artırır) bir kompresör ile sıkıştırmakta ve yüksek basınçla dayanıklı borular yardımıyla yeraltındaki mağaralarda depolamaktadır [13]. Bu arada, depodan daha fazla yararlanabilmek için sıkıştırma işleminden önce hava soğutulmaktadır. Rezervuarda bulunan depodaki basınç 100 bara kadar çıkabilmektedir [2,13,18,19]. Depolanan hava enerji tüketiminin arttığı saatlerde sisteme geri gönderilerek ısı dönüştürücü yardımıyla tekrar ısıtılmakta ve ısınan hava yanma odasında yakıtla karıştırılarak yakılmaktadır. Yanma odasında genleşen gazlar türbin kanatlarını hareket ettirmekte, elde edilen mekanik enerji generatör ile elektrik enerjisine çevrilmekte ve bu enerji doğrudan şebekeye aktarılmaktadır [18].

Bu tür uygulamalarda, kullanım amacı açısından en uygun gaz olarak hava tercih edilmektedir. Teorik olarak helyum daha uygun bir gazdır ancak, helyumun veya hava dışında başka bir gaz kullanılması halinde, depolanmış enerjinin tekrar kazanılabilmesi için sistemde ilaveten bir düşük basınç tankının bulunması gerekmektedir. Bu durum da doğal olarak enerji depolama maliyetini artırmaktadır [18].

Kompresör, hava depolama deposu ve genişletici; SHED sisteminin 3 ana bileşenini oluşturmaktadır [13]. SHED sistemleri, esas olarak Brayton Döngüsü tahrikli gaz türbini santrallerine göre düşünülmüş ve uygulanmıştır.

SHED, doğrudan dalga enerjisi sistemine de birleştirilebilmektedir. Wells türbini, salınlı su sütunu içindeki basınç değişikliği tarafından üretilen hava akışını kullanmakta olup salınlı su kolonu enerji santralinin ana parçasıdır [13].



Şekil 6. Sıkıştırılmış hava ile enerji depolama diyagramı [2]

Sıkıştırılmış hava enerji depolama rezervuarları inşaatı için, yer altı oluşumlarının seçimi açısından tuz kaya oluşumları inşa etmek için en uygun mağaralardır [2]. Çünkü tuz suda kolayca çözülür. Söz konusu husus bir tuz mağarasının geliştirilebilir ve mağaranın şekli kontrol edilebilir anlamına gelmektedir [13]. Dolayısıyla tuz mağaralarında havanın depolanması, fazla enerjinin boşa harcanmasını önleyen, güvenilir ve güvenli bir yöntemdir. Ayrıca sert kaya oluşumları; doğal gaz gibi hidrokarbon depolaması için, mükemmel hava sızdırmazlığı ve kazı teknolojilerinden dolayı, yıllardır kullanılmaktadır [13]. Yıllardan beri, akifer oluşumları gibi gözenekli oluşumlar, doğal gaz depolama yapmak için kullanılmıştır. Şu anda, doğal gaz depolama sistemlerinde doğal gazın %95'inden daha faz-

lası gözenekli oluşumda depolanmakta ve gaz depolama teknolojisinde gözenekli oluşumlar tamamen gelişmiş durumdadır [2].

SHED ile üretilen enerjinin çoğu, o anda olmasa da daha sonra talebin arttığı veya yenilenebilir kaynaklarının düşük üretim dönemlerinde kullanılmaktadır[13].

SHED teknolojisi, diğer enerji depolama teknolojiler ile karşılaştırıldığında, uzun vadeli büyük ölçekli enerji depolamada en etkili ve ekonomik teknolojilerden biri olarak kabul edilmektedir. Sıkıştırılmış hava enerji depolama teknolojilerinin depolama net verimliliği sıkıştırmada meydana gelen sıcaklıktan dolayı sınırlanmaktadır. Enerji depolama verimliliği yaklaşık olarak %75 civarındadır.

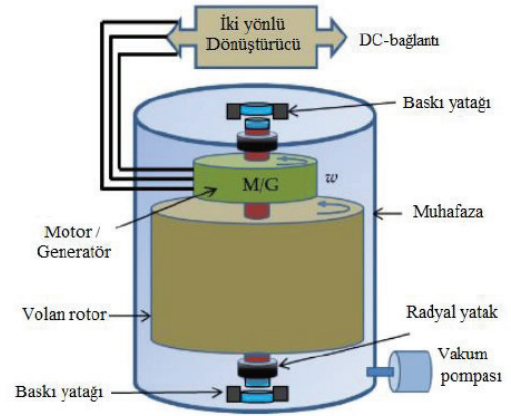
SHED’te sıkıştırılmış olan basınçlı hava kullanılarak, standart gaz türbinlerinin kullanıldığı durumlara kıyasla, aynı miktarda yakıt tüketilerek üç kat fazla elektrik enerjisi üretmek mümkündür. Ayrıca söz konusu teknolojiler büyük kapasiteli depolama teknolojisinde pompalı depolamadan sonra ikinci sıradadır. [2, 19, 20].

İlk ticari CAES tesisi,1978’ de Almanya’nın Hunderdorf şehrinde inşa edilen 290 MW’ lık bir ünedir [20].

2.3. Volan

Volan en eski enerji depolama teknolojilerinden biri olup mekanik batarya olarak adlandırılmaktadır. Volan kinetik enerjiyi, mekanik enerji formunda depolayan ve tek ekseninde dönen bir kütledir. Volan, elektrik enerjisine talebin yoğun olmadığı zamanlarda, yüksek devir sayısı ile dönen motor sayesinde enerjiyi kinetik enerji şeklinde depolamaktadır.

Elektrik enerjisine talebin yoğun olduğu zamanlarda ise kinetik enerji elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılmaktadır. Sistemden enerji alındığı zaman, enerjinin korunumu kanunu gereği devir sayısı azalmaktadır. Benzer şekilde sisteme enerji verildiği zaman devir sayısı artmaktadır. Bu işlemler sırasında devir sayısı yaklaşık olarak 75.000 devir/dakika’yı bulabilmektedir [2].



Şekil 7. Volanın yapısı ve bileşenleri [7]

Volan ne kadar hızlı dönerse o kadar fazla enerji depolar. Volanlar hızın yüksek ve düşük olmasına bağlı olarak sınıflandırılabilir[13].

Volan, kontrollü enerji çıkışı sağlama ve ani güç taleplerine yanıt verme kapasiteleri sayesinde ulaşım, uzay teknolojileri, telekomünikasyon altyapıları ve nükleer araştırma gibi yüksek hassasiyet gerektiren endüstriyel güç sistemlerinde etkin biçimde kullanılmaktadır. Ayrıca elektrik şebekesi düzeyindeki büyük ölçekli uygulamalardan son kullanıcı seviyesindeki küçük ölçekli sistemlere kadar geniş bir yelpazede başarıyla entegre edilebilmektedir. Bununla birlikte, şebekeden uzak olan uygulama alanlarında, frekans stabilizasyonu sağlamak ve ani güç dalgalanmalarını sönmekle amacıyla da tercih edilmektedir [2].

Bu bağlamda volanlar, özellikle rüzgar ve güneş gibi değişken yenilenebilir enerji kaynaklarının güç sistemlerine entegrasyonunda sistem kararlılığını artırıcı bir rol üstlenmektedir. Hızlı yanıt verme kabiliyetleri sayesinde, özellikle rüzgar enerjisi entegrasyonunda şebeke frekansı regülasyonu açısından oldukça elverişlidirler. Bunun yanı sıra, elektrikli demiryolu taşımacılığında, volan sistemleri elektrifikasyonun bulunmadığı hat kesimlerinde lokomotif hareketliliğini sürdürmek amacıyla enerji depolama çözümü olarak kullanılmaktadır. Ray altyapısına entegre edilen volan sistemleri, statik enerji depolama birimi (statik pil) olarak değerlendirilmekte olup bu alana yönelik ilgi giderek artmaktadır. Ayrıca, lokomotiflere sağlanan elektrik gücünü dengelemek ve frenleme esnasında oluşan rejeneratif enerjiyi geri kazanarak depolamak amacıyla da etkili bir çözüm sunmaktadırlar [2,13].

Yer çekimi Enerji Depolama sistemi

Yukarıda bahsi geçen mekanik enerji depolama sistemlerine ek olarak literatürde yer çekimi enerji depolama teknolojilerinden de bahsedilmektedir. Yer çekiminden faydalanan bu yöntem, kuru ve ıslak yer çekimi enerji depolama teknolojisi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Bir cismin yer çekimi potansiyel enerjisinin kullanılarak enerji depolanması yeni bir fikir olmayıp özellikle uzun vadeli, büyük ölçekli depolamada PHES şu anda dünyada en çok kullanılan depolama yöntemidir [21]. PHES ıslak yerçekimi enerji depolama yöntemi içinde yer almakta olup detayları önceki bölümde anlatılmıştır.

Su altı okyanus depolama sistemleri, ıslak yer çekimi enerji depolama teknolojisinde yer almakta olup açık denizde yüzen bir yenilenebilir enerji tesisi ile kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmıştır. Depolama sistemi, batık bir tanktan (örneğin, büyük bir tank veya bir dizi boru/silindir veya içi boş bir beton küre), kaba bağlı ters çevrilebilir bir türbinden ve türbini generatör ünitesine bağlayan bir elektrik kablosu sisteminden (örneğin, yüzer PV tesisi veya rüzgar türbini) oluşmaktadır. Batık gemi okyanus tabanına demirlenmiştir ve şarj döngüsü sırasında su gemiden dışarı pompalanmakta ve boşaltma sırasında gemiye geri akmaktadır. Depolama sisteminin boyutu tamamen generatör ünitesine bağlıdır. Daha büyük ölçekli sistemler (birkaç GWh'lık) tahmini % 65-70 verimlilikle sunulurken yapılan bir uygulamada 1000 m derinlikte 360 m³ hacme sahip bir geminin %90 verimlilikle 984 kWh depolayabileceği gösterilmektedir [21].

Yer çekimi güç modülü (GPM), derin ve su dolu bir şaftta asılı duran büyük boyutlu bir piston, bu pistona bağlı pompa-türbin sisteminden ve bir dönüş borusundan oluşmaktadır [20]. Şarj işlemi sırasında su pompalanarak dönüş borusu aracılığıyla pistonu yukarı kaldırılmaktadır. Deşarj aşamasında ise pistonun aşağı hareketiyle su, dönüş borusundan geçerek türbinden geri döner ve böylece elektrik üretimi sağlanmaktadır. Sistem boyutları; 30-100 metre çapında piston, 500-1000 metre derinliğinde şaft ve şaft uzunluğunun yaklaşık yarısına karşılık gelen piston yüksekliği şeklinde değişkenlik göstermektedir. Bu teknolojinin hedeflediği güç ve enerji aralığı 40 MW / 160 MWh ile 1,6 GW / 6,4 GWh arasında değişmektedir Amaç, 40 MW/ 160

MWh ile 1,6 GW/6,4 GWh aralığında güç ve enerji sağlamaktır [21].

Hem Heindl Energy hem de EscoVale, benzer prensiplere dayanan sistemler geliştirmiş olup, bu sistemler daha büyük ölçekli uygulamalar ve farklı inşaat düzenleriyle öne çıkmaktadır. Heindl Energy'nin sistemine Hidrolik Hidro Depolama (HHS), EscoVale'nin sistemine ise Çığır Açan Enerji Depolama (GBES) adı verilmektedir. Her iki sistemin inşası, doğal bir piston oluşturmak amacıyla bir alanın kazılması ve bu alanın yapısal olarak güçlendirilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Kazılan bölüm, ardından bir dönüş borusuna bağlanmakta ve su sızıntısını önlemek için tamamen sızdırmaz hâle getirilmektedir. Her iki sistemin çalışma prensibi, GPM ile temelde aynıdır. Önerilen depolama kapasiteleri 1 ila 10 GWh arasında değişmektedir Bu piston tabanlı teknolojilerin tamamı, geleneksel pompalı hidroelektrik sistemlere kıyasla çok daha az topografik sınırlamaya ihtiyaç duymalarıyla önemli bir avantaj sunmaktadır [21].

Kuru yer çekimi enerji depolama teknolojileri, çalışma prensibi açısından ıslak sistemlerle benzerlik gösterse de su kullanımına ihtiyaç duymamaktadır[21].

Kuru yerçekimi enerji depolama teknolojileri kapsamında öne çıkan örneklerden biri, Kaliforniya merkezli teknoloji geliştirme şirketi ARES LLC tarafından geliştirilen Gelişmiş Raylı Enerji Depolama (Advanced Rail Energy Storage - ARES) sistemidir [24]. Bu sistemde, demiryolu taşıtlarıyla taşınan beton bloklar biçimindeki kütleler, elektrik şebekesinden sağlanan fazla yenilenebilir enerji veya düşük maliyetli elektrik kullanılarak yokuş yukarı çıkarılmakta; boşaltma aşamasında ise bu kütlelerin yerçekimi etkisiyle aşağı inmesine izin verilmektedir. Her biri yaklaşık 45-64 ton ağırlığında olan mekikler, %8,5 eğime sahip 16 km uzunluğundaki bir parkurda hareket etmektedir Sistem, bekleme durumunda enerji kaybı yaşamamakta (kendi kendine deşarj olmadan) ve %78-80 arasında değişen verimlilik ile 40 yıllık bir tasarım ömrü sunmaktadır. ARES LLC, bu teknolojiyi göstermek amacıyla California Tehachapi'de küçük ölçekli bir pilot proje gerçekleştirmiş olup, Nevada'da 50 MW / 12,5 MWh kapasiteli, ortalama %7,05 eğime sahip 9,3 km uzunluğunda bir hat üzerinde ve 780 tonluk toplam kütleyle sahip mekiklerle ilk ticari sistemin inşasına devam etmektedir [21].

Bir diğer uygulamada ise ağır bir kütlenin yer altındaki dikey bir şaft içerisinde yukarı ve aşağı hareket ettirilmesi esas alınmaktadır. Bu sistemde, 3000 tona kadar ağırlığa sahip pistonların, mevcut maden kuyuları veya özel olarak inşa edilen şaftlar aracılığıyla yaklaşık 1500 metre derinliğe kadar taşınması planlanmaktadır. Madenlerde kullanılan kaldırma sistemlerine benzer şekilde; vinçler, halatlar ve kılavuz sistemleriyle kütle dikey doğrultuda hareket ettirilmektedir. Uygulama, %80-90 aralığında verimlilik, yaklaşık 0,5 saniyelik yanıt süresi, 50 yıla kadar tasarım ömrü ve 15 dakika ile 8 saat arasında değişen enerji çıkış süresi sunma potansiyeline sahiptir [21].

Benzer bir prensiple çalışan ancak altyapı gereksinimini azaltmayı hedefleyen bir başka sistem olan MGH Derin Deniz Enerji Depolama Teknolojisi, kütlelerin açık deniz üzerindeki yüzer bir platformdan dikey olarak yükseltip alçaltılmasını esas alır. Böylece yer altı şaft altyapısına olan ihtiyaç tamamen ortadan kaldırılmaktadır. Bu yaklaşıma paralel olarak, StratoSolar tarafından geliştirilen sistemde, yaklaşık 20 km yüksekliğe yerleştirilen yüzer fotovoltaik platformlardan kütleler yukarı ve aşağı hareket ettirilerek enerji depolama işlemi gerçekleştirilir [1].

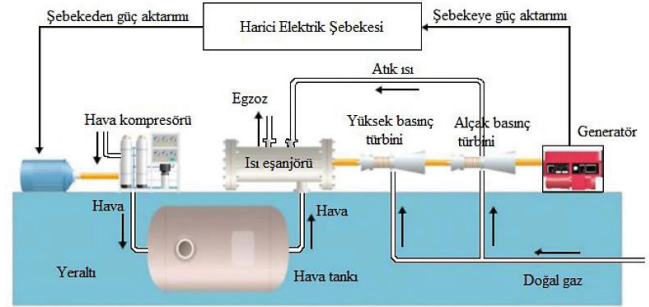
3. Isıl Enerji Depolama Teknolojileri

Termal enerji depolama (TED) olarak da adlandırılan ısı enerji depolama teknolojileri, bir depolama ortamının ısıtılması veya soğutulması yoluyla ısı enerjisinin tutulmasını sağlayan teknolojilerdir. Bu sayede depolanan enerji, daha sonraki süreçlerde hem ısıtma ve soğutma uygulamalarında hem de elektrik üretiminde kullanılabilir hale gelmektedir [1]. Termal depolama sistemleri, işlevsel olarak bir "ısı aküsü" olarak değerlendirilebilmektedir; zira bu sistemlerde ısı enerjisi, ileri bir zamanda kullanılmak üzere depolanmaktadır [2,22]. Dolayısıyla, bu teknoloji sayesinde enerji üretimi ile tüketimi arasındaki zamansal ve mekânsal uyumsuzlukların giderilmesi mümkün olmaktadır. Isıl enerji depolama sistemleri, özellikle binalarda, endüstriyel tesislerde, tarımda ve ulaşım sektöründe gerçekleştirilen ısıtma ve soğutma uygulamalarında etkin biçimde kullanılmaktadır.

Söz konusu teknolojinin enerji sistemlerinde kullanımı sayesinde; doğal gaz, kömür ve petrol gibi fosil yakıtlara olan bağımlılık azaltılmakta,

genel sistem verimliliği artırılmaktadır. Ayrıca, enerji birim maliyetinin düşük olduğu zaman dilimlerinde depolanan ısı enerjisinin, yüksek maliyetli saatlerde kullanılmasıyla ekonomik optimizasyon sağlanmakta, bu durum hem yatırım ve işletme maliyetlerini düşürmekte hem de karbon emisyonlarının azalmasına katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla, termal enerji depolama sistemleri hem çevresel sürdürülebilirlik hem de enerji arz güvenliği açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

Termal enerji depolama sistemleri, temelde dört ana bileşenden oluşmaktadır: ısıyı tutabilen bir depolama materyali, ısı iletim ortamı, ısıyı taşıyacak bir güç kaynağı ve ısı kaynağı [22].



Şekil 8. Örnek bir ısı enerji depolama yapısı [2]

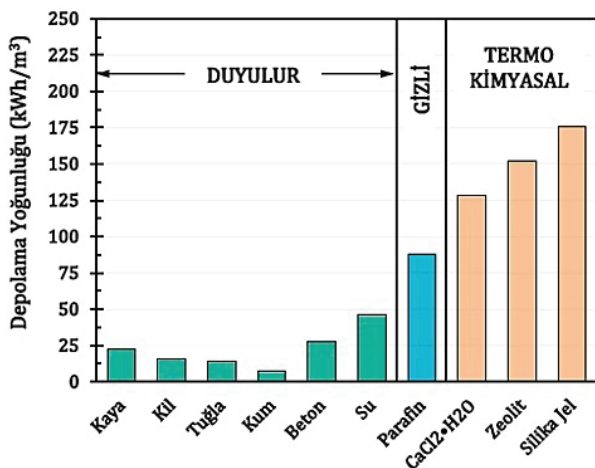
Isıl enerji depolama teknolojilerinde ısı enerjisinin depolanması ve yeniden kullanımı; malzemenin sıcaklık değişimi (duyulur ısı), faz değişimi (gizli ısı) veya termo-kimyasal reaksiyonları ile gerçekleştirilmektedir [6].



Tablo 9. Isıl enerji depolama teknolojileri

Depolama Türü	Temel Prensiptir	Avantajları	Dezavantajları	Depolama Ortamı	Uygulamalar
Termokimyasal	Isı enerjisinin kimyasal bağ enerjisi olarak depolanması ve tersinir reaksiyonlarla geri kazanılması	Yüksek enerji yoğunluğu; uzun süreli depolamaya uygun; çok düşük ısı kaybı; yalıtım gerektirmemesi; kompakt yapı	Gelişmekte olan teknoloji; karmaşık sistem tasarımı	Kimyasal bileşikler	Uzun süreli (mevsimsel) depolama
Duyulur Isı	Katı veya sıvı bir ortamın sıcaklığının değiştirilmesi yoluyla enerji depolanması (depolanmış enerji depolama elemanı miktarı, sıcaklık farkı ve ısı kapasitesi ile orantılı)	Ucuz, kolay bulunur malzeme (özellikle su); uzun ömürlü; yangın ve toksik risk düşüktür; geniş uygulama alanı; kimyasal, fiziksel ve termodinamik karakteristiklerinin çok iyi bilinmesi, ısı kapasite değeri büyük, soğutma ve ısıtma sistemlerinde gerekli sıcaklık aralığında kararlı bir sıvı buhar dengesi bulunması	Yüksek sıcaklıkta verim düşer; donma, korozyon riski	Su, taş, beton, erimiş tuz, yağ, zemin vb.	Konut, endüstri, tarım ve ulaşımda yaygın kullanım; sıcak su tankları ve taş dolgu sistemler, akifer
Gizli Isı	Maddenin faz değişimi (katı-sıvı-gaz) sırasında sabit sıcaklıkta enerji depolanması	Küçük hacimde yüksek enerji depolama; sabit sıcaklıkta enerji çıkışı; çeşitli biyo-bazlı tuz hidrat alternatifleri (organik/inorganik) mevcut	Yüksek maliyet	Faz değişim malzemeleri (parafin, tuz hidratları, buz)	Bina iklimlendirme; buz depolama sistemleri; sabit sıcaklık gerektiren uygulamalar

Isıl enerji depolama teknolojileri, kullanılan depolama ortamına bağlı olarak farklı termal yoğunluk seviyelerine sahiptir. Aşağıdaki şekilde duyulur ısı, gizli ısı ve termo-kimyasal depolama yöntemlerinin enerji yoğunlukları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Söz konusu grafiksel karşılaştırma, özellikle yüksek enerji yoğunluğu gerektiren uygulamalarda hangi teknolojinin daha uygun olabileceğine ilişkin önemli ipuçları sağlamaktadır.



Şekil 9. Depolama ortamına göre farklı tip ısı enerji depolama yöntemlerinin depolama yoğunlukları [6]

Aşağıda yer alan tabloda, farklı ısı enerjisi depolama yöntemlerinin kapasite (kWh/ton) ve ısı gücü (MW) değerleri karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. En yüksek enerji yoğunluğu ise termo-kimyasal depolama teknolojilerindedir. Bu değerler, termo-kimyasal sistemlerin yüksek yoğunluklu depolama uygulamaları için daha uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 10. Farklı tip ısı enerji depolama tekniklerinin karşılaştırılması [6]

Isıl Enerji Depolama Yöntemi	Kapasite (kWh/ton)	Isıl Güç (MW)	Maliyet (€/kWh)
Duyulur	10 – 50	50 – 90	0,1 – 10
Gizli	50 – 150	75 – 90	10 – 50
Termo-kimyasal	120 – 250	75 – 100	8 – 100

KAYNAKÇA

[1] İnternet: Elektrikli Araçlar ve Depolama Teknolojileri Bilgilendirme Notu. Web: <https://www.tskb.com.tr/uploads/file/elektrikli-araclar-ve-depolama-teknolojileri-bilgilendirme-notu-120721.pdf> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

[2] Kocaman, B. (2021). ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ. Ankara: Iksad Yayınevi.

[3] Emeksiz C., Kara B., 'Enerji Depolama Teknolojilerinin İncelenmesi ve Karşılaştırmalı Analizi', International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, 6(2): 134-142, (2022)

[4] Turan, A. Yönetken, ‘Enerji Depolama Sistemlerinin Araştırılması ve Analizi’, Afyon Kocatepe Üniversitesi. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16 : 113-121, (2016).

[5] Efe, Ş., & Güngör, Z. A. (2021). Geçmişten Günümüze Batarya Teknolojisi. *Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi*(32), 947-955. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1048673>.

[6] İnternet: TÜBA-Enerji Depolama Teknolojileri Raporu. Web: <https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/T%C3%9CBA-Enerji%20Depolama%20Teknolojileri%20Raporu.pdf> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

[7] Mühendis V., “Li - İyon Pillerin Farklı Kullanım Koşullarında Performanslarının Ölçülmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, (2006)

[8] Özcan Ö.F., Karadağ T., Altuğ M., Özgüven Ö.F., ‘Elektrikli Araçlarda Kullanılan Pil Kimyasallarının Özellikleri ve Üstün Yönlerinin Kıyaslanması Üzerine Bir Derleme Çalışması’, Gazi University Journal of Science, 8(2): 276-298 (2021).

[9] internet: Redoks Akışkan Piller. Web: <https://muhendisbeyindefteri.wordpress.com/2016/11/17/redoks-akiskan-piller/> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

[10] internet: Vanadyum. Web:[https://www.mta.gov.tr/v3.0/metalik-madenler/vanadyum#:~:text=Vanadyum%2C%20esas%20olarak%20C3%A7elik%20ala%C5%9F%C4%B1mlar%C4%B1n,ak%C4%B1-C5%9F%20pillerinde%20\(VRB\)%20kullan%C4%B1lmaktad%C4%B1r](https://www.mta.gov.tr/v3.0/metalik-madenler/vanadyum#:~:text=Vanadyum%2C%20esas%20olarak%20C3%A7elik%20ala%C5%9F%C4%B1mlar%C4%B1n,ak%C4%B1-C5%9F%20pillerinde%20(VRB)%20kullan%C4%B1lmaktad%C4%B1r) adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

[11] İnternet: Enerji ve Ulaştırma Sektörleri Dönüşümünde Batarya Teknolojilerinin Rolü: Eğilimler, Fırsatlar ve Yenilikçi Uygulamalar. Web: <https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2019/11/Enerji-ve-Ulastirma-Sektorleri-Donusumunde-Batarya-Teknolojilerinin-Rolu-Egilimler-Firsatlar-ve-Yenilikci-Uygulamalar.pdf> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

[12] İnternet: Türkiye için Batarya Enerji Depolama Seçenekleri. Web: <https://shura.org.tr/wp-content/uploads/2024/08/SHURA-EDM-Turkiye-icin-Batarya-Enerji-Depolama-Secenekleri-01.08.2024.pdf> adresinden 23 Temmuz 2025'te alınmıştır.

[13] Emeksiz C., Kara B., ‘Enerji Depolama Teknolojilerinin İncelenmesi ve Karşılaştırmalı Analizi’, *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 6(2): 134-142, (2022).

[14] U.S. Department of Energy, “Types of Fuel Cells.” [Çevrimiçi]. Erişim: 23 Temmuz 2025. Erişim adresi: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/types-fuel-cells>

[15] İnternet: Enerji Depolama Teknolojileri Pompaj Depolamalı Hes Projeleri. Web: <http://tesab.org.tr/attachments/article/120/ENERJ~.pdf> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

[16] İnternet: Hidrolik Ve Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu Hidrolik Enerji Alt Çalışma Grubu Raporu. Web: https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/hidrolik_enerji_raporu_304.pdf adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

[17] İnternet: Enerji Depolama Sistemleri. Web: <https://www.termodinamik.info/makale/enerji-depolama-sistemleri> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

[18] İnternet: Elektrik Enerjisi Depolama Sistemleri - II. Web: <https://www.mmo.org.tr/istanbul/haber/elektrik-enerjisi-depolama-sistemleri-ii> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

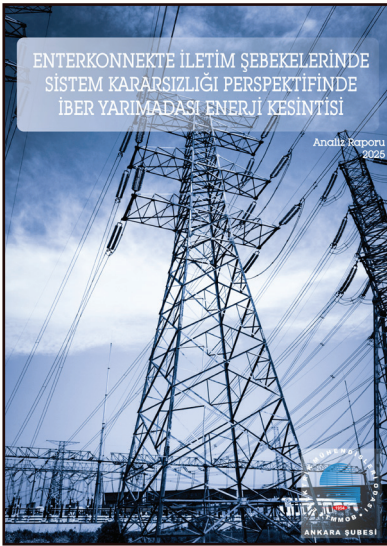
[19] M. Yılmaz, "Basıncılı Hava ile Enerji Depolama," Bilim ve Teknik, sayı 546, ss. 50-53, Temmuz 2013. [Çevrimiçi]. Erişim: 23 Temmuz 2025. Erişim adresi: <https://services.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf?dergiKodu=4&cilt=46&sayi=812&sayfa=50&yaziid=34928>

[20] Y. Uludüz ve A. T. Erdoğan, "Yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji depolama sistemleri," Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 27(1):151-159, 2012.

[21] Botha C.D., Kamper M.J., 'Capability study of dry gravity energy storage', Journal of Energy Storage, 23: 159-174, (2019).

[22] İnternet: Termal Enerji Depolama Sistemlerinin Uygulanabilirliğinin İncelenmesi. Web: https://www.researchgate.net/publication/337686006_Termal_Enerji_Depolama_Sistemlerinin_Uygulanabilirliginin_Incelenmesi adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.

ENTERKONNEKTE İLETİM ŞEBEKELERİNDE SİSTEM KARARSIZLIĞI PERSPEKTİFİNDE İBER YARIMADASI ENERJİ KESİNTİSİ ANALİZ RAPORU 2025 YAYINLANDI



EMO Ankara Şubesi Enerji Komisyonu İber Yarımadası Sistem Çökmesi Çalışma Grubu tarafından hazırlanan "Enterkonnekte İletim Şebekelerinde Sistem Kararsızlığı Perspektifinde İber Yarımadası Enerji Kesintisi Analiz Raporu 2025" elektronik olarak yayına açıldı. Rapora ulaşmak için haberimizin devamındaki bağlantıyı takip ediniz.

28 Nisan 2025 tarihinde İber Yarımadası'nda yaşanan ve kıta düzeyinde etkiler yaratan büyük çaplı elektrik iletim sistemi çöküşünü teknik, yapısal ve sistemsel açıdan detaylı biçimde inceleyerek, benzer bir olayın Türkiye'de veya başka bir ülkede yaşanmasının önüne geçebilecek stratejik çıkarımlar ve önlemler sunmak amacıyla hazırlanan bu çalışma, teknik içeriği ve önerileriyle yalnızca meslektaşlara değil; aynı zamanda enerji alanında politika geliştiren kurumlara, sistem operatörlerine ve akademik çalışmalara katkı sunmayı hedeflemektedir. Ayrıca, benzer teknik raporların hazırlanmasına örnek teşkil

ederek, ülkemizin enerji sistemlerinin daha dirençli ve esnek hâle getirilmesine yönelik stratejik bir kaynak niteliği taşımaktadır.

ENTERKONNEKTE İLETİM ŞEBEKELERİNDE SİSTEM KARARSIZLIĞI PERSPEKTİFİNDE İBER YARIMADASI ENERJİ KESİNTİSİ ANALİZ RAPORU 2025

HİDROJEN ELEKTROLİZÖR TEKNOLOJİSİNDE NEREDEYİZ?

Cemaleddin UĞUZ - *Elektrik-Elektronik Mühendisi*

cemaleddin.uguz@emo.org.tr

Türkiye Ulusal Hidrojen Teknolojileri Stratejisi (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) verilerine göre Türkiye, 2030 yılına kadar 2 GW hidrojen üretim / depolama kapasitesi ve %75 yenilenebilir enerji entegrasyonu hedefliyor. Bu hedefin önünde bazı engeller yatmaktadır. Bunlardan biri de elektrolizörlerde dışa bağımlı olmamızdır. Elektrolizör, suyu hidrojen ve oksijene ayıran teknolojidir. Bu cihazların özellikle PEM (Proton Exchange Membrane) türü, yüksek verimlidir ama; kalbindeki katalizör membranlar (platin ve nadir element bazlı) tamamen ithaldir.

Bu durum: Maliyetleri artırıyor, dışa bağımlılığı güçlendiriyor, teknolojik bağımsızlığı azaltıyor.

Verilerle Türkiye'nin Elektrolizör Açığı

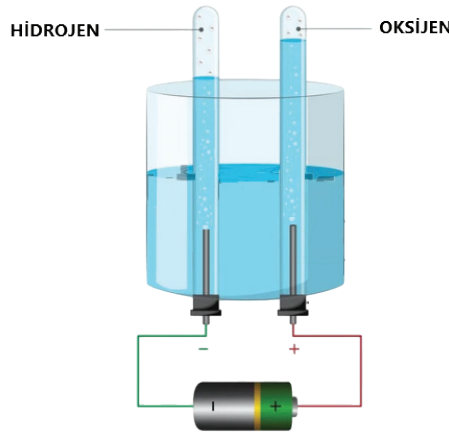
Parametre	Türkiye	ABD/AB
Katalizör İthal Oranı	%100 (Platin/Iridyum)	%40 (AB)
Elektrolizör Ömrü	60.000 saat	100.000 saat (ABD)
Üretim Maliyeti	1.200 \$/kW	800 \$/kW (AB 2030)
Yerli AR-GE Yatırımı	8 Milyon \$/yıl	400 Milyon \$/yıl (AB)

IRENA 2023

Türkiye, kendi elektrolizörünü üreterek “yeşil hidrojen üreten ülke” olmak yolunda ciddi bir adım atmış olacaktır. Ülkemizde bu konuyla alakalı olumlu adımlar atılıyor. Sivas Divriği’de bulunan 880.000 tonluk nadir toprak elementi

rezervi (özellikle lantan ve seryum), Türkiye’nin yeşil hidrojen teknolojilerinde dışa bağımlılığını azaltma açısından stratejik bir öneme sahiptir.

Bu elementler, özellikle PEM elektrolizörlerde kullanılan pahalı platin yerine geçebilecek yerli katalizörlerin geliştirilmesinde değerlendirilebilir. Bu doğrultuda, ODTÜ ve TÜBİTAK MAM iş birliğiyle, platin içermeyen demir-nitrit bazlı katalizörler üzerine Ar-Ge çalışmaları yürütülmektedir. Bu çabaların somutlaştırılması adına, Sivas’ta bir “Nadir Toprak-Hidrojen Araştırma Merkezi” kurulması önerilmektedir.



Bir diğer olumlu gelişme de Balıkesir’in Bandırma ilçesi merkezli olarak yürütülen Güney Marmara Hidrojen Vadisi projesidir. Güney Marmara Hidrojen Vadisi (HYSouthMarmara), Bandırma merkezli olarak hem teknolojik hem de bölgesel dönüşüm hedefiyle yürütülen Türkiye’nin ilk kapsamlı hidrojen vadi projesidir. 500 ton/yıl yeşil hidrojen üretimi, yerli elektrolizör teknolojisi, hidrojen türevleri üretimi, sodyum borhidrüllü depolama, eğitim merkezleri, denizüstü enerji sistemleri ve sanayi entegrasyonu gibi konuları içeriyor. 2025 başında yerli PEM modülü tamamlanmış durumda ve saha uygulamasına geçiş planlanıyor. Bu sistem, saatte 5 Nm³ (normal metreküp) hidrojen üretmektedir.

Sonuç olarak Türkiye, yeşil hidrojen hedeflerine ulaşmak için yerli elektrolizör teknolojisine geçişte kritik bir dönemeçtedir. Sivas’taki nadir toprak elementi potansiyeli ve Bandırma’daki pilot projeler, dışa bağımlılığı azaltarak hidrojen alanında teknolojik bağımsızlık yolunu açmaktadır.

Nükleer Araştırma Reaktörlerinin SMR Modellenmesi ve Geliştirilmesine Katkıları :

Řeř Nükleer Araştırma Enstitüsü (ÚJV Řeř) Örneği

Doç. Dr. Mehmet BULUT - *Elektrik-Elektronik Mühendisi*

mehmet.bulut06@emo.org.tr

1. Giriş

Küçük Modüler Reaktörler (SMR), dünyada faaliyetinde olan geleneksel nükleer reaktörlere göre daha düşük güçte sahip genellikle 300 MWe altındaki modüler yapıda ve daha esnek kurulum seçenekleri sunan nükleer reaktörlerdir. Dünyada geliştirilmekte olan birçok farklı teknolojiye sahip SMR'lerin geliştirilmesinde nükleer araştırma reaktörleri, deneysel altyapı, malzeme testleri ve güvenlik analizleri açısından önemli rol oynamaktadır.

Araştırma reaktörleri, genellikle elektrik üretimi için kullanılmayan çok çeşitli sivil ve ticari amaçlı nükleer reaktörleri ifade etmektedir. Güçleri daha yüksek olan test reaktörleri de bu kapsamda değerlendirilmektedir. Dünyadaki araştırma nükleer reaktörlerin çoğu araştırma ve eğitim, malzeme testleri veya tıp ve endüstri için radyoizotop üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Yetenekleri, nükleer endüstrinin yanı sıra füzyon araştırmaları, çevre bilimleri, ileri malzeme geliştirme, ilaç tasarımı ve nükleer tıp gibi birçok alanda uygulanmaktadır. Bunlar güç reaktörlerinden veya gemileri iten reaktörlerden çok daha küçük ve birçoğu üniversite kampüslerinde bulunmaktadır. Araştırma reaktörlerinin temel amacı, araştırma ve diğer amaçlar için bir nötron kaynağı sağlamaktır. Çıkışları (nötron ışınları), kullanıma bağlı olarak farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Bunların kapasiteleri, birincil işlevi faydalı miktarda elektrik üretmek için ısı üretmek olan güç reaktörlerine kıyasla küçüktür. Esasen net enerji kullanıcılarıdır. Çoğunun termal gücü 100 MWt'a kadar çıkarken, tipik bir güç reaktörü için 3000 MWt (yani 1000 MWe) güç yeterlidir. Aslında dünyadaki faaliyette olan 227 araştırma reaktörünün toplam gücü 3000 MW'ın biraz üzerindedir.

Araştırma reaktörleri, güç reaktörlerinden daha basittir ve daha düşük sıcaklıklarda çalışmaktadır. Çok daha az yakıtı ihtiyaç duyarlar ve yakıt kullanıldıkça çok daha az fisyon ürünü oluşur. Diğer yandan, yakıtları genellikle %20'ye kadar U-235 içeren, yüksek analizli düşük zenginleştirilmiş

uranyum (HALEU) olarak bilinen daha zenginleştirilmiş uranyum gerektirir; ancak bazı eski reaktörler hala %93 U-235 kullanır. Ayrıca, çekirdeklerinde çok yüksek bir güç yoğunluğu vardır ve bu da özel tasarım özellikleri gerektirir. Güç reaktörleri gibi, çekirdeğin genellikle pasif olarak soğutulması gerekir ve yalnızca daha yüksek güçlü test reaktörlerinin zorunlu soğutmaya ihtiyacı vardır. Genellikle nötronları yavaşlatmak ve fisyonu artırmak için bir moderatör gerekir. Nötron üretimi ana işlevleri olduğundan, çoğu araştırma reaktörünün çekirdekten nötron kaybını azaltmak için bir reflektöre de ihtiyacı vardır.

Uranyum, U-235 izotopik oranı %20'nin altında kalırsa düşük zenginleştirilmiş olarak kabul edilir. Çoğu ticari reaktör, yakıt olarak %5'in altında düşük zenginleştirilmiş uranyum (DZU) kullanır ve bu genellikle "reaktör sınıfı uranyum" olarak da adlandırılır. Doğal uranyum genellikle yalnızca %0,72 oranında U-235 içerir ve çoğu reaktör yakıtında bu izotopun daha yüksek bir konsantrasyonuna ihtiyaç duyar. Uranyum zenginleştirme, U-235'in izotopik oranının yüzde 0,72'den daha yüksek bir orana çıkarıldığı işlemdir. U-235'in izotopik oranını artırmak için farklı yöntemler kullanılabilir. Genellikle sarı kek, uranyum hekzaflorür adı verilen gaz haline dönüştürülür. Bu gaz daha sonra hızlı dönen silindirlere (santrifüjlere) pompalanır; burada U-238 gibi daha ağır izotoplar silindirlerin duvarlarına doğru itilir ve daha hafif U-235 silindirlerin merkezinde kalır. Bu, daha yüksek U-235 konsantrasyonlarına sahip gazın "filtrelenmesini" ve toplanmasını sağlar.

Dünyadaki santrallerin %80'inin sadece iki benzer tipte olduğu güç reaktörlerine kıyasla, araştırma reaktörleri için çok daha geniş bir tasarım yelpazesi kullanılmaktadır. Yaygın bir tasarım (47 ünite), çekirdeği büyük bir su havuzunda bulunan bir yakıt elemanları kümesi olan havuz tipi reaktördür. Yakıt elemanları arasında kontrol çubukları ve deneysel malzemeler için boş kanallar bulunur. Her eleman, dikey bir kutu içinde birkaç (örneğin 18) kavisli alü-

minyum kaplı yakıt plakasından oluşur. Su, reaktörü hem yumuşatır hem de soğutur ve reflektör için genellikle grafit veya berilyum kullanılır, ancak başka malzemeler de kullanılabilir. Nötron ışınlarına erişim için açıklıklar havuzun duvarına yerleştirilmiştir. Tank tipi araştırma reaktörleri (21 ünite) benzerdir, ancak soğutma daha aktiftir.

TRIGA (Eğitim, Araştırma, İzotoplar, Genel Atomlar) reaktörü, 1960'tan beri üç nesil tasarımı devreye alınmış, yaygın bir havuz tipi tasarıma (36 ünite) sahiptir. Günümüzdeki zenginleştirme oranı %20'nin altındadır (HALEU). Çekirdek bir su havuzunda bulunur ve genellikle reflektör olarak grafit kullanılır. Diğer tasarımlar ağır su (yaklaşık 10 ünite) veya grafit ile yumuşatılır. Birkaçı, yavaşlatıcı gerektirmeyen ve yakıt olarak uranyum ve plütonyum karışımı kullanabilen hızlı reaktörlerdir. Homojen tip reaktörler, yaklaşık 300 mm çapında bir tankta bulunan, sıvı halde uranyum tuzlarından oluşan bir çözeltiden oluşan bir çekirdeğe sahiptir.

Araştırma reaktörleri birçok konuda olduğu geliştirme amaçlı kullanılmakla birlikte, bunlardan malzeme test reaktörlerinde (MTR), malzemeler değişiklikleri incelemek için yoğun nötron ışınımına da tabi tutulur. Örneğin, bazı çelikler kırılma direnci gelir ve nükleer reaktörlerde kırılma direnci alaşımlar kullanılmalıdır. Fransa, Cadrache'de 100 MW'tlik Jules Horowitz reaktörünün inşasını amaçlayan uluslararası proje , IV. Nesil nükleer santral-lerde hayati önem taşıyacak malzemeler üzerinde araştırma yapılmasını sağlayacaktır. Güç reaktörleri gibi, araştırma reaktörleri de nükleer silah üretme potansiyelleri nedeniyle IAEA güvenlik denetimleri ve önlemleri kapsamındadır.

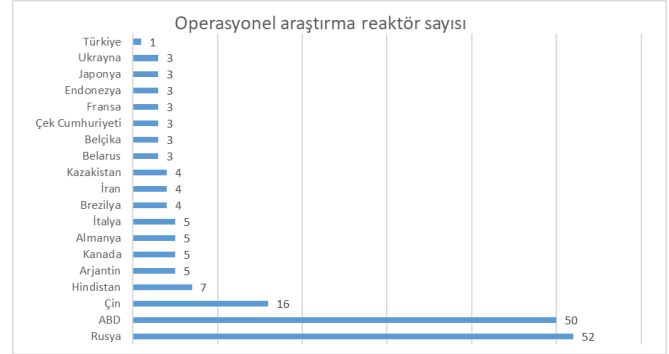
2. Dünyadaki Araştırma Reaktörleri

IAEA Araştırma Reaktörü Veritabanı (RRDB), dünyadaki kritik ve alt kritik montajlar da dahil olmak üzere Araştırma Reaktörleri hakkında yetkili düzeyde teknik bilgiler içeren veritabanıdır. Bu veritabanına göre Dünyada 72 ülkede 847 araştırma reaktörü bulunmaktadır.

Halen faaliyette olan, 54 ülkede 227 adet araştırma reaktörü bulunmaktadır. İnşaat halinde veya planlanmış 18 ülkede 23 adet reaktör ve geçici veya kalıcı olarak kapatılmış olan 28 ülkede 73 reaktör bulunmaktadır. Araştırma reaktörlerinin çoğu (160'tan fazla) esas olarak araştırma amaçlıdır, ancak bazıları radyoizotop da üretebilir. Pahalı bilimsel tesisler oldukları için genellikle çok amaçlıdırlar ve çoğu 30 yıldan uzun süredir faaliyet göstermektedir. Hizmet dışı bırakılmış olan 37 ülkede 524 araştırma reaktörü bulunmaktadır. Araştırma reaktörlerinin çoğu (160'tan fazla) esas olarak

araştırma amaçlıdır, ancak bazıları radyoizotop da üretebilir. Pahalı bilimsel tesisler oldukları için genellikle çok amaçlıdırlar ve çoğu 30 yıldan uzun süredir faaliyet göstermektedir.

Şekil1. Operasyonel olarak faaliyette olan araştırma reaktörleri



Veri tabanında yer alan Türkiye ve Çek Cumhuriyetinde bulunan araştırma reaktörleri ile ilgili bilgiler tablolarda verilmiştir. <https://nucleus.iaea.org/rrdb/home>

Tablo 1. Türkiye'deki nükleer araştırma reaktörleri

Tesis Adı	Şehir	Tip	Termal Güç (kW)	Durumu
TR-2, Turkish Reactor 2	Istanbul	POOL, MTR	5000	Uzun Süreli Kapanma
ITU-TRR	Istanbul	TRIGA MARK II	250	Faaliyette
TR-1	Istanbul	POOL	1000	Devre Dışı

Tablo 2. Çek Cumhuriyeti'ndeki nükleer araştırma reaktörleri

Tesis Adı	Şehir	Tip	Termal Güç (kW)	Durumu
LR-0	Husinec-Rez	POOL - VARIABLE CORE	5	Faaliyette
VR-2	Prag	SUBCRIT	0	Faaliyette
VR-1	Prag	POOL	0.5	Faaliyette
LVR-15 Rež	Rež	TANK WWR	10000	Faaliyette

SR-0	Plzen	POOL	1	Devre Dışı
TR-0	Prag	TANK	0.3	Devre Dışı

3. Türkiye'deki Nükleer Araştırma Reaktörleri

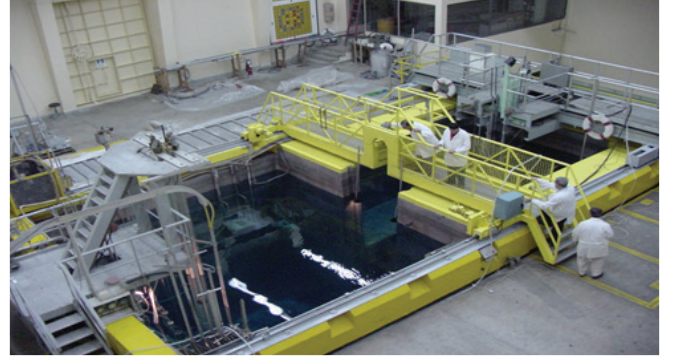
1959 yılında ülkemizin ilk nükleer tesisi olan 1 MW gücündeki TR-1 araştırma reaktörünün temeli atılmış, Yerleşkenin adı, "atom reaktörü" projesinin ismi, bulunduğu yere ve verilen görevlere izafeten "Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi" olarak belirlenmiştir. Nükleer enerjinin araştırma amaçlı kullanımına gerek olan şartların başında gelen araştırma reaktörleri açısından ise Türkiye ÇNAEM bünyesinde kurulan 1 MW gücündeki TR-1 araştırma reaktörü 6 Şubat 1962 tarihinde kritik olmuştur.

Dönemin Başbakanlık Atom Enerjisi Komisyonu tarafından 1972 'de yayınlanan İlerleme Raporunun giriş kısmında, "Üretmekte olduğu tıbbî radyoizotopların mikdârı bakımından ÇNAEM (yaptığımız incelemelere binâen) gerek Balkanlar, gerek yakındaki ve gerekse ortaöğüdaki benzer merkezlerle nisbetle çok ileri ve müstesna bir mevki işgal etmeğe muvaffak olmuş bulunmaktadır. Radyoizotop Üretim Bölümünde hâlen projelendirilmesi ve inşai sürmekte olan 1-131 ve Hg-197 hücreleri 1973 içinde hizmete girecek ve bazı etiketlenmiş bileşikler de aynı yıl imâl edilmeye başlanacaktır." denilmiştir. Araştırma olanakları geniş olan TR-1 reaktörü 15 yıldan fazla çalıştıktan sonra 19 Eylül 1977'de kapatılmıştır.

Türkiye'deki nükleer alandaki çalışmaları hızlandırmak, artan radyoizotop ihtiyacının karşılanması amacıyla aynı bina ve havuz içine daha yüksek güçlü ikinci bir reaktörün yapılmasına karar verilmiş ve 1984 yılında 5 MW gücündeki TR-2 araştırma reaktörü tam kapasite ile hizmete alınmıştır. TR-2 Araştırma Reaktörü 5 MW ısı gücünde, düşük zenginlikli Uranyum yakıtlar kullanılan, açık havuz tipi bir araştırma reaktörüdür. Nükleer teknolojinin yurt içinde gelişmesini sağlamak için temel araştırma ve geliştirme çalışmalarının yürütülmesi, tıp ve endüstri alanlarında kullanılan radyoizotopların üretimi ve üretim teknikleriyle ilgili araştırmaların yapılması, nükleer alanda çalışacak personelin yetiştirilmesi amacıyla işletmeye alınmıştır. 1995 yılında reaktör binasının sismik değerlendirmesinin yapılması için reaktör çalışmaları düşük güce indirilmiştir. Reaktör düşük güçlerde test, analiz ve eğitim ihtiyaçlarına göre çalıştırılmaktadır. TR-2 araştırma reaktörü ulusal ve uluslararası mevzuatlarda belirlenen koşullara uygun olarak işletilmektedir.

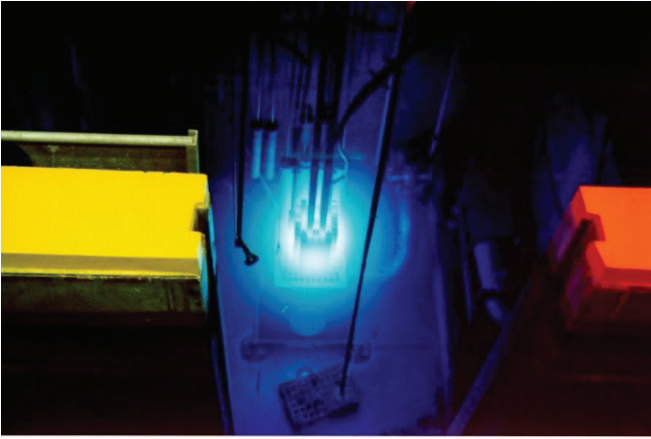
Nükleer araştırma ve hizmet amaçlı ülkenin en yüksek nötron akısı sağlayan tesisi durumundadır. Reaktörde genel olarak; Tıpta ve endüstride kullanılan radyoizotopların üretimi, Nötron aktivasyon analizleri için örnek ışınlamaları, Termohidrolik ve nötronik hesapların deneysel uygulamaları ve nükleer teknolojiyle ilgili diğer araştırma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.

Şekil 2. TR-2 Nükleer Araştırma Reaktörü



İTÜ Üniversitesi bünyesinde yer alan TRIGA Mark-II Reaktörü ise, 11 Mart 1979 tarihinde kritik yapılmış ve TRIGA reaktörlerinin 54'üncüsü olarak işletmeye açılmıştır. TRIGA adı "Training Research Isotope Production General Atomic" kelimelerinin ilk harflerinden meydana gelmekte olup Mark-II ise, çeşitli TRIGA reaktör tipleri arasında yer seviyesi üstünde inşa edilen bir türünü tanımlamaktadır. İTÜ TRIGA Mark-II Eğitim ve Araştırma Reaktörü; hafif su soğutuculu, grafit yansıtıcı ve zenginleştirilmiş uranyum yakıtın zirkonyum-hidrit yavaşlatıcı ile homojen bir şekilde karıştırılmasıyla meydana gelen katı yakıt elemanları ile çalışan açık tank tipi bir reaktördür.

Reaktör, sürekli (steady-state) ve darbeleri (pulsing) modda çalıştırılabilir. Sürekli çalışmada 250 kW ve darbeli çalışmada ise çok kısa bir zaman aralığında 1200 MW güç seviyelerine çıkmaktadır. Reaktörde meydana gelen herhangi bir ani güç artması, aynı anda yakıt-yavaşlatıcının sıcaklığının artmasına ve bunun neticesinde de yavaşlatıcının yavaşlatma özelliğinin azalmasına, ani olarak reaktivitenin düşmesine neden olmakta ve milisaniyeler mertebesinde bir zaman süresinde reaktör gücü otomatik olarak azalmaktadır. Bu özellik yalnız TRIGA reaktörlerinde vardır ve bu nedenle de "kendiliğinden güvenli reaktörler" diye de tanımlanmaktadır.



4. Çek Cumhuriyeti : ÚJV Rez Nükleer Araştırma Enstitüsü

Çek Cumhuriyeti şu anda elektriğinin yaklaşık üçte birini, 1985-1987 yılları arasında faaliyete geçen Dukovany NGS'deki dört VVER-440 ünitesinden ve 2000 ve 2002 yıllarında faaliyete geçen Temelín NGS'deki iki VVER-1000 ünitesinden sağlamaktadır.

Son yıllarda dünyada 300 MWe'ye kadar güç çıkışına sahip küçük nükleer reaktörler ve bunların enerji temininde kullanımının ilgi görmesi sebebiyle, Çek Cumhuriyeti enerji sektöründe araştırma reaktörleri, özellikle merkezi ısıtma tedariği alanında, küçük nükleer reaktörlerin araştırılması ve bunların kullanım olanakları üzerinde çalışmaktadır. ÚJV Řež'deki araştırmalar basınçlı tipteki küçük ölçekli nükleer reaktörler, ağır metal hızlı reaktörler ve ayrıca gaz soğutmalı yüksek sıcaklık reaktörleri üzerine yoğunlaşmaktadır.

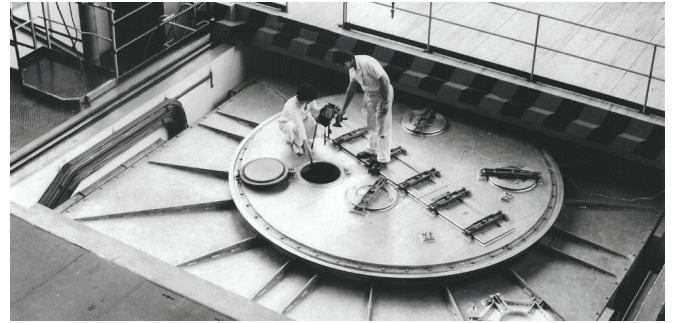
Araştırma reaktörlerinde aşağıdaki alanlarda çalışmalar yürütülmektedir:

- Nükleer yakıt ve yakıt çevrimleri,
- İnşaat malzemeleri ve işletme koşullarındaki davranışları,
- Güvenlik analizleri ve değerlendirmeleri,
- Çek Cumhuriyeti'nin enerji ekonomisinde uygu-

lama olanakları (elektrik, ısı, diğer uygulamalar),

- Çek Cumhuriyeti'nin enerji mühendisliğine uygunluğu açısından küçük reaktör kavramlarının değerlendirilmesi,
- Yerleştirme sorunları, çevre ile etkileşimler, çevresel etki değerlendirmesi,
- Çek sanayisinin ekipman üretimi ve tedarikine katılım olanakları.

Rez Nükleer Araştırma Enstitüsü Řež plc (Ústav jaderného výzkumu Řež a.s., ÚJV) 1955 yılında Çekoslovakya ve Sovyetler Birliği arasında yapılan bir anlaşma ile kurulmuş ve daha sonra Çekoslovakya Bilimler Akademisi'ne dahil edilmiştir. O zamanki Sovyetler Birliği'nin desteğiyle, Çekoslovakya hükümeti Nükleer Fizik Enstitüsü adlı bir nükleer araştırma tesisi kurmaya karar vermiş, Haziran 1955'te nükleer fizik, radyokimya, nükleer enerji mühendisliği alanında araştırma faaliyetlerini geliştirmek ve radyoizotopların kullanımının geliştirilmesi ve üretimiyle ilgili olarak kurulmuştur. 1957'de burada VVR-S araştırma reaktörü (bugün LVR-15) başlatılmış ve Çekoslovakya'daki ilk nükleer fisyon reaksiyonu gerçekleştirmiştir. İlerleyen yıllarda enstitü genişlemiş, ismi ve kurucuları değişmiş, 1972 yılından itibaren Nükleer Araştırma Enstitüsü ismi kullanılmaya başlanmıştır. Rez'de şu anda iki araştırma reaktörü faaliyettedir: Eylül 1957'de kritik hale gelen 10 MWt LVR-15 ve 5 kWt LR-0 (kritiklik 1982)



Rež Nükleer Araştırma Enstitüsü giderek esas olarak bir mühendislik şirketi haline gelmiş, yurt içi ve yurt dışı pazarlardaki ticari faaliyetlere girişmiştir. Araştırma projelerini gerçek pratiğe dönüştürme yeteneği, şirketin temel rekabet avantajlarından biri haline gelmiştir. Proje faaliyetlerine, enerji tesislerinin güvenliğine ve verimli çalışmasına, malzeme mühendisliğine ve radyoaktif atık yönetimine yönelik temel yönelim, özellikle PET (pozitron emisyon tomografisi) için radyofarmasötiklerin geliştirilmesi ve üretimini de içerecek şekilde genişlemiştir.

Günümüzde, LVR-15 ve LR-0 araştırma reaktörleri, teknolojik döngüler, sıcak odalar ve çok çeşitli son teknoloji donanımlı laboratuvarlar içeren benzersiz bir deneysel altyapıya sahiptir. Rež reaktörleri teknolojileri altyapının temel direkleri arasındadır. LVR-15 reaktörü öncelikle malzemelerin ısınması, radyofarmasötiklerin üretimi ve nötron radyografisi ve nötron ışınlarının diğer uygulamaları kullanılarak yapılan deneyler için kullanılmaktadır. LR-0 reaktörü ise, nötron-fiziksel özelliklerinin doğrulanması için güç reaktörlerinin hemen hemen her konfigürasyonunun modellenebileceği dünyadaki en esnek deneysel reaktörler arasındadır. LR-0 reaktörü, tüm işletme durumlarında nükleer güvenliğin sağlanması yönünden ve ayrıca VVER tipi çekirdeklerin fiziksel araştırmalarına yönelik olarak tasarlanmıştır. LR-0 reaktörü esas olarak VVER-1000 ve VVER-440 reaktörlerinin çekirdekleri, depolama şebekeleri ve model deneyleri üze-

rine araştırma yapmak için kullanılmaktadır.

Bu araştırma reaktörleri dışında, Çek Cumhuriyetinde Ocak 2020'de nükleer araştırma enstitüsü UJV Rez, 20 MWt kapasiteli ve yedi yıllık yakıt döngüsüne sahip Energy Well adlı florürlü yüksek sıcaklık SMR tasarımının patentini aldı. Mayıs 2021'de UJV Rez, 2035 yılına kadar ısıtma ve endüstriyel sektörlere yönelik yüksek sıcaklıklı gaz soğutmalı reaktör (HTR) tasarlama projesini duyurdu. HeFasto projesi, 900 °C'ye kadar çalışan 200 MWt'lik bir reaktör geliştirmeyi amaçlamaktadır. Isıtma, kojenerasyon ve kimya endüstrisi için üç versiyon sunulacak. Macaristan, Polonya ve Slovakya tarafından da desteklenen ve 2015 yılında Slovakya'da kurulan V4G4 Mükemmeliyet Merkezi'ne odaklanan 50-100 MWt'lik gaz soğutmalı hızlı bir reaktör geliştirmek için Allegro projesinden yola çıkmıştır. Mart 2022'de CEZ atarında, Temelin sahasında gelecekte ülkenin ilk SMR'lerinin inşası için kullanılacak bir arazi alanı ayırdığı belirtilmiştir.

Nükleer araştırma reaktörleri, SMR teknolojisinin olgunlaşmasında temel yapı taşlarını oluşturmaktadır. Deneysel doğrulama, güvenlik analizleri ve yeni tasarımların test edilmesi gibi kritik alanlarda bu reaktörler, SMR'lerin ticari ve güvenli biçimde hayata geçirilmesine olanak tanımaktadır. SMR'ler, düşük güçte, modüler ve güvenli yapılarıyla geleceğin enerji sistemlerinde önemli bir rol üstlenmektedir. Avrupa'da bu teknolojinin öncülerinden biri olan ÚJV Rež, hem araştırma altyapısı hem de özgün tasarımlarıyla SMR gelişimine yön vermektedir. Rez UJV'nin SMR Alanındaki Faaliyetleri :

- **HeFASTo:** Gaz soğutmalı hızlı reaktör (GFR) teknolojisine dayalı SMR konsepti. Yüksek sıcaklıkta çalışabilen, pasif güvenlik sistemleriyle donatılmıştır.

- **ALLEGRO:** Avrupa'nın GFR demonstrasyon reaktörü. SMR'lerin güvenlik ve verimlilik testleri için temel oluşturur.

- **CR-100:** 100 MWt kapasiteli, şehir merkezlerine yakın kurulabilen, pasif güvenli SMR tasarımı.

CR-100 gibi projeler, SMR'lerin şehir içi enerji altyapısına entegre edilmesini mümkün kılarken, HeFASTo ve ALLEGRO gibi konseptler geleceğin reaktör teknolojilerine yön vermektedir.

ÚJV Rež'deki yeni nesil reaktör araştırmaları kapsamında şu anda uluslararası "V4G4 Mükemmeliyet Merkezi" derneği bünyesinde helyumla soğutulan hızlı nötron spektrumlu (GFR - Gaz Hızlı Reaktörü) gösteri amaçlı yüksek sıcaklık reaktörü ALLEGRO'nun konseptinin geliştirilmesine odaklanmıştır. Bu kapsamda enstitü tarafından; Reaktörle-



rin kavramı ve güvenliği: Mevcut IV. Nesil reaktör konseptlerini değerlendirilerek, detaylı teknik çözümler önerilmektedir. İşletme ve acil durum koşullarında birincil devre davranışının termohidrolik hesaplamaları gerçekleştirilmekte, çekirdek erimesiyle sonuçlanan ciddi bir kazanın seyri ve sonuçları analiz edilerek ve bu reaktörlerin değerlendirilmesinde Olasılıksal güvenlik değerlendirmesi (PSA) yöntemlerinin kullanımına ilişkin sorunları çözümlenmektedir. Teknolojik ve deneysel destek: Hesaplamalı araçların doğrulanması ve geçerliliğinin sağlanması ve çalışma modlarının ve teknoloji sistemlerinin doğrulanması için deneysel cihazların tasarımı da dahil olmak üzere helyum teknolojisi için destek sağlanmaktadır.

CR-100, ÚJV Řež tarafından geliştirilen ve Avrupa'nın şehir içi enerji altyapısına entegre edilebilecek şekilde tasarlanmış yenilikçi bir **Küçük Modüler** Reaktör (SMR) konseptidir. CR-100, özellikle **şehir merkezlerinde elektrik ve ısı ihtiyacını karşılamak** üzere tasarlanmıştır. Bu reaktör, elektrik üretimi, bölgesel ısıtma ve pembe hidrojen üretimi gibi çoklu enerji hizmetleri sunmak üzere tasarlanmıştır. CR-100, SMR teknolojisinin şehir içi enerji çözümlerine entegre edilmesinde öncü bir tasarımdır. Mimari sadeliği, pasif güvenlik sistemleri ve çoklu enerji üretim kapasitesi ile hem teknik hem stratejik açıdan yüksek potansiyele sahiptir. ÚJV Řež'in bu alandaki çalışmaları, Avrupa'nın SMR dönüşümünde kritik bir rol oynamaktadır.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Nükleer araştırma reaktörleri, SMR'lerin modellemesinde ve geliştirilmesinde, nükleer Ar-Ge faaliyetlerinin ayrılmaz bir parçası olarak çok yönlü ve kritik roller üstlendiği gözlemlenmektedir. Yeni nesil reaktör tasarımlarının test edilmesi, pasif güvenlik sistemlerinin deneysel doğrulanması, yeni nesil yakıt ve materyal teknolojilerinin geliştirilmesi, gelişmiş simülasyon araçlarının kalibrasyonu ve kalifiye insan gücünün yetiştirilmesi gibi alanlarda sağladıkları katkılarla, SMR'lerin güvenli, ekonomik ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak ticarileşmesinin önünü açmaktadır.

Çekya'daki Řež Nükleer Araştırma Enstitüsü (ÚJV Řež) gibi önemli kuruluşlar, kendi araştırma reaktörleri ve uzmanlıklarıyla bu alana önemli katkılar sağlamaktadır. Bu anlamda araştırma reaktörleri, SMR teknolojisinin olgunlaşması ve gelecekteki enerji portföyündeki yerini alması için vazgeçilmez bir Ar-Ge altyapısı sunmaktadır. Bu araştırmalar, SMR'lerin güvenli, ekonomik ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak ticarileşmesinin önünü açmaktadır.

Türkiye'nin mevcut nükleer araştırma reaktörü

altyapısı ise sınırlı fakat stratejik öneme sahiptir. İstanbul'da yer alan İTÜ TRIGA MARK-II Reaktörü hâlâ faaliyettedirken, TR-1 kapatılmış ve TR-2 uzun süreli kapanma sürecine alınmıştır. Bu durum, SMR teknolojisinin yerli geliştirilmesi açısından altyapı ve deneysel kapasite bakımından güçlendirme ihtiyacına işaret etmektedir. Türkiye, modern güvenlik sistemleri ve yüksek nötron akısı sağlayan yeni bir çok amaçlı araştırma reaktörü yatırımını gündeme almalıdır. Bu reaktör, SMR prototiplerinin termohidrolik, nötronik ve malzeme davranışı testlerine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Çekya Cumhuriyeti'ndeki LVR-15 ve LR-0 gibi reaktörler, hem endüstriyel hem akademik çıktılar üreten hibrit yapılar sunmaktadır. TRIGA gibi eğitim ve radyoizotop üretimini birleştiren reaktör tiplerinin ötesine geçilerek, termik sistemler, hidrojen üretimi ve malzeme ısınması gibi alanlara hitap edecek bir mimari benimsenmelidir. Bu anlamda Türkiye, Çekya Cumhuriyeti'nin Allegro ve HeFASTo gibi projelerine gözlemci veya teknik ortak olarak dahil olması, bu konularda daha hızlı yol almasını sağlayacak, uzun vadede Avrupa SMR altyapısının bir parçası olmak, yerli tasarımın geliştirilmesini kolaylaştıracaktır.

Türkiye'nin SMR teknolojilerine bu yönde yönelik atacağı adımlar, Çekya Cumhuriyeti örneğinde olduğu gibi, deneysel altyapı ve sektörler arası işbirliği Türkiye'nin sürdürülebilir ve güvenli SMR sistemleri geliştirmesi için kritik bir temel oluşturacaktır.

Kaynaklar :

- <https://world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/radioisotopes-research/research-reactors>
- <https://www.ujv.cz/en/akordeonovy-seznam/male-vyzkumne-reaktory-1-10817>
- <https://holtecinternational.com/2022/10/25/holtec-advances-project-delivery-plan-for-smr-160-in-czech-republic/>
- <https://www.neimagazine.com/news/rolls-royce-selected-for-czech-smr/>
- <https://holtecinternational.com/2022/10/25/holtec-advances-project-delivery-plan-for-smr-160-in-czech-republic/>
- <https://www.neimagazine.com/news/rolls-royce-selected-for-czech-smr/>
- <https://nuken.tenmak.gov.tr/tr/tesisler/aras-tirma-reaktoru.html>
- <http://www.triga.itu.edu.tr/>
- <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/czech-republic>

NÜKLEER ENERJİDE ÇEVRE VE GÜVENLİK

Mustafa Kürşat ŞAHİNER - *OSTİM OSB Yeşil Dönüşüm ve Sürdürülebilirlik Yöneticisi*
Güvenlik Uzmanı, MA

kursat.sahiner@ostim.org.tr

1

Enerji, insanlık tarihinin başlangıcından beri tüm üretim ve tüketim süreçlerinde var olmuş, toplumların ekonomik ve sosyal gelişimlerini destekleyici unsurlara doğrudan etkisiyle küresel anlamda rekabet avantajı sağlayan temel bir olgudur. Doğada farklı formlarda bulunan ve aynı zamanda iş yapma yeteneği olarak tanımlanan enerji, korunum ilkesine göre dönüşebilir ancak hiçbir zaman yok olmaz. Bu nedenle enerji, yaratılamaz veya sona eremez, yalnızca biçim değiştirebilir. Dolayısıyla enerjide güç, kapasite, etki alanı ve stratejik üstünlük arayan günümüz konjonktürü biçimlendirmeler üzerine ciddi çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar neticesinde ortaya çıkan en önemli enerji türlerinden biri nükleer enerjidir.

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda elde edilen, bir atomun ikiye bölünmesi, yani fisyon adı verilen reaksiyonla ortaya çıkmaktadır. Kömürden binlerce kat daha fazla enerji elde edilmesini sağlayan güçlü bir kaynak olmasının yanı sıra nükleer enerjinin çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin varlığı, kamuoyunda sonu gelmeyen tartışmaları beraberinde getirmektedir. Nitekim bu anlayışın yerleşmesinde insanlık tarihinin en ağır sınavlarından biri olan Hiroşima ve Nagazaki felaketlerinin etkisi büyüktür. Bu iki şehirdeki doğal yaşam büyük ölçüde etkilenmiş ve radyasyon nedeniyle insanlar hastalanmıştır. Atom bombalarının etkisiyle, ürün yetişmesi için gerekli olan toprak ve çevre koşulları da ciddi şekilde bozulmuştur. Benzer şekilde 1986 yılında gerçekleşen Çernobil faciasının derin izlerini görmek mümkündür. Bu kazanın, Türkiye dahil olmak üzere Karadeniz'e kıyısı olan birçok ülkede kanser vakalarının uzun yıllar yüksek seyrine sebep olduğu akademik çalışmalar ve raporlarla ispatlanmıştır. Öte yandan Avrupa Komisyonu, 2022 yılında yayınladığı Questions and Answers on the EU Taxonomy Complementary Climate Delegated Act Covering Certain Nuclear and Gas Activities başlıklı raporda nükleer enerjinin düşük karbonlu oldu-

ğunu ve yüksek verimli, düşük maliyetli olması nedeniyle temiz enerji sınıfında gösterilebileceğini ifade etmiştir. Tüm bu tartışmaların gölgesinde bugün dünyada nükleer reaktör bulunan ülke sayısı 30'un üzerindedir. Türkiye ise 2025 yılı sonunda Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nde ilk reaktörün test üretimine başlamasını hedeflemektedir.

Türkiye'nin sanayi, teknoloji, savunma ve ekonomik faaliyetlerine bağlı olarak günden güne artan enerji ihtiyacı, taraf olduğu Paris İklim Anlaşması ve Avrupa Yeşil Mutabakatı, ayrıca 2053 net sıfır emisyon vizyonu kapsamı nükleer enerjiyi gerekli kılmıştır. İlk fizibilite çalışmaları 1970'li yıllarda yapılan Akkuyu NGS (Nükleer Güç Santrali) 4 adet reaktörüyle tam kapasite çalışmaya başladığında ülkenin enerji ihtiyacının %10'unu karşılayabilecek seviyeye ulaşacaktır. Akkuyu'nun seçilmesindeki en büyük etken lojistik ve enerji dağıtım avantajının yanı sıra denizden sağlanacak suyla gerekli soğutma çalışmalarının yapılması ve herhangi bir kaza durumunda müdahalenin kolaylıkla gerçekleştirilebilecek olmasıdır. Nükleer santrallerde güvenli çalışma kavramı büyük önem taşır. Tasarım aşamasındaki güvenlik tedbirleri dışında, santral çalışırken uygulanacak iş sağlığı ve güvenliği önlemleri hem çevre hem de insan sağlığı açısından kritiktir. Ayrıca bölgede Akdeniz'e komşu diğer ülkelerin bulunması sebebiyle kazalar sonucunda radyoaktif maddelerin suya ve toprağa karışarak çevre kirliliğine yol açması yüklü tazminatlarla karşı karşıya kalınmasına sebep olabilir. Bu nedenle Türkiye Nükleer Enerji A.Ş. (TÜNAŞ) tarafından saha çalışmaları titizlikle gerçekleştirilmekte, çevresel etki değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Her ne kadar nükleer enerjinin havaya karbon dioksit salmaması sera gazı oluşumuna sebebiyet vermiyor olsa da santrallerin projelendirilmesi, tasarlanması, kurulması, işletilmesi ve sökümü sırasında ortaya çıkabilecek riskler

ciddi güvenlik önlemlerini gerektirmektedir. Bu doğrultuda radyoaktif atıkların güvenli bir şekilde depolanması ve bertaraf edilmesi, santral çevresinde toprak, su ve hava kalitesinin sürekli takip edilmesi, işletim sırasında güvenlik protokollerinin sıkı bir şekilde uygulanması, santralin kurulacağı alanda, deprem riski, su kaynaklarına yakınlık ve nüfus yoğunluğu gibi faktörlere dikkat edilmesi güvenli ve çevre dostu bir kullanım için önem arz etmektedir.

2

Nükleer enerjinin temiz, düşük maliyetli ve kapasiteli bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra en önemli başlıklarından biri güvenlik odaklı stratejik (ekonomi, teknoloji, bilim, sanayi, savunma) etkileridir. Nükleer santrale sahip tüm ülkelerin taraf olduğu şey; barışçıl amaçlarla, hukuka uygun bir şekilde enerji üretimini sağlamaktır. Ancak birçok ülkenin Nükleer Silahların Yayılması- nın Önlenmesi Antlaşması'nı (NSYÖ) imzalamış olmasına rağmen nükleer silah başlığı üretme girişimlerinin olduğu bilinmektedir.

Taraf olduğu anlaşmalara ilişkin sorumluluğun bilincinde hareket eden ve nükleer silaha sahip olmak yönünde bir politikası olmayan Türkiye, sanayi, teknoloji ve savunma stratejileri çerçevesinde artan enerji ihtiyacını karşılamak ve bölgesel etkinliğini daha da yukarılara çıkarmak için güçlü bir enerji kaynağına sahip olmak istemektedir. Bu eksende Türkiye'nin nükleer enerjiyi kullanması, bilim, teknoloji, tıbbi operasyonlar, robotik ve kodlama çalışmaları, yapay zeka, sensör ve kontrol mekanizmaları, malzeme bilimleri gibi daha birçok alanda üst düzey faaliyetlerde bulunmasına yardımcı olacaktır. Ülkenin, son yıllarda savunma sanayiinde göstermiş olduğu gelişme göz önüne alındığında nükleer enerjinin getireceği bu yeni bilgiyi teknoloji odaklı disiplinlere aktarabilecek birikim ve alt yapıya sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu gücün varlığı, bölge ülkelerinin dikkatini çekmekte ve politik adımlara karşı tehdit unsurlarını ortaya çıkarabilme potansiyeli taşımaktadır.



Nükleer enerjinin neden olabileceği bir diğer husus dışsallıktır. Dışsallık sadece ekonomik faaliyetlerde varlığını hissettiriyormuş gibi görünse de sistem üzerine kurulu düzenli tekrarlayan tüm süreçlere pozitif ya da negatif yansımabilmektedir. Bu noktada Türkiye açısından bölgesel güvenli-

lik perspektifinden bir değerlendirme sunmak mümkündür. Nitekim bu dışsallık boyutu Türkiye için pozitif seyrederken bölge ülkeleri için negatif yönlü gerçekleşecektir. Türkiye'nin nükleer enerji hamlesi, başta ekonomi ve yüksek teknoloji olmak üzere birçok alanda rekabet edebilme gücünü arttıracaktır. Dolayısıyla Türkiye bölgede meydana gelebilecek her türlü enerji politik yaklaşımın ve tüm stratejik açılımların daha da içerisinde olacaktır.

Öte yandan Türkiye'nin Doğu Akdeniz'deki enerji kaynaklarının taşınması ve pazarlanmasında kilit bir konumda bulunması ve bu avantajı nükleer enerji hamlesiyle güçlendirmesi, kendi münhasır ekonomik bölgesini oluşturmada ve Kuzey Kıbrıs üzerinden gelebilecek olumsuzluklara karşı tedbirli duruşunda üstünlük sağlayacaktır. Aynı şekilde dünyanın her yerinde nükleer enerjiye sahip ülkelerin izlediği politikalar, bağımsız enerji kaynaklarından hareketle güçlü ekonomik göstergelere ulaşmalarına ve ardından bölgesel strateji planlarını kolaylıkla uygulamalarına yardımcı olmaktadır. Bundan dolayı verimli enerji kaynaklarını güçlü bir ekonomiden, güçlü bir ekonomiyi de bir ülkenin ulusal, ticari, istihbari, askeri ve teknolojik güvenliğinden ayrı tutabilmek mümkün değildir. Neticede nükleer enerji sayesinde oluşacak yeni ekonomik parametrelerin güçlü ve istikrarlı olabilmesi için güvenlik kavramıyla karşılıklı bağımlılık ilişkisi söz konusudur.

Tüm bu değerlendirmelerin sonucunda, santrallerin güvenliğini tehlikeye atacak, radyasyon sızıntıları ve nükleer atık yönetimi gibi iş sağlığı önlemlerinin yanı sıra, bölgesel ve küresel ölçekte yaşanabilecek savaş durumu, terör saldırıları, göç ve benzeri durumların geri dönüşü olmayan sonuçlara yol açabilmesi düşünülmektedir. Diplomatik temaslara, uluslararası iş birliklerine ve bilgi paylaşımına önem verilmelidir.

Hayatın Kaynağı Tehlikede mi? Dijitalleşen Su Altyapıları ve Güvenlik Sorunları

Tuğrulhan TERZİ - *Bilgisayar Mühendisi*

tterzi@cbernet.com

Su Altyapılarının Kritik Rolü: Neden Hayati?

Sabah uyanıp dişlerinizi fırçalarken, kahveni-zi yaparken ya da duş alırken hiç düşündünüz mü? Musluğunuzdan akan su evinize nasıl bu kadar güvenle ulaşıyor? İşte tam da bu noktada, genellikle göz ardı ettiğimiz dev bir sistem devreye giriyor: **Su Altyapıları**. Ve bu sistemler, dijital dünyada gide-rek daha savunmasız hale geliyor.

Su altyapıları, kamu sağlığının korunması, tarım ve sanayinin sürdürülebilirliği ve genel yaşam kalitesinin sağlanması açısından temel öneme sahiptir. İçme suyu temininden atık suyun arıtılmasına kadar uzanan bu sistemler, insan yaşamının vazgeçilmez bir parçasıdır. Örneğin yalnızca ABD’de yaklaşık 170.000 kamu su sistemi ve 16.000 atık su tesisi bulunmaktadır. Avrupa’da da benzer şekilde, milyonlarca kişiye hizmet veren entegre sistemler söz konusudur. Bu sistemlerde meydana gelecek herhangi bir kesinti, halk sağlığı ve kamu güvenliği açısından ciddi sonuçlar doğurabilir.

Bu nedenle su sistemleri, enerji şebekeleri, ulaşım altyapıları ve finans sistemleri gibi ulusal güvenlik kapsamında değerlendirilen **kritik altyapılar** arasında yer alır. Kritik altyapılar, bir ülkede toplumsal düzenin ve kamu hizmetlerinin sürdürülebilirliği için vazgeçilmez olarak tanım-

lanır. Avrupa Birliği’nin NIS Direktifi (Network and Information Security Directive) su altyapılarını açıkça kritik hizmet sağlayıcılar olarak sınıflandırırken, ABD Ulusal Güvenlik Ajansı (NSA) da bu sistemleri öncelikli koruma kapsamına dahil etmektedir. **Türkiye’de de Ulusal Siber Güvenlik Strateji Belgesi çerçevesinde su sistemleri kritik altyapı olarak değerlendirilmektedir.**



Bu önemin farkında olmak, yalnızca mühendislik veya çevre sağlığı açısından değil; aynı zamanda **siber güvenlik perspektifinden de** konuya bakmayı gerektirir. Zira fiziksel altyapıların dijitalleşmesi, siber saldırılarla kesintiye uğratılabilecek yeni zafiyetler yaratmaktadır.

Dijitalleşme: Verimlilik mi, Yeni Riskler mi?

Geçmişte arıtma tesisleri fiziksel vanalar ve manuel kontrollerle çalışırken, günümüz-

de bu sistemler dijital teknolojilerle yönetiliyor. **SCADA sistemleri** ile su seviyeleri uzaktan izleniyor, **IoT sensörleri** sayesinde borulardaki basınç anlık olarak takip ediliyor ve **bulut tabanlı çözümlerle** toplanan veriler analiz edilerek süreçler optimize ediliyor. Bu dönüşüm, su altyapılarında önemli bir verimlilik artışı sağlamaktadır.

Dijitalleşme sayesinde su kalitesi gerçek zamanlı izlenebiliyor, kaçaklar tespit edilebiliyor, bakım süreçleri planlanabiliyor ve operasyonel maliyetler düşürülebiliyor. Örneğin Avrupa Birliği

kaynaklı bir çalışmaya göre, dijital izleme sistemleri sayesinde su dağıtım şebekelerinde yıllık %10'a varan enerji tasarrufu sağlandığı belirtilmiştir.

Ancak bu teknolojik gelişmelerle birlikte sistemler daha karmaşık hale gelmekte ve daha geniş bir saldırı yüzeyi ortaya çıkmaktadır. Özellikle OT (Operasyonel Teknoloji) ile IT (Bilgi Teknolojisi) sistemlerinin entegrasyonu, gelecekte güvenlik önlemlerini yetersiz kılmaktadır. Endüstriyel protokoller (örneğin **Modbus, DNP3**) çoğunlukla şifreleme veya kimlik doğrulama mekanizmalarına sahip değildir. Bu durum, siber saldırganlar için ciddi bir açık oluşturmaktadır.

Ayrıca üretici firmaların sunduğu yazılım ve donanımların güncellenmemesi, zayıf parola kullanımı, internet üzerinden erişilebilen kontrol panelleri ve yetersiz erişim kontrolleri de bu altyapılarda büyük güvenlik açıklarına yol açmaktadır.

Kısacası, dijitalleşme su altyapılarını daha akıllı hale getirirken, aynı zamanda onları siber tehditlere açık bir hale getirmektedir. Bu nedenle dijital dönüşüm süreci yalnızca teknolojik gelişmelerle sınırlı kalmamalı; aynı zamanda **siber güvenlik stratejileri, risk yönetimi ve altyapı güvenliği yatırımları ile birlikte ele alınmalıdır.**

Dijitalleşmeyle Ortaya Çıkan Siber Tehditler

Dijitalleşmeyle birlikte su altyapıları, artık yalnızca doğal afetler veya fiziksel arızalarla değil; hedefli ve organize **siber saldırılarla** da karşı karşıya kalmaktadır. Bu tehditler hem teknolojik hem de insan kaynaklı olabilir. En sık karşılaşılan siber tehditler şu şekilde özetlenebilir:

1. Uzaktan Erişim İhlalleri

SCADA ve diğer kontrol sistemlerine internet üzerinden erişim sağlanması, siber saldırganlar için önemli bir fırsat yaratmaktadır. Özellikle **uzak masaüstü protokollerinin (RDP)** yanlış yapılandırılması, yetkisiz erişimlere zemin hazırla-



arak doğrudan sistem müdahalelerine neden olabilir.

2. Kimlik Avı (Phishing)

Kullanılan yazılım ve donanımlardaki üretici kaynaklı açıklar, saldırganların altyapıya sızmasına olanak

tanıyabilir. Özellikle yazılım güncellemelerinin yeterince denetlenmemesi ciddi riskler doğurmaktadır.

3. Fidyeye Yazılımları (Ransomware)

Kritik sistem dosyalarının şifrelenmesi, operasyonel faaliyetleri durma noktasına getirir. 2021 yılında ABD'de bir atık su yönetim şirketine yapılan fidye saldırısı, sistemlerin günlerce devre dışı kalmasına neden olmuştu.

4. Tedarik Zinciri Saldırıları

Kullanılan yazılım ve donanımlardaki üretici kaynaklı açıklar, saldırganların altyapıya sızmasına olanak tanıyabilir. Özellikle yazılım güncellemelerinin yeterince denetlenmemesi ciddi riskler doğurmaktadır.

5. İç Tehditler

Çalışanların kasıtlı veya ihmalkâr davranışları, dış kaynaklı tehditlerden daha büyük güvenlik açıklarına neden olabilir. Parola paylaşımı, yetkisiz veri aktarımı gibi eylemler sistem güvenliğini ciddi şekilde zayıflatmaktadır.

Bu tehditlerle etkili şekilde başa çıkabilmek için yalnızca teknik önlemler yeterli değildir. Aynı zamanda kurumsal güvenlik politikaları, personel farkındalık eğitimleri ve düzenli denetim mekanizmaları ile desteklenen bütüncül bir güvenlik yaklaşımı benimsenmelidir.

Gerçek Saldırılar: Dijital Dünyada Su Kaynaklarına Müdahale

Dijital altyapıların ne denli savunmasız olabileceğini gösteren gerçek siber vakalar, bu alandaki tehditleri daha somut ve çarpıcı hale getirmektedir:



Oldsmar, Florida (2021)

- **Olay:** Bir saldırı, TeamViewer aracılığıyla SCADA sistemine girilerek suya eklenen sodyum hidroksit dozajını **100 ppm'den 11.100 ppm'e** yükseltti
- **Süre:** İki ayrı oturumla toplamda 3-5 dakika boyunca değişiklik yapıldı.

• **Sonuç:** Operatör müdahale etti; sistem normal değere döndü. Otomatik pH alarm sistemleri henüz devreye girmeden olay durduruldu. 24-36 saat içinde tehlikeli su şebekeye ulaşabiliyordu

• **Etkilenen nüfus:** Yaklaşık 15.000 kişi.

Arkansas City, Kansas (2024)

- **Olay:** Yetkisiz erişim sonrası SCADA sistemleri geçici olarak devre dışı bırakıldı.
- **Etkisi:** Su işlemleri manuel moda alındı; federal otoriteler harekete geçti.
- **Kamu sağlığı etkisi:** Hafif aksama; milyonlarca müşteriye hizmet eden sistemde sağlık riski yok.

Muleshoe, Texas (2024)

- **Olay:** "Cyber Army of Russia Reborn" adlı grubun SCADA sistemine sızarak su tankının taşmasına yol açtığı iddia edildi.
- **Nüfus:** Yaklaşık 5.000 kişilik bir kasaba.
- **Sonuç:** Tank taşması gerçekleşti; ancak erişim anında kesilerek su kesintisi yaşanmadı.

Tipton, Indiana (2023)

- **Olay:** Rusya bağlantılı bir grup atık su tesisine sızdı; bu durum çalışanların fark etmesiyle manuel moda geçiş sağlandı.
- **Popülasyon:** Yaklaşık 5.000 kişi.
- **Etkisi:** Sistem işletmeye devam etti, içme suyu etkilenmedi.

Aliquippa, Pennsylvania (2023)

- **Olay:** İran bağlantılı "CyberAv3ngers" grubu, basınç kontrol sistemlerini hedef aldı
- **Sonuç:** Pompa sistemleri durdu, kısa süreli basınç düşüşü yaşandı. Altyapı güvenlik önlemleri güçlendirildi.

Norveç (2021)

- **Olay:** Ryuk fidye yazılımı Volue'a sızdı; bu saldırıdan yaklaşık **200 su sağlayıcısı** etkilendi.
- **Etki:** Operasyonel aksama yaşandı; tedarikçi tabanlı işleri vuran bir tedarik zinciri saldırısı olarak dikkat çekti.

Bu vakaların ortak özellikleri; saldırıların çoğunun **hedefli siber kampanyalar, SCADA sistemlerine yönelik uzaktan erişim, ve fiziksel sistemlere doğrudan zarar görebilecek sonuçlara** sahip olmasıdır. Örneğin Oldsmar'da neredeyse 111 kat fazla kostik soda dozajı tehlike oluşturmuş, Muleshoe'da ise fiziki altyapıya zarar gelmiş; her iki durumda da operatörlerin hızlı müdahalesi krizi önlemiştir.

Bizim için önemli olan ders şu: Siber saldırılar sadece dijital altyapıyı değil, **insan sağlığını, çevre güvenliğini ve kamu düzenini hedef alıyor.**

Siber Güvenlik Önlemleri: Su Altyapıları Nasıl Korunmalı?

Yukarıda örnekleri verilen saldırılar, su altyapılarının siber tehditlere karşı ne denli kırılgan olduğunu açıkça göstermektedir. Bu nedenle bu sistemlerin yalnızca teknik değil; **stratejik, ekonomik ve insani boyutlarıyla** da korunması gerekmektedir. Aşağıda, dünya genelinde kabul görmüş iyi uygulamalara dayanan başlıca önlemler özetlenmiştir:

1. Varlık Envanteri ve Sınıflandırması

Tüm ağ bileşenlerinin, SCADA sistemlerinin, sensörlerin ve yazılımların kapsamlı bir envanteri çıkarılmalıdır. Bu varlıklar risk düzeyine göre kategorilere ayrılmalı ve önceliklendirilmelidir.

Not: 2023 yılında yapılan bir araştırmaya göre, altyapı kurumlarının %45'i kritik sistem varlıklarını güncel olarak belgelememektedir.

2. Ağ Segmentasyonu ve Erişim Kontrolleri

Kurumsal ağ ile endüstriyel kontrol sistemleri arasında güvenlik duvarı konulmalı; yalnızca ihti-

yaç duyulan cihazlar arası iletişime izin verilmelidir. Dış erişim gerekiyorsa, VPN ve çok faktörlü kimlik doğrulama (MFA) gibi güvenli yöntemler uygulanmalıdır.

3. Güncellemeler ve Yama Yönetimi

Tüm yazılım ve firmware'ler düzenli olarak güncellenmeli, özellikle SCADA yazılımlarındaki güvenlik açıkları zamanında kapatılmalıdır.

Öneri: Otomatik yama yerine, test edilmiş manuel yamalar tercih edilmelidir.

4. Sıfır Güven (Zero Trust) Yaklaşımı

Kullanıcılara minimum erişim yetkisi verilmeli; tüm işlemler ve bağlantılar sürekli olarak doğrulanmalıdır. Operatör hesapları yalnızca gerektiğinde aktif hale getirilmeli ve tüm aktiviteleri denetlenmelidir.

5. İzleme, Loglama ve Anomali Tespiti

Tüm ağ trafiği ve olay günlükleri kayıt altına alınmalı; anormal davranışlar yapay zekâ destekli veya kural tabanlı sistemlerle analiz edilmelidir. OT sistemlerine özel **IDS/IPS çözümleri** (örn. Snort, Zeek, Nozomi) entegre edilmelidir.

Veri: 2022'de OT sistemlerini hedef alan saldırıların %68'i daha önceden bilinmeyen davranış kalıplarıyla gerçekleşti.

6. Personel Eğitimi ve Farkındalık Programları

Tüm teknik personel, düzenli olarak **siber hijyen, phishing farkındalığı, parola güvenliği ve sosyal mühendislik saldırıları** konusunda eğitilmelidir. Operatörlerin yalnızca teknik bilgiye değil, aynı zamanda saldırı vektörlerine karşı bilinçli bir tutuma da sahip olması gerekir.

7. İş Sürekliliği ve Olay Müdahale Planları

Her kurum, olası bir saldırı veya sistem arızası durumunda devreye alınacak bir olay müdahale

planına sahip olmalı ve bu planlar düzenli olarak senaryolar üzerinden test edilmelidir.

Sonuç

Dijital dönüşüm, su altyapılarında önemli bir verimlilik artışı sağlamıştır. Ancak bu dönüşüm aynı zamanda ciddi riskleri de beraberinde getirmiştir. Florida'dan Norveç'e kadar yaşanan vakalar, küçük bir siber açığın dahi halk sağlığına ve kamu düzenine doğrudan tehdit oluşturabileceğini göstermektedir.

Günümüzde su altyapıları sadece mühendislik meselesi değil, aynı zamanda **siber güvenlik meselesidir**. Bu nedenle;

- **Tüm altyapı projeleri**, baştan itibaren sağlam bir siber güvenlik mimarisiyle birlikte planlanmalıdır.
- **İnsan faktörü** göz ardı edilmemelidir; personel eğitimi ve farkındalık çalışmaları sürekli olarak güncellenmelidir.
- **Ulusal ve yerel yönetimler**, su ve enerji sistemlerini korumaya yönelik ortak politikalar ve etkili olay müdahale senaryoları geliştirmelidir.

Su, yaşamsal bir kaynaktır ve güvenliği yalnızca teknik ekiplerin değil, tüm toplumun sorumluluğundadır. Çünkü siber saldırılar artık sadece verileri değil, doğrudan yaşam kaynaklarımızı hedef alıyor.

Bu yüzden, suyun güvenliği bir dijital güvenlik meselesidir — ve bu mesele, geleceği koruma sorumluluğudur.

Kaynakça

1. Logical Systems Inc. – Cybersecurity in Industrial Control Systems.
2. Nextgov, Texas Tribune, GovTech – Water Infrastructure Cyber Incidents and Public Response.
3. StateScoop, Wired, CyberScoop – Critical Infrastructure Threat Intelligence Reports.
4. Insurance Journal – Ransomware Trends Affecting Public Utilities.
5. Dragos, Cyfirma – OT/ICS Threat Intelligence and Water Sector Vulnerability Reports.



Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Dağıtım Şebekelerine Etkileri

Umut YILMAZ - *Elektrik-Elektronik Yüksek Mühendisi*

umut@umutyilmaz.com.tr

Elektrikli araçların (EA) hızla yaygınlaşması, çevresel sürdürülebilirlik ve fosil yakıtlara bağımlılığı azaltma hedefleri açısından büyük bir potansiyel sunsa da, şarj istasyonlarının yoğun kullanımı enerji dağıtım şebekelerinde yeni sorunlar yaratmaktadır. Ankara'nın kentsel ve kırsal bölgelerinde "Elektrikli Araçların Şarj Yöntemleri ve Şarj İstasyonlarının Dağıtım Şebekelerine Etkileri" başlıklı yüksek lisans tezimde yaptığım analizlerle, EA şarj istasyonlarının (EAŞİ) dağıtım transformatörleri üzerindeki etkilerini bölgesel bazda değerlendirilmiştir. PSS/E programı kullanılarak yapılan simülasyonlar, özellikle hızlı şarj istasyonlarının yoğun kullanıldığı senaryolarda şebeke üzerinde ani yüklenmeler ve gerilimde dengesizlikler yaşanabileceğini net bir şekilde göstermiştir. Bu durumlar, transformatörlerde kapasite yetersizliği, gerilim düşüşleri ve hat yüklenmeleri gibi sorunlara yol açabilmektedir.

Şebekeyi Etkili ve Verimli Kullanmak En İyi Yöntem

EA şarj istasyonlarının artan enerji talepleri, mevcut dağıtım şebekesi elemanlarının kapasitelerini zorlamakta, ömürlerini kısaltmakta ve güç kalitesini düşürebilmektedir. Bu sorunları çözmek için ilk akla gelen yöntem olan şebeke ekipmanlarının kapasitesini artırmak ise hem zor hem de maliyetlidir. Bu nedenle, şimdilik en iyi çözüm, dağıtım şebekesini etkili ve verimli kullanmaktır. Özellikle yüksek hızlı şarj istasyonlarının dağıtım şebekesindeki transformatörlere dengeli dağılımını sağlamak büyük önem taşımaktadır.

Geleceğin Şebekeleri İçin Stratejik Yatırımlar Şart

Gelecek yıllara yönelik projeksiyonlarda dağıtım şebekelerine yapılacak yatırımların artmasının kaçınılmaz olduğunu vurgulamaktadır. Bu yatırımlarda, tesis edilecek transformatör merkezlerinin konumlandırılması ve kapasite planlaması kritik önem taşımaktadır. Örneğin, otopark alanlarında EAŞİ'ler için özel transformatörlerin tesis edilmesi gerekmektedir. Bu tür yatırımların artışındaki en büyük etkenler, gelişen teknoloji ve şarj sürelerini azaltma ihtiyacıyla birlikte EAŞİ'lerin güçlerinin artırılmasıdır.

Sürdürülebilirlik İçin Kapsamlı Entegrasyonlar:

Şebeke kararlılığını sağlamak ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için birden fazla çözümün en-

tegrasyonuna ihtiyaç olacaktır:

- **Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu:** Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların EAŞİ altyapısına dahil edilmesi, enerji verimliliğini artırırken çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine de büyük katkı sağlayacaktır. EA'ların karbon emisyonlarını azaltma potansiyeli, yenilenebilir enerjiyle desteklendiğinde daha da güçlenmektedir.

- **Enerji Depolama Sistemleri:** Batarya depolama sistemlerinin entegrasyonu, özellikle hızlı şarj istasyonlarının yoğun kullanıldığı bölgelerde, şebekenin ani yüklenmelerle karşılaşmasını önleyerek yükü dengeleyebilir. Bu sistemler, düşük talep dönemlerinde depolanan enerjinin yüksek talep zamanlarında kullanılmasını sağlayarak şebeke kararlılığını korur. Ayrıca, elektrik kesintilerinde yedek enerji kaynağı olarak da kullanılabilirler.

- **Yapay Zekâ Teknolojileri:** Yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin EAŞİ altyapısına entegrasyonu, enerji dağıtımını optimize ederek şebekenin daha verimli kullanılmasını sağlayabilir. YZ algoritmaları, enerji arz-talep verilerini gerçek zamanlı analiz ederek enerji depolama sistemlerinin ne zaman devreye girmesi gerektiğini belirleyebilir ve şebekedeki dengesizlikleri önleyebilir. Talep yanıtı stratejileri ile kullanıcıları yoğun olmayan zamanlarda şarj etmeye yönlendirerek şebeke üzerindeki yükü azaltabilir. Ayrıca, YZ, şarj istasyonlarının bakım ve performans izleme süreçlerinde kullanılarak arıza risklerini azaltıp verimliliği artırabilir.

EA'ların dağıtım şebekelerine entegrasyonunda şarj altyapısının planlanması ve yönetilmesi konusunda literatüre önemli çıkarımlar sunduğunu belirtmektedir. Gelecekte akıllı şebekeler, enerji depolama sistemleri, daha verimli bataryalar ve yapay zekâ gelişimi ile bu entegrasyonun daha yaygın ve verimli hale gelmesi kaçınılmazdır. Politik ve yasal düzenlemeler, ekonomik büyüme ve sosyal değişimler gibi faktörler de EA şarj altyapısının gelecekteki başarısı için önemli rol oynayacaktır. Elektrikli araçların enerji talebindeki etkilerini en iyi şekilde anlamak ve bu talebi karşılayabilecek dağıtım şebekeleri oluşturmak, sürdürülebilir enerji hedeflerine ulaşmak için kritik bir adımdır.

Kaynak: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=LY6e5xGA7WWUpEdrBmEPLn_JSD-Rw_ATOFnpKx4q6NoECOD40pACYgHHMrz_JIJne

Elektrik Mühendislerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Sorumlulukları

Asuman ERKUL - *Elektrik-Elektronik Yüksek Mühendisi*

asumanerkul@hotmail.com

Günümüzün teknolojik altyapısını oluşturan enerji sistemleri, otomasyon yapıları, kontrol ve haberleşme ağları, çoğunlukla elektrik mühendislerinin katkısıyla hayat bulmaktadır. Bu sistemlerin tasarımından işletilmesine kadar geçen süreçlerde **iş sağlığı ve güvenliği** (İSG) konusu, sadece yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda bir mühendislik etiğidir.

Yani aslında size getirilen ek bir yük değil, işinizin bir parçasıdır.

1. Tasarım Aşamasında Güvenlik Sorumluluğu

Tasarımda güvenlik, bir sistem, cihaz veya tesis henüz **kâğıt üzerindeyken** potansiyel tehlikelerin öngörülerek ortadan kaldırılması ya da en aza indirilmesidir.

Bu yaklaşımın temel hedefi, **riski en başta yok etmek** ya da daha sonraki süreçlerde risk kontrolüne duyulan ihtiyacı azaltmaktır.

Kontrol hiyerarşisinin en üst basamakları olan ortadan kaldırma veya azaltma bu adımda başlar. Hatalı bir tasarıma önlem almak en zor ve en maliyetli yöntemlerden biridir ve çoğu zaman işe yaramazlar.

Elektiriksel tehlikelerin önlenmesi için; uygun sigorta ve koruma rölelerinin seçilerek kısa devre ve aşırı akım risklerinin azaltılması, kaçak akım rölesi kullanımıyla elektrik çarpması risklerinin önlenmesi, topraklama sistemlerinin dikkatle tasarlanarak gerilim altında olmayan bölümlerde potansiyel farklarının engellenmesi, uygun yalıtım sınıfının tercih edilmesi, yangın riskine karşı

gerekli yerlerde alev geciktirici malzeme kullanılması ve patlayıcı ortamlar için uygun ekipmanların (ATEX) seçilmesi gibi önemli tasarım unsurlarının göz önünde bulundurulması, doğru ve güvenli bir sistem tasarımı açısından büyük önem taşır.

Güvenli bir tasarım sadece tehlikeleri kontrol altına almaz ayrıca işletme **maliyetlerini düşürür**, **bakım ihtiyacını azaltır**, **personel verimliliğini artırır**.



2. Kurulum ve Devreye Alma Sürecinde İSG Uygulamaları

Kurulum aşamasında çalışan personelin yüksek gerilim, kısa devre, ark parlaması, elektromanyetik alan gibi tehlikelerle karşı karşıya kalmaması için mühendislerin gözetiminde kontrol, prosedürlere uygun bir çalışma gereklidir.

Kurulum ve devreye alma süreçleri, teknik detayların ötesinde ciddi güvenlik risklerini de beraberinde getirir. Bu süreçlerde mühendis olarak en önemli sorumluluklarımızdan biri, sistemin devreye alınmadan önceki aşamasında **elektiriksel tehlikeleri doğru tanımlamak ve riskleri önceden değerlendirmektir**.

Ancak sahada sıklıkla gözlemlediğimiz yanlış bir algı vardır: **Risk değerlendirmesi yalnızca İSG uzmanlarının işiymiş gibi düşünülür**. Oysa bu yaklaşım hem eksik hem de oldukça tehlikelidir.

Bir İSG uzmanı, genel iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına, koruyucu yöntemlere ve yasal prosedürlere hâkim olabilir; ancak elektrik sistemle-

riyle ilgili özgün risklerin tamamını bir **elektrik mühendisliği bilgisiyle** değerlendirmesi mümkün değildir. Elektrik çarpması, ark parlaması, kısa devre, yetersiz topraklama, kaçak akım, harmonik etkiler gibi tehlikeler; sadece teorik değil, mühendislik deneyimi gerektiren teknik konulardır.

Biz mühendisler, bu riskleri öngörebilmek ve çözüm üretebilmek için 4 yıl boyunca üniversitede eğitim alıyoruz. İşte bu nedenle, risk değerlendirmesi sürecinde elektrik mühendislerinin katkısı olmazsa olmazdır.

Doğru yöntem, bu sürecin çok disiplinli ekiplerle yürütülmesidir. Risk değerlendirme ekipleri oluşturulurken yalnızca İSG uzmanı değil, elektrik, makine, inşaat gibi ilgili mühendislik disiplinlerinden uzmanların da sürece dahil edilmesi gereklidir. Böylece sadece yasal zorunluluklar değil, aynı zamanda teknik doğruluk ve uygulanabilirlik de sağlanmış olur.

Unutulmamalıdır ki, gerçek güvenlik, sadece evrak üzerinde değil, sahada alınan teknik önlemlerle sağlanır. Bu da ancak mühendislik bilgisiyle mümkün olabilir. Elektrik sistemleriyle ilgili her türlü riskin değerlendirilmesinde, mühendis görüşü sürece entegre edilmelidir.

Çünkü **doğru yapılmayan bir risk analizi, riskin kendisinden daha büyük bir tehdittir.**

3. İşletme ve Bakım Sürecinde Sürekli Sorumluluk

Kurulum ve devreye alma süreci tamamlandıktan sonra, çoğu zaman sistemlerin sorunsuz çalışacağı varsayılır. Oysa gerçek sorumluluklar asıl olarak işletme ve bakım aşamasında başlar. Bu noktada, elektrik mühendislerinin rolü yalnızca teknik destek sağlamak değil, aynı zamanda süreklilik, güvenlik ve sürdürülebilirlik ilkelerini birlikte gözetmektir.

Bir sistemin çalışıyor olması, onun güvenli olduğu anlamına gelmez. Elektrik mühendislerinin işletme sürecindeki öncelikli sorumluluğu, sistemin sadece çalışmasını sağlamak değil, güvenli ve stabil çalışmasını garanti altına almak olmasıdır. Enerji sürekliliğini sağlarken; gerilim dalgalanmaları, topraklama problemleri, aşırı yüklenme ve izolasyon zafiyetleri gibi potansiyel riskler sürekli izlenmeli ve giderilmelidir.

Elektrik sistemlerinde **periyodik testler ve bakım faaliyetleri**, geçici değil kalıcı güvenliğin te-

melidir. Tüm bu testler, yalnızca bir prosedür değil, **yaşam güvenliğinin devamı için mühendislik sorumluluğudur.**

İşletme sürecinde, ekipmanların enerji altında çalışması veya bakım yapılması gereken durumlarda elektrik mühendislerinin İSG konusundaki bilgi ve gözetimi kritiktir. Bir sistemde yapılması planlanan bakım sırasında doğru LOTO uygulamasının yapılabilmesi, enerji kesintisinin planlanması, acil durumlarda elektrik ile ilgili gerekli müdahalenin planlanması gibi birçok konu biz mühendislerin bilgi ve birikimi ile ancak yapılabilir.

Elektrik sistemlerinde görev alan tekniker, teknisyen ve ustaların, mutlaka deneyimli mühendislerin sürekli gözetimi altında çalışması büyük önem taşımaktadır. Örneğin sigortanın atması durumunda, kablo kapasitesine uygun olmayan, daha yüksek amperli sigortaların kullanılması sonucu ortaya çıkan yangın vakaları, ne yazık ki sık sık karşılaştığımız ve ciddi sonuçlar doğuran ihmallerden biridir ve gözetimsiz kalan ekiplerimiz bunu sık sık yapmaktadır.

Elektrik tehlikeleriyle ilgili olarak çalışanlara verilecek eğitimlerin mutlaka bir elektrik mühendisi tarafından verilmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü elektrik sistemleri ve bu sistemlerde ortaya çıkabilecek riskler, mühendislik temelli teknik bilgi ve deneyim gerektirir. İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) uzmanları, genel olarak iş sağlığı ve güvenliği konularında yetkin olmalarına rağmen, elektrikle ilgili spesifik tehlikeler konusunda bir elektrik mühendisi kadar derinlemesine bilgi sahibi olmayabilirler. Bu nedenle, eğitimlerin içeriğinin doğru, kapsamlı ve teknik açıdan yeterli olabilmesi için elektrik mühendislerinin aktif rol alması, çalışanların güvenliğinin sağlanması açısından kritik bir adımdır.

4. Yasal Yükümlülükler ve Etik Sorumluluk

Elektrik mühendisleri, aşağıdaki yasal çerçeve ve standartlara uygun hareket etmek zorundadır:

- **6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu:** Çalışma ortamında çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlamak için gerekli tedbirleri almak, risk değerlendirmesi yapmak ve alınan önlemlerin uygulanmasını sağlamak.

- **Elektrik İç Tesisat Yönetmeliği:** Elektrik tesisatlarının tasarımı, kurulumu, işletmesi ve bakımı ile

ilgili teknik standartların uygulanması zorunludur.

- **Elektrik Piyasası Kanunu ve Yönetmelikleri:** Enerji üretimi, iletimi ve dağıtımına ilişkin düzenlemelere uygunluk.

- **Uluslararası ve Ulusal Standartlar:** IEC, TS EN, TSE gibi standartlara uygun malzeme ve yöntemlerin kullanılması.

Yukarıdaki yasal düzenlemeler kapsamında, mühendislerin sorumluluğu; sadece teknik doğru tasarım ve uygulama yapmakla sınırlı kalmaz, aynı zamanda güvenli çalışma koşullarının oluşturulması ve sürdürülmesini sağlamakla da devam eder.

Elektrik mühendislerinin etik sorumlulukları, yalnızca meslek onurunu korumakla sınırlı değildir; aynı zamanda toplumun güvenliğini sağlamak ve mühendislik mesleğinin gelişimine katkıda bulunmak gibi temel değerlere dayanır. Etik yaklaşım, iş sağlığı ve güvenliği kültürünün yerleşmesinde de kritik rol oynar. Bu sorumluluklar, aşağıdaki ilkelerle somutlaşır:

- **İnsan hayatı ve çevre sağlığı önceliklidir:** Elektrik mühendisleri, tüm tasarım ve uygulamalarında önce insan güvenliğini ve çevresel etkileri gözetmekle yükümlüdür. Hiçbir teknik gerekçe, bu önceliğin gerisine itilemez.

- **Şeffaflık ve dürüst iletişim esastır:** Proje paydaşlarına karşı açık, eksiksiz ve doğru bilgi sunmak, mühendislik etiğinin temel taşlarından. Risklerin ve sınırlamaların bilinçli olarak gizlenmesi, mesleki sorumluluğun ihlali anlamına gelir.

- **Sürekli gelişim ve güncel bilgi şarttır:** Hızla değişen teknoloji ve güncellenen standartlar karşısında, mühendislerin bilgi birikimini sürekli yenilemesi gerekir. Bu, sadece teknik yeterlilik değil, aynı zamanda etik bir zorunluluktur.

- **Meslek dayanışması ve saygı kültürü korunmalıdır:** Elektrik mühendisleri, meslektaşlarıyla iş birliği içinde olmalı, onların bilgi ve emeğine saygı göstermeli, etik dışı rekabetten kaçınmalıdır. Mühendislik, bireysel değil kolektif bir sorumluluk mesleğidir.

- **Sorumluluk üstlenme ve çözüm odaklılık esastır:** Mühendisler, kararlarının ve uygulamalarının sonuçlarını sahiplenmeli; olası olumsuzluklar karşısında savunmaya geçmek yerine çözüm üretmeye odaklanmalıdır.

Bu etik ilkeler, yalnızca mesleki duruşu tanımlamakla kalmaz, aynı zamanda iş sağlığı ve güvenliği alanında da güçlü bir sorumluluk bilinci oluşturur. Etik değerlere bağlı kalan bir mühendislik pratiği, çalışan güvenliğinden çevresel sürdürülebilirliğe kadar birçok alanda pozitif etki yaratır.

5. Yeni Teknolojiler ve Yeni Riskler

Günümüzde yenilenebilir enerji sistemleri, elektrikli araçlar, yüksek kapasiteli bataryalar ve endüstri 4.0 gibi gelişmeler, yeni fırsatlar kadar **yeni riskler** de getirmiştir.

Güneş panelleri, rüzgâr türbinleri gibi dağıtık enerji kaynaklarının elektrik şebekesine entegrasyonu, şebekede **gerilim dengesizliği, harmonik bozulmalar, frekans kontrolü** gibi yeni teknik sorunları ortaya çıkarıyor. Bu durumlar, ekipmanların erken arızalanmasına ve güvenlik risklerine yol açabiliyor.

İletim ve dağıtım sistemlerinde dijitalleşme, veri alışverişi ve otomatik kontrol sistemlerinin yaygınlaşması ile beraber **siber güvenlik riskleri** önemli hale geliyor. Elektrik mühendisleri sadece fiziksel donanımın değil, aynı zamanda sistemlerin **siber saldırılara karşı korunması** için de tedbirler almak zorunda.

Elektrikli araçların yaygınlaşması, yüksek kapasiteli şarj istasyonlarının kurulmasını gerektiriyor. Bu yeni altyapı, yüksek akım ve gerilimlerle çalıştığından **yangın, elektrik çarpması ve aşırı yük risklerini artırıyor**. Uygun tasarım ve koruma sistemleri mühendislerin öncelikli sorumluluğu. Cihazların birbirine bağlandığı ve uzaktan kontrol edildiği sistemlerde, **veri gizliliği, kontrol hatalarının neden olduğu kazalar** gibi riskler gündeme geliyor. Fiziksel güvenlik kadar yazılım güvenliği de kritik bir alan haline geliyor.

Yapay zekâ tabanlı sistemlerin karar mekanizmaları bazen beklenmedik sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, kritik elektrik sistemlerinde otomasyonun **gözetimli ve kontrollü** çalışması, hata durumunda manuel müdahale imkânı sağlanması gereklidir.

Yeni teknolojiler elektrik mühendisliğine sayısız yenilik ve gelişim fırsatı sunarken, beraberinde karmaşık ve çok boyutlu riskler getiriyor. Mühendislerin bu riskleri öngörüp etkin çözümler geliştirmesi, güvenli ve sürdürülebilir elektrik sistemleri için artık her zamankinden daha kritik.

Standartlar

Elektrik mühendisliği, yüksek risk taşıyan ve insan hayatını doğrudan etkileyen bir disiplindir. Bu nedenle, yapılan tüm tasarım, kurulum, işletme ve bakım faaliyetlerinde ulusal ve uluslararası standartlara uygunluk sağlamak hayati bir gerekliliktir. Standartlar, güvenliğin ve kalite kontrolünün temel yapı taşlarıdır ve mühendislik uygulamalarının evrensel kabul görmüş kriterlere uygun şekilde yürütülmesini sağlar.

Standartlar, **sistemlerinin güvenli, verimli, sürdürülebilir ve uyumlu** bir şekilde tasarlanması, kurulması, çalıştırılması ve bakımının yapılması için belirlenen teknik kurallar, testler, ölçütler ve uygulama rehberlerini kapsar.

İşinizi yaparken standartları referans alırsanız hata yapma olasılığınızı en aza indirir ve güvenli tasarımlara sahip olmuş olursunuz.

Sonuç

Elektrik mühendislerinin görevi, sadece sistemleri çalışır halde tutmak değil; **insanı, çevreyi ve sistemi birlikte korumaktır**. Tasarım aşamasından işletmeye kadar tüm süreçlerde İş Sağlığı ve Güvenliği, mesleğimizin ayrılmaz bir parçasıdır. Unutulmamalıdır ki; güvenlik planlı olmadığında, kazalar tesadüf değil, kaçınılmaz olur.

FERDİ ZEYREK KAZASINA FARKLI BİR YAKLAŞIM

6 Haziran 2025 tarihinde Manisa'daki evinde havuzun makine da-
iresinde meydana gelen elektrik akımına kapılma olayı, ne yazık ki üç günlük yaşam mücadelesinin ardından Ferdi Zeyrek'in hayatını kaybetmesiyle trajik bir sona ulaştı. Kendisi yalnızca bir Mimar ve Belediye Başkanı değil, aynı zamanda bölgesinde önemli bir lider ve kamu hizmeti temsilcisiydi. Bu kayıp, sadece yakın çevresini değil, tüm toplumu derinden etkiledi.



Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Yönetim Kurulu Başkanı Mahir Ulutaş'ın kazayla ilgili yaptığı teknik açıklamalar, olayın arkasındaki temel teknik sorunlara ışık tutuyor. Ulutaş, ilk incelemelerde havuzun makine dairesindeki elektrik tesisatında ve koruma ekipmanlarında ciddi paslanma ve izolasyon problemleri tespit edildiğini belirtti. Elektrik odasında, özellikle ıslak hacimler için uygun olmayan ve standartlara aykırı tasarımların varlığı göze çarpıyor.

Bununla birlikte, yüksek nem ortamı nedeniyle havuz motorunda kaçak akım oluştuğu ve mevcut koruma sistemlerinin bu kaçakları algılayıp devre dışı bırakmakta yetersiz kaldığı bildirildi. Kısacası, koruma ekipmanları görevlerini tam olarak yerine getirememiş, bu da doğrudan kazaya zemin hazırlamıştır.

Standartlara Uyumsuz Tasarım ve Yetersiz Bakım

Bu kazanın temel nedenlerinden biri, tesisatın ulusal ve uluslararası elektrik standartlarına uygun olmaması olarak ortaya çıkıyor. Havuz makine dairesinin elektrik tesisatında;

- Paslanma ve izolasyon sorunları,
- Kaçak akım rölesinin bulunmaması,
- Yetersiz topraklama sistemi,
- Uygun olmayan ve güvenli olmayan elektrik odası tasarımı

gibi ciddi eksiklikler söz konusu.

Bu alanın tasarımı yapacak kişinin, elektrik mühendisliği eğitimi almış, ilgili standartlara hâkim, ehil bir profesyonel olması gerekmektedir. Ancak mevcut durum, bu kritik sorumluluğun gerektiği gibi yerine getirilmediğini göstermektedir.

Buna ek olarak, tesisatın işletilmesi sırasında **doğru bakım programlarının uygulanmaması** ve

periyodik kontrollerin aksatılması, kazanın yaşanmasında önemli bir diğer faktördür. Düzenli bakım ve denetim yapılmadığında, zamanla oluşan yıpranmalar ve riskler fark edilemeyerek ciddi tehlikelere yol açabilir. Ayrıca, standartlara uyumun sağlanması için etkin **denetim mekanizmaları** oluşturulmalı ve uygulanmalıdır. Bu, sadece can güvenliğini sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda işletme maliyetlerinin düşürülmesine ve sürdürülebilir bir enerji kullanımına da katkı sağlayacaktır.

Eğitim

Sayın Ferdi Zeyrek hem bir Belediye Başkanı hem de bir mimar olarak toplumda önemli bir konuma sahipti. Ancak yaşanan trajik kaza, elektrik güvenliği konusunda toplumun ne denli kritik bir eğitim ve farkındalık açığı olduğunu açıkça ortaya koymuştur.

Bu olay, üniversitelerimizde farklı mühendislik ve mimarlık disiplinleri arasında daha sıkı iş birliği ve entegre eğitim programlarının geliştirilmesi gerekliliğini bizlere hatırlatmaktadır.

Özellikle Mimarlık, İnşaat Mühendisliği ve ilgili diğer teknik bölümlerde, elektrik güvenliği konularının mevcut müfredatın sınırlarını aşarak daha detaylı ve uygulamalı şekilde işlenmesi elzemdir. Bu sayede, sadece elektrik mühendisliği bölümlerinden mezun olanlar değil, bina tasarımı ve yönetimi ile doğrudan ilişkili olan diğer disiplinlerden mezun olanlar da elektriksel riskler ve güvenlik önlemleri hakkında yeterli bilgi ve bilinçle donanmış olacaktır. Özellikle yetkin olmayan kişilerin elektrik işlerine müdahalesini önlemede ve yetkin kişilerle çalışma ihtiyacının anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca mezunların sahada karşılaşılabilecekleri gerçek risklere karşı hazırlıklı olmalarını sağlayacaktır.

Denetim

Elektrik güvenliği sadece eğitimle sınırlı kalmamalı; işletme aşamasında da etkin ve düzenli denetim mekanizmaları hayata geçirilmelidir. Özellikle kamu binaları, endüstriyel tesisler ve konutlarda bu denetimler, yetkin elektrik mühendisleri ve teknik personel tarafından yapılmalı, tespit edilen eksiklikler anında giderilmelidir.

Türkiye’de yapıların elektrik tesisatları genellikle şu adımlarda kontrol edilir:

- Proje hazırlanır, onaylanır.
- İnşaat aşamasında elektrik tesisatı döşenir.
- Yapı kullanıma açılmadan önce (geçici/kesin kabul öncesi) kontrol edilir.
- İlgili kurumlarca (TEDAŞ, EDAŞ, yapı denetim firmaları) bir ilk kontrol yapılır.

Ne yazık ki bu ilk kontrollerin ardından, yapı kullanım süresi boyunca **hiçbir periyodik elektrik denetimi** yapılmamaktadır.

Bu, özellikle konutlarda **20, 30 hatta 40 yılı aşkın süredir kullanılan elektrik tesisatlarının** hiçbir denetim veya bakım görmeden kullanılmasına yol açmaktadır.

- 30-40 yıllık binalarda, halen **ilk döşendiği gibi kalan** yıpranmış kablolar, izolesi zayıflamış iletkenler, paslanmış topraklama sistemleri mevcuttur.
- Zaman içinde kullanıcılar tarafından yapılan **izinsiz ve mühendislik dışı tadilatlar**, sistemi daha da karmaşık ve tehlikeli hale getirmiştir.
- Projeye uygunluk ortadan kalkar, yapılan işçiliklerin çoğu **standart dışı ve yetkisiz kişilerce** yapılır.

Sanayi tesislerinde ve bazı işyerlerinde sınırlı periyodik kontrol zorunluluğu bulunurken, konutlarda böyle bir yükümlülük yoktur.

Ne Yapılmalı?

- **Yasal Zorunluluk Getirilmeli:** Minimumda her 5 yılda bir yapılara elektrik güvenlik denetimi yapılması mevzuatla zorunlu hale getirilmelidir.
- **Elektrik Tesisatına 'Muayene Zorunluluğu':** Asansör veya bacalarda olduğu gibi, elektrik tesisatları da “uygunluk” belgesi almalıdır.
- **Eğitimli Uzmanlarca Denetim:** TMMOB, EMO (Elektrik Mühendisleri Odası) ya da akredite kuruluşlar tarafından periyodik muayene sistemine geçilmeli.
- **Sigorta Şirketleri Rol Almalı:** Elektrik uygunluk belgesi olmayan yapılara sigorta yapmama politikası getirilerek sistem teşvik edilebilir.
- **Devlet Teşviki:** Özellikle eski binalarda elektrik yenilemelerini teşvik etmek için KDV indirimi, kredi desteği ya da kampanyalar uygulanabilir.

YAZI DİZİSİ ELEKTRONİK LABORATUVAR EKİPMANLARI VE KULLANIMLARI -5

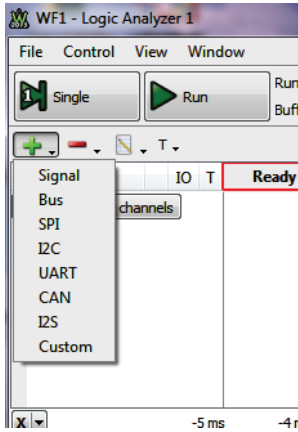
Lojik Analizör Kullanımı

Önder ŞİŞER - *Elektronik Yüksek Mühendisi*

onder@reelektronik.com

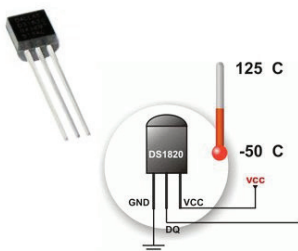
Lojik analizör ile dijital sinyallerin görüntülenmesi ve yorumlanması yapılır. Osiloskop ile yapılan analog sinyal görüntülemelerin, dijital olanıdır denilebilir. Analog Discovery 3 cihazında bulunan lojik analizörün 16 adet input ve output kanalı bulunmaktadır.

Lojik analizör penceresi açıldığında, hangi sinyal formatında çalışılacak ise seçilir veya özel veri girişleri tanımlanarak da çalışılabilir. Resim 1’de seçilebilecek formatların bulunduğu menü görülmektedir.



Resim 1. Lojik analizör veri formatları görünümü

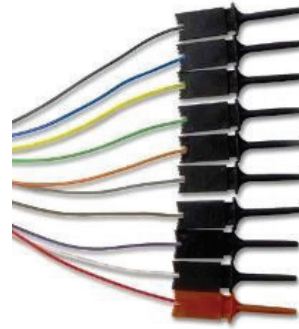
Uygulamamızda Dallas firmasının DS1820 sıcaklık sensörünün seri veri gönderme bacağındaki dijital bilgiler, lojik analizör ekranında görüntülenecektir. Bu uygulamada üzerinde DS1820 sensör bulunan bir kontrol kartı devresi üzerinde test yapılacaktır. Resim 2’de görülen bu sensörün teknik özelliklerini (datasheet) internet ortamından bulup detaylı inceleyebilirsiniz.



Resim 2. DS1820 sıcaklık sensörü görünümü

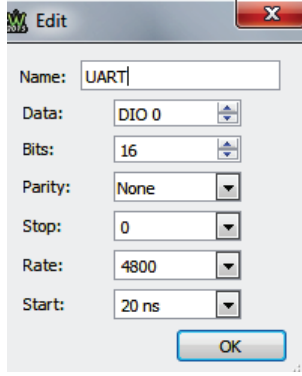
Üç pinli bu malzemenin pinleri; 1-GND (Ground), 2-Data Çıkış (DQ), 3-Vcc (Besleme gerilimi) şeklindedir. DS1820 algıladığı sıcaklık değerine göre, 16 bitlik seri bilgi gönderir. UART hazır formatından bu veriler görülebilir. Resim 4’de görülen seçim menüsünden UART (seri haberleşme) seçilir.

DS1820 ye lojik analizörü bağlamak için Resim 2 yardımcı olacaktır. AD3 cihazı ile birlikte gelen çok renkli kablo bağlantıları konektörü takılır. DS1820 nin GND bacağı, AD3 cihazındaki siyah renkli GND kablosuna, AD3 cihazı üzerindeki ‘digital I/O signals’ grubundaki ‘0’ nolu pembe renkli kablo ise, DS1820 ‘nin 2 nolu bacağına bağlanır. Bu bağlantıları kolayca yapabilmek Resim 3’de görülen mikro test klipslerini kullanabilirsiniz. DS1820 elektronik bir devrenin üzerinde bulunduğundan Vcc bağlantısını yapmaya gerek duymuyoruz. Elektronik devrenin kendi besleme enerjisini veriyoruz.



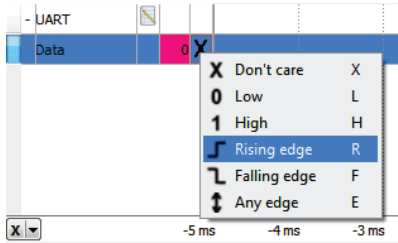
Resim 3. Test klipsleri görünümü

Bağlantılar yapıldıktan sonra AD3 cihazı USB porttan PC ye bağlanarak açılır. DS1820 sensörünün bulunduğu elektronik karta kendi besleme gerilimi verilir. Resim 4’de görüldüğü gibi UART formatı üzerine çift tıklanarak seçilir. Ekrana eklenen UART çizgisi (bar) üzerinde bulunan not defterine benzer ayarlar menüsüne tıklanarak, Resim 4’de görüldüğü gibi UART ayarları yapılır. Bağlantımızı DIO-0 pinine yaptığımız için 0’ nolu dijital kanal seçilir. ‘OK’ e tıklanır.



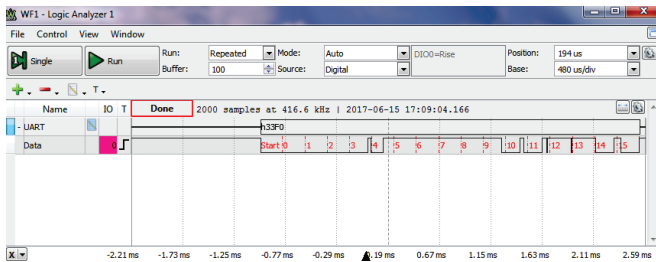
Resim 4. UART ayarlama menüsü görünümü

Pencere ekranı çubuğu üzerinde bulunan 'data' satırında Resim 5'de görüldüğü gibi trigger menüsünden 'Rising edge' veya 'Falling edge' seçilir.



Resim 5. UART trigger modu seçimi görünümü

Lojik analizör penceresi üzerindeki 'Run' a tıklandığında Resim 6'da görülen dijital sinyal ekrana gelecektir.

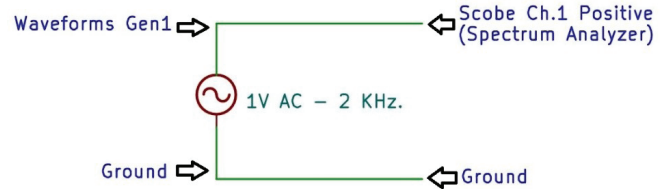


Resim 6. UART sinyali lojik analizör görünümü.

Ekran üzerinde detaylı sinyal incelemeleri yapılabilir. Dijital verilerin üzerinde Hex ve ASCII ifadeleri de görüntülenir. View menüsünden; Data, Event, Logging ve Cursors pencerelerini de açarak incelenebilir. Lojik analizör kullanımı ölçülecek sinyallerin tanınmasını gerektirir. Tasarım ve ARGE - Test Mühendisliği konusunda çalışan teknik arkadaşlarımıza katkı sağlayan bir cihazdır. Özellikle tasarımlardaki donanım ve yazılım sorunlarının enerjili şekilde debug edilmesinde tercih edilir.

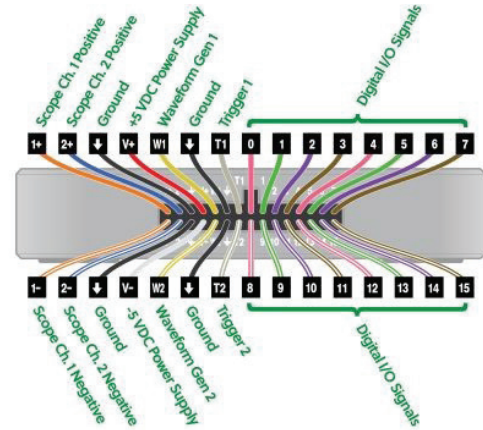
Spektrum Analizör Uygulaması

Bu çalışmada spektrum analizör de bir sinyal görüntülenecektir. Resim7'de görüldüğü gibi sinyal jeneratörü, Spektrum analizör cihazı ile aynı girişi kullanan osiloskop cihazı girişine irtibatlanır. Analog Discovery3 cihazı PC ye C Type USB üzerinden bağlanır.



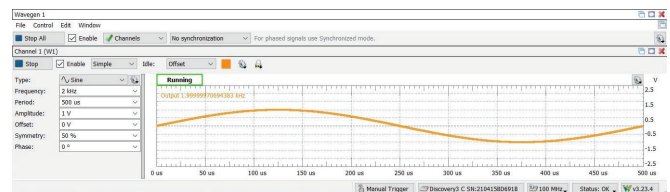
Resim7. Sinyal jeneratörü ve spektrum analizör AD3 cihazı bağlantıları.

AD3 cihazında bağlantıların doğru şekilde yapılması için Resim8'de görülen bacak bağlantıları (pinouts) şeması kullanılmalıdır.



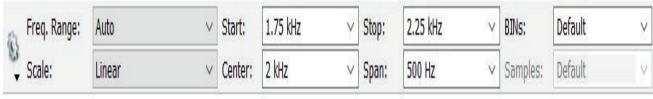
Resim8. AD3 cihazları bağlantıları ve isimleri (pinouts).

Waveforms cihaz yazılımı açılarak Wavegen (Sinyal jeneratörü) seçilir. Sinyal jeneratöründe; sinyal tipi olarak 'Sine', frekans olarak 2 KHz ve enlik olarak da (amplitüde) 1 V ayarlanır. Sonra 'Run' a tıklanarak cihaz çıkışına sinyal verilmiş olur. Bu ayarlamalar penceresi Resim 9'da görülmektedir.



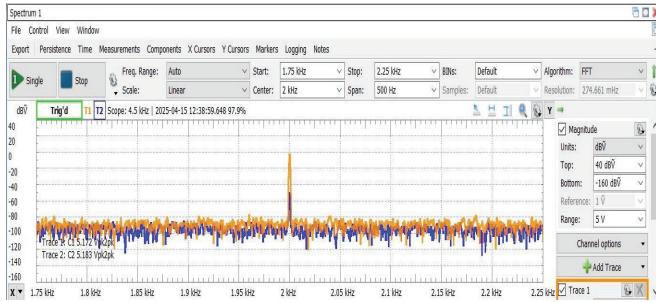
Resim9. Sinyal jeneratörü ayarları penceresi.

Spektrum analizör (spectrum) cihazı penceresi açılarak Resim 10'da görülen ayarlar yapılır.



Resim 10. Spektrum analizör ayarları penceresi.

Resim 10'da görüldüğü gibi, Start: 1,75 KHz, Stop:2,25 KHz, Center: 2 KHz, Span:500 Hz yapılır. Sonra spektrum analizör cihazı üzerinde 'Run' a tıklanır. Resim 11'de ölçüm sonucu görülmektedir.



Resim11. Spektrum analizör ekranı ölçüm görünümü.

AD3 cihazında bulunan spektrum analizör cihazı ile frekans ekseninde sinyal ölçümleri yapılmaktadır. Spektrum analizör cihazı osiloskop kanallarını giriş olarak kullanır. Spektrum analizör açıldığında cihazın dış dünyadaki elektro manyetik alanlardan dolayı gürültü sinyallerini gösterdiği gözlemlenir. Resim 11'de spektrum analizör kanallarına prop bağlı değil iken dahi gözlemlenen manyetik gürültü sinyali görülmektedir. Bu manyetik gürültüyü oluşturan kaynaklardan bazıları şu şekilde sıralanabilir; GSM sinyalleri, radar sinyalleri, wi-fi sinyalleri, telsiz sinyalleri, flüoresan lamba balast devresi sinyalleri, test cihazı yakınında çalışan motorlu devreler veya fanların sinyalleri vs. gibi. Dünyanın ilk oluşumundan beri süre gelen büyük patlama manyetik alan gürültüsü bile, spektrum analizör boşa çalışırken görülen gürültü sinyali içerisinde mevcuttur.

ELEKTRİK GRUBU İŞ EKİPMANLARI PERİYODİK KONTROLLERİNDE YENİ DÖNEM



25 Nisan 2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 'İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği' kapsamında; * Elektrik tesisatı gözle kontrol ve fonksiyon testleri * Alçak gerilim topraklama tesisatı * Yıldırımdan korunma tesisatı * Yangın algılama ve uyarı sistemleri * Transformatör (1-36 kV) gözle kontrol ve topraklama konularını içeren periyodik kontrol rapor formatı ve kriterleri hazırlanarak T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü onayı ile yayınlandı.

01 Eylül 2025 itibarıyla elektrik tesisatı ve topraklama tesisatı, yıldırımdan korunma tesisatı ve yangın algılama ve uyarı sistemleri periyodik kontrollerinde söz konusu formatın şeklen ve içerik olarak eksiksiz kullanılması zorunlu hale geliyor.

Detaylı bilgi ve rapor formatı için

TIKLAYINIZ.

HAVUZLARIN ELEKTRİK TESİSATLARI İÇİN PERİYODİK KONTROL KRİTERLERİ VE FORMU YAYINLANDI



Elektrik Mühendisleri Odası tarafından üyelerimizin, içinde havuz bulunan elektrik tesisatlarının periyodik kontrollerinde kullanmaları amacıyla hazırlanan Periyodik kontrol kriterleri ve formu örnek olarak ekte yer almaktadır. İhtiyaç duyan üyelerimiz ekli dosyaları indirebilirler.

HAVUZLAR ELEKTRİK TESİSATI PERİYODİK KONTROL KRİTERLERİ

HAVUZLAR ELEKTRİK TESİSATI PERİYODİK KONTROL FORMU

Mühendislik Stajları Hakkında

Ezgi Şevval AKTAŞ - EMO-Genç

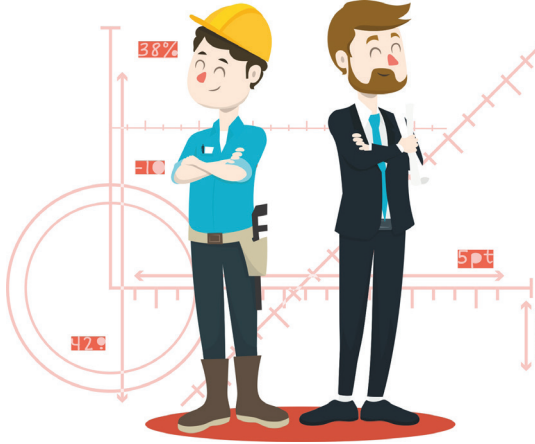
ezgiseaktas@gmail.com

Mühendislik, sözlükte birçok unsuru tasarlamak ve inşa etmek için bilimsel ilkelerin kullanılması olarak tanımlanır. Peki mühendislik bununla sınırlı mıdır?

Mühendislik yalnızca bilgiyi üreten olmak, yenilikçi olmak ve teknik bilginin harmanlanması değil aynı zamanda topluma öncülük eden kuramları açıklayan bir uygulamadır. Bir mühendis yaşama hizmet etmek, kendini geliştirmek, icatlar çıkarmak gibi temel ilkelere dayansa da özünde toplumun ihtiyaçlarını temel alan çözümler üretebilmelidir. Mühendislik bir tanım değil aynı zamanda kavramlarla sınırlı kalmadan kendi etkisini gösterebilmek için uygun ortam ve koşullara ihtiyaç duyan bir sistem kurma disiplindir.

Bir mühendisin problemi başka bir mühendisin de çözümü olabilir. Birliktelik ilişkisiyle kavramlar güçlenebilir. Mühendislik tanımı geniş ve zaman zaman da öznelliğe de açıktır. Ancak bu tanımın belirsizliği mühendislik çatısı altında, yeni adaylara ve iş hayatındaki mühendislere 'hafifletilmiş değerler' sunmaktadır. Bu değerleri, 'tecrübe' adı altında mobbinge dönüştürmek bir araç olmamalıdır, çünkü bu durum mühendisin yaratıcılığının ve motivasyonunun sönmesindeki yegâne sorundur. Bir mühendisin ürüne, insana ve topluma fayda sağlarken bu katkının yalnızca 'deneyim' olarak görülmesi adil midir?

Staj süresince edinildiği varsayılan 'tecrübe' gerçekten bir öğrenim ve uygulama alanı mı sunuyor



yoksa kurumların işleyişine uyum sağlama sürecinden mi ibaret? Staj sırasında yaşanan uygulama eksiklikleri ve sahadan uzak teorik yaklaşımlar birleştiğinde, staj deneyimi yalnızca kâğıt üzerinde var olan ve pratikten uzak bir formaliteye dönüşmektedir. Staj, yalnızca sözlükte tanımlandığı gibi meslek bilgisi edinmek amacıyla kurumlarda geçirilen bir dönem değildir. Bu süreç aynı zamanda birey açısından

mesleki kimliğin şekillenmeye başladığı bir keşif alanıdır. Bu sürecin doğrudan değerlendirmesini yapabilecek kişi de deneyimi bizzat yaşayan stajyerdir. Stajyer mühendisin eleştirileri, süreci doğrudan deneyimlemesi sebebiyle dikkate alınmalıdır, fakat kurumlar stajyerlerin yaşadığı bu geri bildirimleri yeterince dikkate almakta mıdır?

Birçok kurum, staj sürecinin sonunda geri bildirim talep etmektedir fakat çoğu zaman bu değerlendirmeler yalnızca 'belge doldurmak' olarak görülmekte. Bu sorunun önüne geçmek için çeşitli çözümler bulunuyor. Örneğin, insan kaynaklarına sunulan imkanlar ve staj sistemine dair uygulamalar kurumlar tarafından tekrar gözden geçirilebilir ve yalnızca belgelerle değil insan kaynaklarının uyguladığı politikalar da iyileştirilebilir. Bu da insan kaynaklarına ayrılan bütçelerle birlikte ele alınabilir. Bu süreçte de stajyerden doğrudan sorumlu olacak bir İK temsilcisi ve ona eşlik eden bir mühendis mentor atanması faydalı olacaktır. Çoğu kurumda bir mentor olsa da bu yine yalnızca kâğıt üstünde kalmamalı ve stajyere ayırdığı zamanın ölçüsü özveriyle ele alınmalıdır.

Staj süreçlerinin verimli ve nitelikli bir deneyime dönüşmesi yalnızca kurumların sorumluluğu değildir. Bu noktada da mesleki denetim ve yönlendirme mekanizmalarından biri olan mühendis odaları; nitelikli staj listeleri, bir staj değerlendirme platformu oluşturarak belirli standartları karşılamayan kurumlarla iş birliğini gözden geçirebilir. Diğer yandan da YÖK, staj uygulama çerçevesini yalnızca yazılı kurallarla değil, stajyer geri bildirimi ile kurumları bizzat denetleyebilir.



YAPAY ZEKA İle ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ SOHBETİ

Önder ŞİŞER - *Elektronik Yüksek Mühendisi*

onder@reelektronik.com

Yapay zeka (YZ) ile sohbetlerimize bu yazımızda da devam ediyoruz. Aşağıda sorularımız ve YZ'nın verdiği cevaplar bulunmaktadır.

Soru: Elektronik Mühendislerine tavsiye edebileceğiniz en önemli 10 adet kaynak kitap nelerdir?

YZ Cevap: Elektronik mühendisliği alanındaki temel etkilere sahip olmak ve ileri düzeyde derinleşmek için bir dizi önemli kitap vardır. İşte elektronik mühendislerine tavsiye edilebilecek 10 önemli kaynak kitap:

1. "Elektronik Sanatı" - Paul Horowitz ve Winfield Hill temel kitaplardan biri. Elektronik mühendisliği için en özet ve temel kitaplardan biri. Hem teorik hem de pratik elektronik hakkında geniş bir bilgi sunar. Özellikle devre tasarımı konusunda harika bir kaynaktır.

2. "Microelectronic Circuits" - Sedra ve Smith

Elektronik devreler üzerine bir başyapıt olan bu kitap, devre teorisi ve analizi konusunda çok sayıda veri bilgisi sunmaktadır. Mikroelektronik devreler üzerine çalıştırmak mühendisler için çok faydalıdır.

3. "Elektronik Cihazlar ve Devre Teorisi" - Robert L. Boylestad ve Louis Nashelsky

Elektronik cihazlar ve devreler hakkında sağlam bir temel sağlar. Hem analog hem de dijital elektronik konusunda ayrıntılı bilgi verir.

4. "Sinyaller ve Sistemler" - Alan V. Oppenheim ve Alan S. Willsky

Elektronik mühendisleri için önemli bir kaynak olan bu kitap, sinyaller ve sistemler teorisi üzerine kapsamlı bir inceleme yapar.

5. "Dijital Tasarım" - M. Morris Mano

Dijital elektronik ve dijital devreler üzerine odaklanmış bu kitap, dijital mantık ve tasarım ilkelerini anlatır. Dijital sistemlerin çalıştırılması mühendisler için vazgeçilmezdir.

6. "İletişim Sistemleri" - Simon Haykin

İletişim sistemleri üzerine çok kapsamlı bir kaynaktır. Hem analog hem de dijital iletişim teknikleri hakkında ayrıntılı bilgi sunar.

7. "Elektrik Devrelerinin Temelleri" - Alexander ve Sadiku

Elektrik devreleri hakkında temel bilgiler sağlayan bu kitap, devre analizi ve tasarımı üzerine önemli bir kaynaktır. Öğrenmesi kolay ve anlaşılır bir dille yazılmıştır.

8. "Katı Hal Fiziğine Giriş" - Charles Kittel

Katı hal fiziği üzerine bir başvuru kitabıdır. Elektronik mühendislerinin, özellikle yarı iletkenler ve malzeme bilimi alanında çalışanların başvurabileceği bir kaynaktır.

9. "Gömülü Sistemler: MSP432 Mikrodenetleyicisine Giriş" - Jonathan W. Valvano

Gömülü sistemler üzerine odaklanan bir kaynaktır. Hem yazılım hem de donanım tasarımına dair ayrıntılar sunar.

10. "Güç Elektroniği: Dönüştürücüler, Uygulamalar ve Tasarım" - Ned Mohan

Güç elektroniği üzerine kapsamlı bir kitap olup, güç dönüştürücülerinin tasarımını, depolanma ve teoriye dayalı analizlerini sunar. Elektronik mühendislerinin güç elektroniği alanındaki bilgi ve yeteneklerini geliştirmeleri için çok faydalıdır.

Bu kitaplar, elektronik mühendislerinin temellerinden ileri düzey uygulamalara kadar geniş bir yelpazede bilgi edinmelerine yardımcı olacaktır. Hem teorik bilgiler hem de pratik uygulamalar yararlıdır.

Soru: Elektronik devre tasarımı projesi adımları nasıl olmalıdır?

YZ Cevap: Elektronik devre tasarımı, doğru planlama ve dikkatli adımlarla gerçekleştirilir. İyi bir devre tasarımı, hem teorik bilgileri hem de pratik mühendislik becerilerini birleştirir. İşte bir elektronik devre tasarımı projesinin adımları:

1. Proje Gereksinimlerini Belirleme

• **Proje Hedefleri :** Tasarımın amacı net bir şekilde tanımlanmalıdır. Örneğin, güç kaynağı devreleri mi, amplifikatör mü, yoksa dijital bir sistem mi tasarlanacaktır?

• **Performans Kriterleri :** Çalışma ortamı, akım, frekans, verim gibi etki belirlenmelidir.

• **Bütçe ve Zaman Çerçevesi :** Projenin bütçesi ve tamamlanma süresi göz önünde bulundurulmalıdır.

- **Regülasyonlar ve Standartlar** : Uygulamanın yapılacağı alanda düzenlenmeli, yasal düzenlemeler veya endüstri standartları belirlenmelidir.

2. Araştırma ve Ön Tasarım

- **Mevcut Çözümleri İnceleme** : Benzer projeler ve devreleri inceleyerek fikir veriyor.
- **Devre Top Seçimolojisi** : Uygulamanın özelliklerine göre en uygun devre yapısı (örneğin, seri, paralel, ya da karma devre yapıları) seçilmelidir.
- **Parça Seçimi** : Devrede kullanılacak dirençler, kondansatörler, transistörler, entegre devreler (IC'ler) gibi malzemelerin özelliklerine karar verilir.

3. Devre Tasarımının Temel Yapısının Oluşturulması

- **Bileşenlerin Seçimi ve Hesaplanması** : Bileşenlerin değerlerini (direnç, kapasitanslar, endüktanlar vb.) hesaplayın. Örneğin, bir amplifikatör devresi tasarlanıyorsa, transistörlerin doğru çalışma aralığının belirlenmesi gerekir.
- **Simülasyon** : Devre simülasyonları, devrenin fonksiyonel olup olmadığı görmek için kullanılır. Bu randımanlı, kullanılan yazılımlar (SPICE, LTspice gibi) devrenin doğru çalıştırılmadığını test eder.

4. Devre Şeması Çizimi

- **Şematik Tasarım** : Tasarımın tüm bileşenlerinin doğru şekilde yerleştirildiği devre güncelleme (şematik) çizilir. Bu, tüm bağlantıları ve belirtilenleri içerir.
- **Yazılım Kullanımı** : Devre tasarımını çizmek için profesyonel araçlar kullanılabilir, örneğin; KiCad , Altium Designer , Eagle veya Proteus gibi yazılımlar.

5.Hata Ayıklama

- **Simülasyon Yazılımları** : SPICE gibi teknolojik yazılımları kullanarak devreyi sanal ortamda test edin. Bu adım, tasarımın doğru çalışmasının anlaşılması için kritik sistemlere sahiptir.
- **Performans Testleri** : Çeşitli çalışma koşulları (gerilim, sıcaklık değişimleri, yük altında vb.) devrenin nasıl performans gösterdiğini test edin.
- **Hata Ayıklama ve İyileştirme** : Simülasyonlarda bulunan hatalar düzeltilmeli ve devrede kalması için belki tasarımda değişiklikler yapılabilir.

6. PCB Tasarımı (Baskılı Devre Kartı)

- **PCB Yerleşimi (Layout)** : Devre güncellemelerine dayalı olarak yedekleme devre kartına göre yapılır. Burada, sinyallerin yollarının uzunluğu, genişle-

meleri ve topraklama güncellemeleri gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekir.

- **Gerilim ve Hesaplamaları** : PCB üzerindeki güç akımının uygun şekilde boyutlandırılması gerekir.
- **PCB Tasarım Yazılımları** : PCB tasarımında Altium Designer , KiCad , Proteus, Eagle veya Autotrax gibi yazılımlar mevcuttur.

7. Prototip Üretimi

- **PCB Üretimi** : Tasarlanan PCB, uygun bir üretim firmasına gönderilir. Bu aşamada devrenin gerçek prototipi üretilir.
- **Bileşen Montajı** : PCB'ye takılıp lehimleme yapılır.

- **Prototip Testi** : Prototip devrede, beklenen performansı sağlamak için test edilir. Bu aşamalı olarak her türlü taşıyıcı ve bağlantı, beklenen şekilde bakımının çalışmasına göre kontrol edilir.

8. Testler

- **Fonksiyonel Testler** : Devre, tasarıma göre fonksiyonel testlere tabi tutulur.
- **Hata Ayıklama** : Testler sırasında tespit edilen hatalar düzeltilir. Bunun için osiloskop, multimetre, jeneratör sinyalleri gibi test ekipmanları kullanılır.
- **Çalışma Koşullarının Testi** : Farklı sıcaklık, voltaj ve akım koşullarında devrenin kararlılığı ve güvenilirliği test edilir.

9. Son Testler ve Optimizasyon

- **Performans Geri Bildirimi** : Son prototipin performansından elde edilen verilerin özellikleri, devrede yapılan küçük değişiklikler ile tasarım optimize edilebilir.
- **Daha Fazla Test** : Çeşitli yük koşulları ve uzun süreli çalıştırma testleri yapılabilir.
- **Son Onay** : Tüm değerler karşılanıyorsa ve tasarım düzgün çalışıyorsa, proje onaylanır.

10. Üretim ve Dağıtım

- **Seri Üretim** : Tasarım ve test süreci başarılı bir şekilde tamamlanırsa, seri üretime geçilebilir.
- **Kalite Kontrol** : Seri üretim öncesi ve üretim sırasında kalite kontrol testleri yapılmalıdır.
- **Dağıtım** : Üretilen devreler, son kullanıcılara teslim edilmek üzere dağıtılır.

Bu adımlar, bir elektronik devre tasarım sürecinin temel hatlarını oluşturur. Her adımın detaylarına dikkat edilmesi, tasarımın seçenekleri ve aralıkları artırılacaktır. Tasarım sürecindeki yazılım simülasyonları, prototip testleri ve yinelemeli çalışmalar oldukça önemlidir.

Leonardo'nun Fırçasından Tornasına: Rönesans'ta Disiplinlerarası Dönüşüm

S. Berkan ATEŞ - *Elektrik - Elektronik Yüksek Mühendisi*

sberkanates@gmail.com

15. ve 16. yüzyıl İtalya'sı incelendiğinde bahsettiğimiz dönem Rönesans-yani "Yeniden Doğuş" olarak adlandırılıyor. Bu dönem sadece muhteşem sanat eserleriyle değil, aynı zamanda bilim ve mühendislik alanındaki çarpıcı gelişmelerle de ünlü. Bu yazıda, sanatın ve mühendisliğin nasıl el ele dans ettiğini keşfedeceğiz.

Rönesans, Orta Çağ'ın karanlığından sıyrılıp, antik dönemin bilgeliğine yeniden kavuşma arzusunun bir tezahürüydü. Bu dönemde insanlar, dünyayı ve kendilerini yeniden keşfetmeye başladılar. Sanat, bilim ve felsefe alanlarında yaşanan bu uyanış, insanlık tarihinde eş benzeri görülmemiş bir yaratıcılık patlamasına yol açtı.

Sanat ve Mühendislik: Beklenmedik Bir Aşk Hikayesi

Leonardo da Vinci: Rönesans'ın Çok Yönlü Dehası

Leonardo'nun not defterleri, bugünün bilim kurgu filmlerini aratmayacak fikirlerle doluydu. Uçan makineler, su pompaları, hatta robot şövalye tasarımları... Bu çizimler, sanatsal yaratıcılığın mühendislik pren-

sipleriyle nasıl harmanlanabileceğinin mükemmel örnekleriydi.



Leonardo'nun en ünlü tasarımlarından biri, "ornitopter" adını verdiği uçan makineydi. Bu makine, kuşların kanat çırpma hareketlerini taklit ederek uçmayı amaçlıyordu. Her ne kadar pratik olarak uygulanabilir olmasa da bu tasarım Leonardo'nun doğayı gözlemleme ve bu gözlemlerini mühendislik prensipleriyle birleştirme yeteneğini gösteriyordu.

Sanatçı mı, Mühendis mi? Neden İki Birden Olmasın?

Rönesans döneminde sanatçı ve mühendis arasındaki çizgi oldukça bulanıktı. Michelangelo, David heykelini yaparken sadece bir sanatçı değil, aynı zamanda bir malzeme mühendisi gibi de çalışıyordu. Mermer bloğun dayanıklılığını hesaplamak, heykelin dengesini sağlamak için matematiksel hesaplamalar yapmak zorundaydı.



Michelangelo'nun Sistine Şapelinin tavanını resmederken kullandığı iskele tasarımı da bir mühendislik harikasıydı. Bu iskele, duvara zarar vermeden tavanın tüm yüzeyine erişim sağlıyordu. Aynı zamanda, Michelangelo'nun freskleri tamamlamasına olanak tanıyacak kadar da stabildi.



Mühendislikte Çığır Açan Adımlar

Leonardo'nun Mekanik Aslanı: 16. Yüzyılın Robotu

Fransız Kralı XII. Louis için tasarladığı bu aslan, yürüyebiliyor ve göğsünü açıp içinden çiçekler çıkarabiliyordu. Bu, 16. yüzyıl için neredeyse hayal edilemez bir yenilikti.

Bu mekanik aslan, karmaşık dişli sistemleri ve mekanizmalar içeriyordu. Aslanın hareketlerini kontrol eden sistem, bugünün robotik mühendisliğinin erken bir örneğiydi. Leonardo'nun tasarımı, mekanik sistemlerin nasıl canlı hareketlerini taklit edebileceğini gösteriyordu.

Bugünün robotik mühendislerinin ataları işte burada, Rönesans İtalya'sında dolaşıyordu. Leonardo'nun bu çalışması, insan yapımı makinelerin doğal hareketleri nasıl taklit edebileceğine dair erken bir örnek oluşturmuyordu.

Brunelleschi'nin Kubbesi: İmkansız Başarmak

Filippo Brunelleschi Floransa Katedrali'nin devasa kubbesini inşa ederken, öyle bir teknik geliştirdi ki, bugün bile mimarlar ona şapka çıkarıyor. Bunu nasıl başardı dersiniz? Devasa kubbeyi iskelesiz inşa etti. Brunelleschi, tuğlaları özel bir balık kılçığı deseniyle dizerken, aslında modern inşaat mühendisliğinin temellerini atıyordu. Bu teknik, kubbenin kendi ağırlığını desteklemesine olanak sağlıyordu. Ayrıca, kubbe inşaatı sırasında kullanılan vinçler ve diğer makineler de Bru-

nelleschi'nin tasarımıydı. Sonuç mu? 600 yıldır ayakta duran bir mimari harika! Brunelleschi'nin kubbesi, o dönemde dünyanın en büyük kubbesiydi ve hala mühendislik tarihinin en önemli başarılarından biri olarak kabul ediliyor.

Sanat, Bilim ve Mühendislik: Mükemmel Üçlü

Perspektifin Keşfi: Matematiğin Sanata Dokuşu

Rönesans sanatçıları, resimlerinde derinlik yaratmak için perspektif tekniğini kullanmaya başladılar. Bu, aslında bir nevi matematik uygulamasıydı. Alberti ve Brunelleschi gibi sanatçı-mimarlar, perspektifi matematiksel olarak formüle ettiler.



Leon Battista Alberti, "Della Pittura" (Resim Üzerine) adlı eserinde perspektifin matematiksel temellerini açıkladı. Bu çalışma, sanatçılara üç boyutlu nesneleri iki boyutlu yüzeylerde nasıl doğru bir şekilde temsil edeceklerini öğretti.

Perspektifin keşfi, sadece sanatı değil, mimariyi ve mühendisliği de etkiledi. Artık binalar ve makineler, daha önce hiç olmadığı kadar doğru bir şekilde kâğıt üzerinde tasarlanabiliyordu.

Dürer'in Geometri Aşkı

Albrecht Dürer sadece muhteşem bir ressam değil, aynı zamanda geometri konusunda da bir dehaydı. "Underweysung der Messung" (Ölçüm

Üzerine Talimatlar) adlı kitabında, sanatçılara perspektifi nasıl kullanacaklarını öğretti. Bu kitap, bugün bile mühendislik ve mimarlık öğrencileri tarafından inceleniyor.

Dürer'in çalışmaları, sanat ve matematiğin nasıl iç içe geçebileceğinin mükemmel bir örneğiydi. Onun geometrik desenleri ve oranları kullanma şekli hem sanatsal hem de bilimsel bir yaklaşımı yansıtıyordu.

Rönesans'ın Modern Dünyaya Etkileri

Leonardo'dan Wright Kardeşlere

Leonardo'nun uçan makine tasarımları, yüzyıllar sonra Wright Kardeşler'e ilham kaynağı oldu. Leonardo'nun çizimleri, aerodinamik prensiplerin erken bir anlayışını gösteriyordu.



Leonardo'nun kuş kanatlarını ve uçuş mekaniklerini incelemesi, modern havacılığın temellerini attı. Onun gözlemleri ve çizimleri, uçuş dinamiklerinin anlaşılmasına katkıda bulundu. Wright Kardeşler, Leonardo'nun çalışmalarından ilham alarak, kontrol edilebilir uçuş fikrini geliştirdiler.

Brunelleschi'den Gökdelenlere

Brunelleschi'nin kubbe yapım tekniği, modern mimarlığın temellerini attı. Bugün gökdelenler inşa ederken kullandığımız birçok prensip, Brunelleschi'nin yenilikçi yaklaşımlarına dayanıyor.

Brunelleschi'nin kullandığı çift kabuk kubbe ta-

sarımı, modern mimaride hala kullanılıyor. Bu tasarım, yapıların hem hafif hem de dayanıklı olmasını sağlıyor. Ayrıca, Brunelleschi'nin geliştirdiği inşaat teknikleri ve aletleri, modern inşaat mühendisliğinin temellerini oluşturdu.

Rönesans'ın Mirası: Disiplinlerarası Düşünce

Rönesans'ın belki de en önemli mirası, farklı disiplinler arasındaki sınırları bulanıklaştırmasıydı. Sanatçılar bilim adamı, bilim adamları ise sanatçı gibi düşünmeye başladılar. Bu yaklaşım, yaratıcılığı ve yeniliği teşvik etti.



Bu disiplinlerarası düşünce tarzı, günümüzde de önemini koruyor. Modern üniversiteler ve araştırma merkezleri, farklı alanları bir araya getiren projeler üzerinde çalışıyor. Örneğin, biyomimikri alanında mühendisler ve biyologlar birlikte çalışarak, doğadan ilham alan teknolojiler geliştiriyorlar.

Geçmişten Geleceğe Bir Köprü

Rönesans İtalya'sında sanat ve mühendislik el ele verip muhteşem bir dans sergiledi. Bu dans, sadece o döneme damga vurmakla kalmadı, bugünkü teknolojik gelişmelerin de temelini attı. Rönesans bize gösterdi ki, gerçek inovasyon farklı disiplinlerin kesişiminde ortaya çıkıyor. Günümüzün en büyük buluşları, sanat galerileri ile

laboratuvarlar arasında kurulan görünmez köprülerde filizleniyor olabilir.

Bugün, yapay zekâ algoritmaları sanat eserleri üretiyor, sanatçılar ise bilim ve teknolojiden ilham alarak yeni sanat formları yaratıyor. 3D yazıcılar, Leonardo'nun hayal bile edemeyeceği şekillerde tasarım ve mühendisliği bir araya getiriyor.

Rönesans'ın ruhu, bugün de yaşamaya devam ediyor. Bilim, sanat ve mühendislik arasındaki sınırlar, yine bulanıklaşıyor. Belki de yeni bir Rönesans'ın eşiğindeyiz. Rönesans dehası, tam da sizin içinizde uyanmayı bekliyor.

Unutmayın, en büyük yenilikler, farklı dünyaların kesiştiği yerde doğar. O halde, disiplinler arası düşünmeye ve üretmeye cesaret edin. Geleceğin Rönesans'ını başlatacak fikir, belki de sizin hayal gücünüzde yatıyor.

Yazar Hakkında

S. Berkan Ateş, Lisans ve Yüksek Lisans eğitimlerini elektrik ve nesnelerin interneti (IoT) tamamlamıştır. Yenilenebilir Enerji ve Elektrikli Araçlar alanında doktora çalışması devam etmektedir. Kamu ve özel sektör alanında danışmanlık vermekte olup, 26. ve 27. Dönem EMO Ankara Şube Yönetimi Yedek Üyesidir.

Kaynakça

1. Grendler, P. F. (2002). *The Universities of the Italian Renaissance*. JHU Press.
2. Galluzzi, P. (1996). *Renaissance Engineers from Brunelleschi to Leonardo da Vinci*. Giunti.
3. Kemp, M. (2006). *Leonardo da Vinci: The Marvelous Works of Nature and Man*. Oxford University Press.
4. Drake, S. (1990). *Galileo: Pioneer Scientist*. University of Toronto Press.
5. King, R. (2013). *Brunelleschi's Dome: The Story of the Great Cathedral in Florence*. Vintage.



6. Panofsky, E. (2005). *The Life and Art of Albrecht Dürer*. Princeton University Press.

7. Vasari, G. (1991). *The Lives of the Artists*. Oxford University Press.

8. Isaacson, W. (2017). *Leonardo da Vinci*. Simon & Schuster.

9. Kaufmann, T. D. (2021). *Dürer's Art Theory: Aesthetics, Nature, and Science in Early Modern Europe*. University of Chicago Press.

10. Bedini, S. A. (1999). *The Pope's Elephant*. Manchester University Press.

11. Biagioli, M. (1993). *Galileo, Courtier: The Practice of Science in the Culture of Absolutism*. University of Chicago Press.

12. Monfasani, J. (2016). *Renaissance Humanism, from the Middle Ages to Modern Times*. Taylor & Francis.

13. O'Malley, C. D. (1964). *Andreas Vesalius of Brussels, 1514-1564*. University of California Press.

14. Pedretti, C. (2004). *Leonardo da Vinci: The Complete Works*. David & Charles.

15. Welch, E. S. (2000). *Art in Renaissance Italy 1350-1500*. Oxford University Press.

16. Crosby, A. W. (1997). *The Measure of Reality: Quantification and Western Society, 1250-1600*. Cambridge University Press.

17. Edgerton, S. Y. (2009). *The Mirror, the Window, and the Telescope: How Renaissance Linear Perspective Changed Our Vision of the Universe*. Cornell University Press.

18. Grafton, A. (2000). *Leon Battista Alberti: Master Builder of the Italian Renaissance*. Harvard University Press.

19. Hall, B. S. (1997). *Weapons and Warfare in Renaissance Europe: Gunpowder, Technology, and Tactics*. Johns Hopkins University Press.

20. Lindberg, D. C. (1992). *The Beginnings of Western Science: The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, 600 B.C. to A.D. 1450*. University of Chicago Press.



Şube Güncesi

2. TÜRK DÜNYASI MÜHENDİSLİK ZİRVESİ GERÇEKLEŞTİ

13-16 Mayıs 2025 tarihleri arasında Kazakistan'ın Türkistan şehrinde, "Bilim ve Teknolojide Yenilikler" temasıyla düzenlenen 2. Türk Dünyası Mühendislik Zirvesi, Türk dünyasından mühendislik ve teknoloji alanında önemli isimleri bir araya getirdi. Türkiye, Azerbaycan, Kırgızistan, Kazakistan, Özbekistan ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nden (KKTC) yoğun katılımın olduğu zirve, Hoca Ahmet Yesevi Üniversitesi ev sahipliğinde gerçekleştirildi.

Mühendislik ve teknoloji alanındaki güncel gelişmelerin tartışıldığı paneller, sunumlar ve çalıştayların gerçekleştiği Konferansa, EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan, Denetleme Kurulu Üyeleri Salih Türedi, Cevat Aktepe, Ertuğrul Tekin ile EMO Ankara Şubesi 26. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı ve Yapay Zekâ ve Blokzincir Komisyonu Başkanı Prof. Dr. Şeref Sağıroğlu katılım sağladı.

Türkiye, Azerbaycan, Kırgızistan, Kazakistan, Özbekistan ve KKTC'den katılım sağlanan konferansın açılışında; TMD Genel Başkanı Yaşar Yekebağcı, TEDAŞ Genel Müdürü Ömer Sami Yapıcı, Hoca Ahmet Yesevi Üniversitesi Rektörü Dr. Zhanar Temirbekova, Rektör Vekili Prof. Dr. Naci Genç, Türkiye Kamu-Sen Genel Başkanı Önder Kahveci, Memur-Sen Genel Başkan Yardımcısı Hacı Bayram Tonbul, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Başkan Yardımcısı Arif Arısoy, Güney Kazakistan Pedagoji Üniversitesi'nden Yerzhan Kerimbekov, Türksat Genel Müdür Yardımcısı Orhan Koca, Azerbaycan Teknik Üniversitesi'nden Prof. Dr. Mehman Hesanov ve IEEE Türkiye Başkanı Prof. Dr. Nizamettin Aydın yer aldı. Konuşmacılar, bilim ve teknoloji alanındaki yeniliklerin Türk dünyasının kalkınmasındaki önemine vurgu yaptı. EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan, Meslek odaları çalışmaları ve EMO Ankara Şubesi faaliyetleri hakkında sunum gerçekleştirdi.

Konferansa Türk coğrafyasındaki Türkiye, Kuzey Kıbrıs Türkiye Cumhuriyeti, Azerbaycan, Kazakistan, Özbekistan ve Kırgızistan Üniversitelerden Öğretim Üyeleri Savunma sanayi, güncel teknolojiler, haberleşme ve siber güvenlik, enerji, mühendislik

ve yapay zekâ alanlarında bilimsel çalışmaların sunumlarını gerçekleştirdiler. Düzenlenen konferansa, Türkiye Cumhuriyeti Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Başkanlığı, Aselsan, Türksat, TEDAŞ, başta olmak üzere kamu ve özel sektörden birçok kurum ve kuruluş katılarak sunumlarını gerçekleştirdiler. Türkiye'de telekomünikasyon, ulaşım, enerji ve akıllı şehirler hizmetlerinde yapılan ve yapılmakta olan çalışmalar ile ilgili üst düzey yetkiler tarafından sunumlar yapıldı. Ayrıca IEEE Türkiye, Enerji Depolama Sistemleri Derneği, Konferansın birinci gününde düzenlenen panelde sunumlarını gerçekleştirdi.

Son gün ise Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Şeref Sağıroğlu başkanlığında konferans "Üretken Yapay Zekâ Çalıştayı" düzenlendi, sonuç bildirgesi hazırlandı. Sonuç bildirgesinde 2025 yılında ikincisi düzenlenen konferansın

her yıl düzenli olarak gerçekleştirilmesi, Türk Cumhuriyetleri'nde yenilikçi teknolojiler, yapay zekâ ve Akıllı Ulaşım Sistemleri konularında yapılacak ortak proje ve bilimsel çalışmalar için işbirliklerinin yapılmasını, Yapay Zekâ kullanımı konusunda ortak strateji ve hedeflerin belirlenmesi ve bu doğrultuda sistematik çalışmalar yapılması hususlarında karar aldılar.

Konferansa katılan, Prof. Dr. Şeref Sağıroğlu, Şua-yip Deniz Demir, Mustafa Ermiş, Prof. Dr. Murat Kunelbayev, Salih Türedi, Asst. Prof. Dr. Hikmet Aliev, Doç. Dr. Aytak Babayeva, Prof. Dr. Metin Gürü, Emre Açmaz, Doç. Dr. Muharrem Tuncay Gençoğlu, Burak Ekici, Prof. Dr. İslam İslamov, İlyas Duran, Savaş Kerem, Prof. Dr. Yedigâr İmamverdiyev, Doç. Dr. Mustafa Ulaş, Prof. Dr. Hasan Demirel, Prof. Dr. A. Bedri Özer, Dr. Miraç Özar, Doç. Dr. Atif Akifoğlu Namazov, Prof. Dr. Fatih Vehbi Çelebi, Dr. Hüseyin Bayazit, İlhami Aydın, Nuriddin Abdujabarov, Dr. Zekeriya Oral Yağdıran, Fatih Işık, Doç. Dr. Ahmet Atalay, Dr. Mustafa Topuz ve TMD yöneticileri, Konferansın başarıyla gerçekleşmesine önemli katkılar sundu.

Konferans, Türk dünyası ülkeleri arasında mühendislik ve teknoloji alanında ortak projelerin geliştirilmesi için önemli bir platform oluşturdu.





Şube Güncesi

Konferans boyunca yapılan paneller ve çalıştaylarda Türk dünyasında mühendislik iş birliklerinin artırılması gerektiği vurgulandı. Katılımcılar, Türk mühendislerinin hem yerel hem de uluslararası düzeyde daha etkin bir şekilde görev alabilmeleri için yapılması gereken yasal ve kurumsal düzenlemeler konusunda görüş alışverişinde bulundu. Bu kapsamda, mühendislik eğitime nitelik kazandırılması ve mühendislik mesleğinin saygınlığının artırılması yönünde somut öneriler de paylaşıldı. TMD Genel Başkanı Yaşar Yekebağcı, konferansın kapanışında yaptığı konuşmada, konferansın Ahmet Yesevi'nin ilim ve hikmet ocağı, Türk dün-

yasının manevi şehri Türkistan'da gerçekleştirilmiş olmasından mutluluk duyduğunu belirtti. Türk dünyasının bilim ve teknoloji alanında iş birliğini güçlendirme hedefiyle yola çıktıklarını ve Türk Dünyası Mühendislik havuzu kurulması gerektiğini, ortak eğitim, staj ve sertifikasyon sistemleri geliştirilmesi ve bazı alanlarda Ar-Ge çalışması yapılması gerektiğini belirterek, tüm katılımcılara ve destekçilere teşekkürlerini sundu. Türk Dünyası Mühendisler Derneği tarafından organize edilen etkinliğin, önümüzdeki yıllarda da devam etmesi ve Türk dünyasının bilimsel potansiyelini daha da ileriye taşıması bekleniyor.

TÜRKİYE-ÇİN MEDYA FORUMU DÜZENLENDİ

Türkiye Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı tarafından Türkiye-Çin Medya Forumu düzenlendi. İki ülke arasında medya ve iletişim alanındaki stratejik iş birliğini derinleştirmeyi ve kültürel etkileşim ile teknolojik bağlantıyı teşvik etmeyi amaçlayan forum 3 Temmuz 2025 tarihinde gerçekleşti. Forumu EMO Ankara Şubesi adına Şube Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve Yedek Üye Esra Sargın katılırken, Şube Yönetim Kurulu Yedek üyesi ve Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanı Buğra Ayan ise konuşmacı olarak Forumda yer aldı.

Teknoloji odaklı yeni iş birliği yollarının ele alındığı foruma Çin ve Türkiye'den medya, akademi, teknoloji ve kültür gibi çeşitli alanlardan 200'den fazla temsilci ve davetli katıldı. Forumda konuşan

Çin'in Ankara Büyükelçisi Ji-ang Xuebin, bu yıl Çin-Türkiye stratejik iş birliği ilişkilerinin 15. yıl dönümünün kutlandığını hatırlatarak medyanın anlayış ve güveni artırmada önemli bir köprü olduğunu vurguladı. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanı Fahrettin Altun ise konuşmasında, küresel iletişim yapısının yeniden şekillendiği ve bilgi ortamının parçalandığı bir dönemde, Çin ve Türkiye'nin "gerçeklik ve adalet" temelinde medya iş birliğini güçlendirmesi ve daha adil bir uluslararası iletişim düzeni kurmak için birlikte hareket etmesi gerektiğini ifade etti.

Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanı ve EMO Ankara Şubesi Yedek Üyesi Buğra Ayan ise Çin medyasının yapay zekâ destekli içerik üretimindeki son yıllardaki başarılarının dikkat çekici olduğunu belirtti. Ayan, çok dilli

yayıncılık ile veri görselleştirme alanlarında Çin ile derin iş birliği yürütmeyi sabırsızlıkla beklediklerini söyledi. Ayan ayrıca, "Dezenformasyonla mücadele, kamu diplomasisi ve kriz iletişimi gibi alanlarda yapay zekâ temelli iş birliği yapabiliriz. Ayrıca yazılı, görsel, video ve sesli içerik üretiminde karşılıklı etkileşim ve iş birliğini güçlendirebiliriz." ifadelerini kullandı.

Forumda Çin'i temsilen CMG, içerik üretiminde yapay zekâ kullanımı, uluslararası yayın platformlarının inşası ve veri görselleştirme teknikleri gibi konularda son dönem-

de yaptığı çalışmaları tanıttı. Türkiye'de ilk kez tanıtılan bu teknolojiler arasında, yapay zekâ destekli çok dilli içerik üretimi, yatay-görünümünden dikey-ekrana akıllı uyarılma ve büyük dil modeliyle çalışan otomatik ses ve görüntü üretim sistemi yer aldı.

Forum süresince "Yapay Zekâ ve Stratejik İletişim", "Medya Diplomasisi ve Kültürel Bağlantılar" gibi başlıklar etrafında tartışmalar yürütüldü.



T.C. ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI DEMİRYOLU SERTİFİKASYON DAİRESİ BAŞKANI MUSTAFA ERDEM KIRMIZIGÜL ŞUBEMİZİ ZİYARET ETTİ



T.C. Ulaştırma Ve Altyapı Bakanlığı Demiryolu Sertifikasyon Dairesi Başkanı Mustafa Erdem Kızılgül 09 Mayıs 2025 tarihinde Şubemizi ziyaret etti. EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ile Başkan Yardımcısı Murat Subaşı'nın ev sahipliği yaptığı ziyarette, özellikle şubemizin yaptığı faaliyetler, mühendisliğin önemi ve demiryolu endüstrisinin dünü, bugünü ve yarını üzerine konuşuldu. Üyelerimize demiryolu sektörünün daha iyi tanıtılmasıyla, bu konuda ihtiyaç duyulan mühendislik çalışmalarının daha iyi yapılabileceği ve bu iş birliğinin üyelerimize fayda sağlayabileceği yönünde görüşler dile getirildi.

EMO ANKARA ŞUBESİNDEN OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ'NE ZİYARET



EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan, Başkan Yardımcısı Murat Subaşı, 21 Mayıs 2025 tarihinde, OSTİM Teknik Üniversitesi Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. İsmail Hakkı Altaş, ve Prof. Dr. Sinan Kıvrak'ı makamlarında ziyaret etti. OSTİM Teknik Üniversitesi ile sanayi iş birliğinin önemini ve EMO Ankara Şubesi'nin bu iş birliğine sunabileceği katkıların görüşüldüğü ziyarette, öğrencilere yönelik teknik gezi ve fuarların, eğitimlerin önemi üzerinde konuşuldu. Ayrıca, Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü Danışma Kurulu'na EMO Ankara Şube'nin Yönetim Kurulundan bir temsilcinin katılması hususunda karar alındı.



Şube Güncesi

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ BİTİRME PROJELERİ SERGİSİ DÜZENLENDİ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Bitirme Projeleri Sergisi 22-23 Mayıs 2025 tarihlerinde düzenlendi. Sergiye katılan projelerden, jüri tarafından seçilerek dereceye giren projelerin sahibi öğrencilere çeşitli hediyeler verildi. Elektrik Mühendisleri Odası Sivas İl Temsilcisi İsmet Çağlayan'da serginin jürisinde yer alarak etkinliğe katılım sağladı.



EMO ANKARA ŞUBESİ YÖNETİMİ RENWORLD'U ZİYARET ETTİ

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve Başkan Yardımcısı Murat Subaşı, enerji sektöründeki güncel gelişmeler ve iş birliği olanaklarını değerlendirmek üzere RENWORLD firmasını ziyaret etti. RENWORLD CEO'su Gökhan Durukan ve İş Geliştirme ve Satış Müdürü Bedrettin Aydoğan ev sahipliğinde düzenlenen ziyaret, 22 Mayıs 2025 tarihinde gerçekleşti.



Ülkemizde artan yenilenebilir enerji yatırımları, güneş enerjisi santrali (GES) projelerinde kullanılan güncel teknolojiler ve özellikle son dönemde hız kazanan depolamalı sistem uygulamaları üzerine kapsamlı değerlendirmelerin yapıldığı ziyarette, enerji sektöründeki teknik ve mevzuat bazlı gelişmeler,

uygulama süreçlerinde karşılaşılan güncel sorunlar ve çözüm önerileri üzerine fikir alışverişinde bulunuldu. Bu kapsamda EMO Ankara Şubesi ile RENWORLD firmasının ortaklaşa yapabilecekleri çalışmalar ve projeler ele alındı.

EMO YOZGAT İL TEMSİLCİLİĞİ'NDE PLAKET TÖRENİ YAPILDI

Elektrik Mühendisleri Odası Yozgat İl Temsilciliğinde, Meslekte 50. Yılıni dolduran üyemiz Abdullah Çelik için plaket taktim töreni yapıldı. Abdullah Çelik'i mühendislik mesleğine sunduğu katkılardan dolayı kutlar, başarılarının devamını dileriz.





Şube Güncesi

TEDAŞ GENEL MÜDÜR YARDIMCISI'NDAN EMO ANKARA ŞUBESİ'NE ZİYARET

TEDAŞ Genel Müdür Yardımcısı Dr. Mehmet Erdoğan, 27 Mayıs 2025 tarihinde EMO Ankara Şubesi'ni ziyaret etti. EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan'ın ev sahipliği yaptığı ziyarete, Yönetim kurulu Yedek Üyesi Salih Berkan Ateş, Enerji Komisyonu Başkanı Ömer Ramazan Taşkın ve Şube Teknik görevlisi A. Samet Kızılkaya da eşlik ettiler. Kamu kurumları ile Meslek Odalarının işbirliği halinde çalışabilme zeminin geliştirilmesi gerekliliğinin vurgulandığı ziyarette, akıllı şehirlerin planlanmasından, mevcut altyapının enerji verimliliği unsurlarına göre revize edilmesine kadar birçok alanda birlikte çalışma yürütülebileceğinin altı çizildi.



WIN EURASIA 2025 FUARINA GEZİ DÜZENLENDİ



Bölgenin en büyük sanayi fuarı olan WIN EURASIA, "Odağımız Otomasyon" mottosuyla bu yıl 31. kez düzenlendi. 14 ülkeden 700'den fazla katılımcı firmanın yer aldığı fuar, dünyanın dört bir yanından en güçlü tedarik ve satın alma profesyonellerini ağırladı. WIN Eurasia 2025 Fuarına 30 Mayıs 2025 tarihinde EMO Ankara Şubesi ve ETMD işbirliği ile gezi düzenlendi. Gezide, konferans programı ve ETMD'nin "Endüstriyel ve Evsel Enerji Depolama Sistemlerinin Potansiyeli" başlıklı panel programını takip eden ziyaretçiler, 6 salonda toplam 55.000 m² fuar alanında Elektrik, Elektronik ve Enerji Otomasyonu, Endüstriyel ve Fabrika Otomasyonu Teknolojileri, Robotik Otomasyon ve Dijital Fabrika Teknolojileri, Kaynak ve Robotik

Kaynak Teknolojileri, Makine Otomasyonu ve Teknolojileri sektörlerinde faaliyet gösteren yüzlerce firmanın sergilediği en yeni ürünleri yakından gözlemlediler.

ANAHTAR PARTİ'DEN EMO ANKARA ŞUBESİ'NE ZİYARET

Anahtar Parti Genel Başkan Yardımcısı ve STK ilişkileri Başkanı Hayati Çetin 18 Haziran 2025 tarihinde EMO Ankara Şubesi'ni ziyaret etti. EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve Yazman Tarık Atakul'un ev sahipliği yaptığı ziyarete, Şube 26. Dönem Yönetim Kurulu Yedek Üyesi Okan Gümüş ile Üye İlişkileri Komisyonu Başkanı Selim Sondaş da eşlik ettiler. Mühendislik meslek kanunu ve mühendislerin özlük haklarının iyileştirilmesi ile özel sektörde çalışan mühendislere de yeşil pasaport hakkı tanınması konularının görüşüldüğü ziyarette, Oda ve STK'lar işbirliği ile yapılabilecek çalışmalar üzerine fikir alışverişinde bulunuldu.





Şube Güncesi

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MEZUNİYET TÖRENİ GERÇEKLEŞTİRİLDİ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi (SCÜ) Mühendislik Fakültesi'nde 31 Mayıs 2025 tarihinde Mezuniyet Töreni yapıldı. Törene Vali Yardımcısı Yakup Ta- toğlu, Belediye Başkan Yardımcısı Rahman Kaan Başlan, Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Hayati Öztürk, Fakülte Dekanı Prof. Dr. Nevcihan Gürsoy, EMO Sivas İl Temsilci Yardımcısı İsmet Çağlayan, aka- demik ve idari personel, davetliler, öğrenciler ve aileleri katıldı. Törende Elektrik Elektronik Mü- hendisliği Bölümünde dereceye giren Cuma Aba- zoğlu, Güven Kılıç ve Emircan Karaman'a odamız adına hediyeleri ve EMO Ankara Şubesi Sevgi ve Barış Ormanı'na adlarına dikilen fidanların serti- fikaları, İsmet Çağlayan tarafından takdim edildi. Tören sonunda genç mühendisler tarafından mez- uniyet andı okunarak, kep atıldı.



EMO ANKARA ŞUBESİ'NDEN BAKANLIK NEZDİNDE YANGIN GÜVENLİĞİ VE ENERJİ SİSTEMLERİ GÖRÜŞMESİ



Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve Şube İş Sağlığı ve Güvenliği Komisyonu Başkanı Asuman Erkul, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlı- ğı Enerji Verimliliği ve Tesisat Dairesi Başkanı Hü- seyin Namık Sandıkcı'yı 14 Ağustos 2025 tarihinde makamında ziyaret etti.

Taslak aşamasında bulunan "Binaların Yangın- dan Korunmasına Dair Yönetmelik" hakkında EMO Ankara Şubesi'nin teknik görüş ve önerile- rinin sunulduğu ziyarette, yangın güvenliği ala- nında mesleki deneyim ve birikimin ilgili mevzuat çalışmalarına yansıtılmasının önemi vurgulandı.

Özellikle yangın algılama ve alarm sistemlerinin projelendirilmesi ile periyodik bakımlarının, Oda tarafından yetkilendirilmiş ve eğitim almış kişiler ta- rafından yapılması gerektiğinin ifade edildiği toplantıda ayrıca, elektrikli araçların park ve şarj alan- larının tasarımı ile sistem kurulumları hakkında bilgi verilerek, bu alanların tesisat, bakım-onarım ve proje onay süreçlerinde Oda'nın rol almasının gerekliliği vurgulandı. Bunun yanında, güneş enerjisi sistemlerinde Hızlı Kapatma (Rapid Shutdown) ve Modül Seviyesinde Güç Elektronikliği (Module Level Power Electronics - MLPE) teknolojilerinin yangın güvenliği açısından önemine de değinilerek, bu uygulamaların hem Yangın Yönetmeliği hem de İç Tesisat Yönetmeliği içerisinde yer alması gerektiği dile getirildi.

EMO Ankara Şubesi'nin, kamu yararı ve toplumsal güvenliğin sağlanması doğrultusunda, mesleki uzmanlığını ve teknik birikimini her zaman paylaşmaya hazır olduğunun vurgulandığı toplantı so- nunda, Şube İSG Komisyonu Başkanı Asuman Erkul tarafından kaleme alınan "Yangın Önleme ve Risk Yönetimi" adlı kitap Sandıkcı'ya hediye edildi.



Şube Güncesi

**KONYA İL TEMSİLCİLİĞİ ÜYELERİMİZ SEKTÖR PAYDAŞLARIYLA
KAHVALTILI TOPLANTIDA BULUŞTU**

Elektrik Mühendisleri Odası Konya İl Temsilciliği ve MERAM EDAŞ tarafından, Konya'daki SMM üyelerimize yönelik kahvaltı programı ve bilgilendirme toplantısı düzenledi. Konya Ticaret Odası'nın da katkı sunduğu toplantı 17 Haziran 2025 tarihinde gerçekleşti. Konya Ticaret Odası'nın da katkı sunduğu toplantı 17 Haziran 2025 tarihinde gerçekleşti. Toplantıya, EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Saymanı Selçuk Topal, EMO Konya İl Temsilcisi Özkan Keskin, MEDAŞ Genel Müdürü Erol Ucmazbas, MEDAŞ Genel Müdür Yardımcıları Halil Coşkun Tunçez ve Süleyman Kırıkoğlu ile EMO üyeleri ve fen adamları katılım sağladı. Enerji sektörü ile ilgili güncel konular ve işbirliği imkânlarının görüşüldüğü toplantıda, MEDAŞ tarafından üyelerimize dijitalleşme süreçleri hakkında bilgilendirme yapılırken, üyelerimiz toplantı boyunca uygulamalara ilişkin öneri ve taleplerini dile getirerek MEDAŞ yetkilileri ile karşılıklı görüş alışverişinde bulundular.

**ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞINA ZİYARET**

Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Murat Subaşı, Sayman Selçuk Topal, EMO Konya il Temsilcisi Özkan Keskin ve EMO Ankara Şubesi İSG Komisyonu Başkanı Asuman Erkul'dan oluşan heyet 19 Haziran 2025 tarihinde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakan Yardımcısı Ahmet Aydın'ı makamında ziyaret etti. Ziyarette, fabrika İSG denetimlerinde "Trafolarda Yüksek Gerilim Tesislerinde İşletme Sorumlusu" talep edilmesi ve trafo tesislerinde topraklamaların yetkili Elektrik Mühendisleri tarafından yapılması gerektiği belirtildi. Güneş enerji santrallerinin de yüksek gerilim tesisi olarak değerlendirilmesi gerektiğinin vurgulandığı görüşmede, işletme sorumlusu Elektrik Mühendisi

bulundurulması gerektiği ve güneş enerji santrallerinde SGK asgari işçilik oranlarında düzenleme yapılması konuları görüşüldü. Ziyarette ayrıca İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Erhan Taylan ile de görüşülerek İSG alanındaki standart ve uygulamalar ile yangın güvenliği konularında görüş alışverişinde bulunuldu.

**TÜRKSAT ÖNCEKİ DÖNEM GENEL
MÜDÜRÜ HASAN HÜSEYİN ERTOK
EMO ANKARA ŞUBESİ'Nİ ZİYARET ETTİ**

TÜRKSAT önceki dönem Genel Müdürü Hasan Hüseyin Ertok 23 Haziran 2025 tarihinde şubemizi ziyaret etti. EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan'ın ev sahipliği yaptığı ziyarette, telekomünikasyon ve uydu teknolojileri konusundaki son gelişmeler değerlendirilerek, Şube çalışmaları ile ilgili fikir alışverişinde bulunuldu.



Şube Güncesi

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ MEZUNİYET TÖRENİ'NE KATILIM SAĞLADIK**

Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi 2025 mezunlarını uğurladı. Fakültenin mezuniyet töreni 30 Haziran 2025 günü Gazi Konser Salonu'nda gerçekleştirildi. Programa Rektör Prof. Dr. Uğur Ünal, Rektör Yardımcıları Prof. Dr. Necdet Hayta ve Prof. Dr. Hasan Tezer, Genel Sekreter Mustafa Afşar, Rektör Danışmanları Prof. Dr. Selami Candan ve Dr. Meryem Böcek, Genel Sekreter Yardımcısı Dr. Öğr. Üyesi Sena Aydoğan, Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Fatih Akkurt, dekanlar, birim müdürleri, öğretim üyeleri, öğretim elemanları, mezun olan öğrenciler ve aileleri ile EMO Ankara Şubesi adına Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve Teknik Görevli A. Samet Kızılkaya katıldı.

Mezuniyet programında Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünü derece ile bitiren ilk üç öğrenciye, EMO Ankara Şubesi adına çeşitli hediyeleri ve EMO Ankara Şubesi Sevgi ve Barış Ormanı'nda adlarına dikilen fidanların sertifikası takdim edildi. Genç meslektaşlarımıza uzun yıllar sürecek meslek yaşantılarında başarılar dileriz.

EMO ANKARA ŞUBESİ İLE ANKARA SANAYİ ODASI ARASINDA İŞBİRLİĞİ PROTOKOLÜ İMZALANDI

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Ankara Şubesi ve Ankara Sanayi Odası (ASO) arasında iş birliği protokolü imzalandı. ASO Elektronik Sanayii Meslek Komitesi'nin öncülüğünde imzalanan protokole göre, ASO ve EMO Ankara Şubesi üyelerinin faydalanacağı alanlarda iş ve faaliyet geliştirilecek; ortak eğitim, seminer, panel, konferans ve çalıştay düzenlenecek.

İş birliği protokolünü ASO Genel Sekreteri Prof. Dr. Mehmet Cansız ve EMO Ankara Şubesi Başkanı Cevdet Aslan'ın imzaladığı törene; EMO Ankara Şubesi Yazmanı Tarık Atakul, Yönetim Kurulu Üyeleri Ferhat İnal ve Musa Demir, Şube Yönetim Kurulu Yedek Üyeleri Yeşim Sekizelma ve Esra Sargın ile Elektronik MDK Başkanı Önder Şişer katılırken, ASO Meclis Üyesi ve Komite Başkanı Müge Güzin Güzel, Meclis Üyesi Sermet Kasımoğlu, Komite Üyeleri İbrahim Uğurlu ile Perin Ünal, ASO Genel Sekreter Yardımcısı Oktay Yaman da törende yer aldı.

**BİLİRKİŞİLİK TEMEL EĞİTİMİ DÜZENLENİYOR**

Bilirkişilerin görevlerini belirlenen kurallar dahilinde, bağımsız ve tarafsız olarak yerine getirmeleri, nitelikli bilirkişi kadrosunun artırılarak adaletin sağlanmasında yargıya yardımcı olmak amacıyla düzenlenen bilirkişilik teorik ve uygulama eğitim programı, yenileme ve temel eğitim olarak Şubemizde başlıyor. Eğitim ile ilgili ayrıntılı bilgi ve eğitim takvimi haberimizin devamındadır. Odamız üyeleri online kayıt yaptırabilirler, diğer oda üyeleri ve dış katılımcılar başvurularını EMO Ankara Şubesi'ni (312) 231 44 74 (Dahili-2) numaralı telefondan arayarak yapabilirler.



TÜRK ENERJİ BİRLİĞİ RAPORU 2025 LANSMAN TOPLANTISI YAPILDI

EMO Ankara Şubesi Türk Enerji Birliği Proje Grubu tarafından hazırlanan "Türk Enerji Birliği Raporu 2025" Lansman toplantısı 3 Temmuz 2025 tarihinde düzenlendi.

Toplantının açılış konuşmasını EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan yaptı. Aslan konuşmasında "Değerli meslektaşlarım, sevgili konuklar ve enerji sektörü temsilcileri, bugün burada Türk Enerji Birliği Lansman Toplantısı için bir araya geldik. Öncelikle hepinizi en içten duygularım ile selamlıyorum. Günümüzde enerji sektörü, küresel düzeyde hızla değişen ve gelişen bir sektördür. Dünya genelinde enerji tüketimi artarken, sürdürülebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaç da her geçen gün daha da büyümektedir. Türkiye'miz de enerji alanında önemli adımlar atmış ve atmaya devam etmektedir. Türk Enerji Birliği, bu değişen ve gelişen enerji

sektöründe ülkemizin enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bir araya gelmiş bir birliktir. Bizler, elektrik mühendisleri olarak bu birliğin bir parçası olmaktan gurur duyuyoruz. Bugün burada gerçekleştireceğimiz lansman toplantısı, Türk Enerji Birliği'nin vizyonunu ve misyonunu ön plana çıkaracak önemli adımlardan biridir. Enerji sektöründe sürdürülebilirlik, inovasyon ve iş birliği önemli kavramlardır ve bizler de bu kavramlar çerçevesinde hareket etmeye devam edeceğiz. EMO Ankara Şubesi olarak, kamu kurum kuruluşları ve belediyelerimiz ile işbirliği halinde çalışmaya önem vermekteyiz. Görüşmelerimizde bilim ve teknolojinin ışığında meslek ve meslektaşlarımıza katkı sağlayacak konuları gündeme getirip meslek odalarının önemine vurgu yapmaktayız. Bir çok projeyi hayata geçirdik ve önümüzdeki günlerde de geçirmeye devam edeceğiz. Değerli meslektaşlarım, Türk Enerji Birliği Lansman Toplantısı'nda bir araya gelmekten büyük mutluluk duyuyorum. Hep birlikte, Türk enerji sektörünü daha ileriye taşıyacak

adımları atmaya devam edeceğiz." dedi. Alanında uzman konuşmacıların katkılarıyla; enerji kaynaklarından elektrik üretim tesislerine, şebeke altyapısından enerji ticaretine kadar birçok başlıkta önemli görüş ve bilgiler paylaşılacağını belirten Aslan, Türk Enerji Birliği Raporu 2025'in bu alanda çalışma yürüten ve ilgilenen birçok kişiye rehberlik edeceğini umduğunu söyledi. Aslanın konuşmasının ardından toplantı iki oturum halinde devam etti.



Moderatörlüğünü Prof. Dr. Fırat Hardalaçın yaptığı birinci oturumun konuşmacıları; Gözde Demirsoy "TDT Üye Ülkelerine Genel Bakış" konusunu, Umut Yılmaz "Enerji Kaynakları" konusunu, Mehmet Bulut ise "Elektrik Üretim Tesisleri" konusunu ele aldı. ACARLAR Grup Şirketleri CEO'su Hatice Bilge Algın'ın moderatörlüğünü yaptığı ikinci oturumun konuşmacıları; Ömer R. Taşkın "Elektrik Şebeke

Altyapısı", Turgut Tunç "Elektrik Enerjisi Ticareti", A.Naci Işıklı ise "Enerji Verimliliği" konusunu ele aldı. Konuşmacıların sunumlarının ardından toplantı katılımcıların soru cevaplarıyla son buldu. Toplantının sonunda Türk Enerji Birliği 2025 Raporu'na katkı sunan meslektaşlarımıza plaketleri teslim edildi.

Yazarlar:

Ömer Ramazan TAŞKIN,
Gözde DEMİRSOY,
Turgut TUNÇ,
Mehmet BULUT,
Züleyha OK DAVARCI,
Abdulkadir GÖZÜTOK,
A.Naci IŞIKLI,
Umut YILMAZ,
Turan ÇAKIL,
Oğuzhan BALKAYA,
Muhammet KARTOPU,
Serhat SARGIN

Tasarım

Azra ÇAKMAK,
Rahime Nur ASLANTAŞ,
Hasan Berke SARIYILMAZ,
Serkan BAŞER,
Mehmet Akif SARIKAYA



Şube Güncesi

ANKARA ÜNİVERSİTESİ MEZUNİYET TÖRENİNE KATILDIK



Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi 2025 mezunları için 8 Temmuz 2025 tarihinde Beşevler 10. yıl yerleşkesi Güneş Meydanı'nda mezuniyet töreni gerçekleştirdi. Açılış konuşmasını Rektör Prof. Dr. Necdet Ünüvar ile Rektör Yardımcısı ve Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Yusuf Kağan Kadioğlu'nun yaptığı programa; EMO Ankara Şubesi adına Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve Teknik Görevli A. Samet Kızılkaya da katıldılar.

Törene ayrıca, Rektör Yardımcıları, diğer Fakülte Dekanları, Bazı Ülke Büyükelçileri, Gölbaşı Belediye Başkanı ve Kaymakamı, yöneticiler, öğretim üyeleri, öğretim elemanları, mezun olan öğrenciler ve aileleri de katılım sağladı. Mezuniyet progra-

mında Elektrik-Elektronik Mühendisliği ve Biyomedikal Mühendisliği bölümlerini ilk üç sırada bitiren genç mühendisler EMO Ankara Şubesi adına çeşitli hediyeler verildi ve EMO Ankara Şubesi Sevgi ve Barış Ormanı'nda adlarına dikilen fidanların sertifikası taktim edildi. Mesleğe yeni adım atan tüm meslektaşlarımızın, EMO olarak her daim yanlarında olduğumuzu hatırlatıyor ve mühendislik yaşamalarında başarılar diliyoruz.

TUA VE HACI BAYRAM VELİ ÜNİVERSİTESİ'NDEN ŞUBEMİZE ZİYARET

Türkiye Uzay Ajansı Uzay Sistemleri, Misyonları ve Teknolojileri Daire Başkanı Ali Baygeldi ve Hacı Bayram Veli Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mahmut Tahir Nalbantçılar 29 Temmuz 2025 tarihinde EMO Ankara Şubesi'ni ziyaret etti. Ziyarete, Şube Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve Teknik Görevli A. Samet Kızılkaya ev sahipliği yaptı. Şube faaliyetleri ve planlanan etkinlikler ile ilgili bilgi paylaşımının yapıldığı ziyarette, ülkemizdeki yerli uydu teknolojileri, ülkemizin uzay misyonu üzerine konuşuldu. Uzay teknolojilerinin tanıtılması bu alanda yaşanan gelişmelerin üyelerimizle paylaşılması amacıyla işbirliği halinde, Webinar, Konferans ve eğitimler düzenlenmesi hususunda görüş birliğine varıldı.



TEDAŞ 8. BÖLGE MÜDÜRÜ TAYYAR AKBULUT'U ZİYARET ETTİK



EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan, EMO Yozgat İl Temsilcisi Murat İbiş, Tokat İl Temsilcisi Seyit Ufuk Çal, Sivas Temsilci Yardımcısı İsmet Çağlayan, Yozgat İl Temsilci Yardımcısı Hasan Ormanoğlu ve SMM Üyelerimiz Halil İbrahim Konk ile Cuma Yazıcı, Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ. (TEDAŞ) 8. Bölge (Sivas) Müdürü Tayyar Akbulut'u makamında ziyaret etti. 30 Temmuz 2025 tarihinde yapılan ziyarette, sektördeki son gelişmeler ve proje süreçleri üzerine görüş alışverişinde bulunuldu.



Şube Güncesi

SMM TOPLANTISI YAPILDI



Elektrik Mühendisleri Odası Sivas İl Temsilciliği'ne bağlı faaliyet gösteren SMM üyelerimiz ile 30 Temmuz 2025 tarihinde toplantı yapıldı. EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve Sivas İl Temsilci Yardımcısı İsmet Çağlayan'ın katıldığı toplantıda Şube ve temsilcilik faaliyetleri aktarılırken, SMM üyelerimiz Oda çalışmalarına dair görüş ve isteklerini dile getirdiler. Üyelerimizin mesleki faaliyetlerine katkı sunmak amacıyla düzenlenebilecek eğitim, webinar ve seminerler ile ilgili taleplerinin ele alındığı toplantıda, bölgede faaliyet gösteren dağıtım şirketi ile yapılan çalışmalar ve iş süreçleri değerlendirildi.

CK ENERJİ ÇAMLİBEL EDAŞ'I ZİYARET ETTİK

EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve beraberindeki heyet, 30 Temmuz 2025 tarihinde CK Enerji Çamlıbel Elektrik Dağıtım Şirketi'ni (ÇEDAŞ) ziyaret etti. ÇEDAŞ Genel Müdürü Mustafa Altun'un ev sahipliği yaptığı ziyarette, EMO Yozgat İl Temsilcisi Murat İbiş, Tokat İl Temsilcisi Seyit Ufuk Çal, Sivas Temsilci Yardımcısı İsmet Çağlayan, Yozgat İl Temsilci Yardımcısı Hasan Ormanoğlu ve SMM Üyelerimiz Halil İbrahim Konk ile Cuma Yazıcı eşlik ettiler.

Yüksek Gerilim Tesislerinde İşletme Sorumluluğu ve Elektrik Tesislerinde Topraklama konularının ele alındığı ziyarette, SMM çalışmalarına da değinildi. Talep yönetim sistemi ve proje onay sistemi ile ilgili fikir alışverişinin yapıldığı ziyarette SMM üyelerimizin de talepleri iletildi.



HACETTEPE TEKNOKENT'E ZİYARET



EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan; Yazmanı Tarık Atakul ve Telekomünikasyon ve Uydu İletişim Komisyonu Başkan yardımcısı Yakup Yaşar, Hacettepe Teknokent Genel Müdürü üyemiz İsmail Karahan'ı 13 Ağustos 2025 tarihinde ziyaret etti.

Ziyarette, ülkenin gelişimi ve kalkınması için üniversite bünyelerinde faaliyet yürüten Teknokent'lerin önemine değinen Karahan, şirketlerde çok sayıda mühendis istihdam edildiğini ve genç mühendis adaylarının staj taleplerine de mümkün mertebe olumlu yönlendirme yaptıklarını belirtti. Ziyarette ayrıca, Hacettepe Teknokent ve EMO Ankara Şubesi'nin ilerleyen süreçlerde üyelerin ve sektörün ihtiyaçları çerçevesinde birlikte çalışma yürütebilecekleri ve yapılabilecek ortak çalışmalar için iki kurum arasında iş birliği protokolü düzenlenebileceği konuşuldu.



Şube Güncesi

EMO ANKARA ŞUBESİ BİYOMEDİKAL MDK TOPLANTISI YAPILDI

Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Biyomedikal Mühendisliği Meslek Dalı Komisyonu (MDK) 2 Ağustos 2025 tarihinde 3. Toplantısını yaptı. Toplantıya EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan, Başkan Yardımcısı Murat Subaşı, Biyomedikal MDK'dan sorumlu Yedek Yönetim Kurulu Üyesi Yeşim Sekizelma, Şube Yedek Denetçisi Hüseyin Aktürk, EMO Ankara Şubesi Biomedikal MDK ve OSTİM Medikal Küme başkanı Fatin Dağçınar, MDK Başkan Yardımcısı Pınar Kubaşık, Komisyon üyeleri Aykut Açıkgoz, Simge Erbil, Sümeyye Çelik ile üyelerimiz katıldılar. Biyomedikal MDK Başkanı Fatin Dağçınar'ın ev sahipliğini yaptığı toplantı, OSTİM Medikal Küme Toplantı Salonu'nda gerçekleştirildi. Toplantıda, OSTİM Medikal Kümelenmesi ve EMO Ankara Şubesi arasında işbirliği protokolü imzalanması görüşüldü. Biyomedikal mühendislerin mesleki ihtiyaçlarının karşılanması ve gelişimlerine katkı sunmak hedefiyle oluşturulan protokolde, Biyomedikal Mühendislerine staj ve iş fırsatlarının sunulması için eğitim, webinar, seminer ve çalıştaylar düzenlenmesi hedeflenmektedir. Toplantıda ayrıca Biyomedikal sektörünün sorunlarına değinilerek bu sorunların çözümü için Biyomedikal Mühendislerinin yetkinliklerinin artırılması ve mühendislik meslek alanlarının genişletilmesi üzerine fikir alışverişinde bulunuldu.



OSTİM – HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİ KÜMELENMESİNE ZİYARET



EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan, Yazmanı Tarık Atakul, Telekomünikasyon ve Uydu İletişim Komisyonu başkanı Erkan Atasayar ve komisyon üyesi Emre Şener ile birlikte OSTİM Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi (HTK) – Küme Koordinatörü Durali Çiçek'i 13 Ağustos 2025 tarihinde makamında ziyaret etti.

Sabit ve mobil telekomünikasyon sistemleri, uydu iletişim sistemleri, IoT teknolojilerinin geleceği, 5G ve ötesi için yerli ve milli çözümler hakkında meslek odası ve sanayi iş birliğinin görüşüldüğü ziyarette, ayrıca küme üyesi sektör firmaları ile bu firmalarda çalışan meslektaşlarımıza ve öğrencilere yönelik düzenlenebilecek teknik gezi,

çalıştay, panel, webinar ve eğitimler üzerinde duruldu. Bu bağlamda sektörel farkındalığı artırmak, gerek sektörde çalışan meslektaşlarımıza gerekse bu sektörde çalışmak isteyen geleceğin mühendislerine değer katarak sektörün ihtiyaç duyduğu insan kaynağı altyapısını güçlendirmek, ulusal ve uluslararası rekabet gücünü desteklemek amacıyla Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi ile EMO Ankara Şubesi arasında iş birliği protokolü düzenlemesi konusunda mutabık kalındı.



IEEE İÇ ANADOLU BÖLGE TOPLANTISI DÜZENLENDİ

Gençlik ve Spor Bakanlığı destekli ÜNİDES programı kapsamında 31 Temmuz 2025 tarihinde IEEE İç Anadolu Bölge Toplantısı (IABT) düzenlendi. Toplantıya EMO Ankara Şubesi adına Şube Yönetim Kurulu Yazman Üyesi Tarık Atakul katıldı.



Etkinlik kapsamında düzenlenen oturumlarda, kendi alanlarında uzman konuşmacılar bilgi ve deneyimlerini gençlerle paylaşarak meslek yaşamlarında ve iş hayatlarında karşılaşılabilecekleri birçok konuya değindiler. EMO Ankara Şubesi Yazmanı Tarık Atakul, haberleşme ve siber güvenlik üzerine sunum yaparak mesleki tecrübelerini ve bu alandaki yeni gelişmeleri gençlerle paylaştı. Konuşmasında meslek odalarının varoluş sebebine ve önemine değinen Atakul, gençlerin Oda etkinliklerine daha çok katılarak meslek büyüklerinin bilgi ve deneyimlerinden faydalanabileceklerini belirtti. Oda olarak düzenlenen eğitim, webinar, seminer ve çalıştaylara da değinen Atakul, tüm bu çalışmalarını planlarken sektördeki gelişme ve ihtiyaçların yanı sıra üyelerin taleplerinin de ana belirleyici unsur olduğunu, bu kapsamda EMO-Genç üyelerin isteklerinin de öncelikleri arasında yer aldığını ifade etti. Elektrik Mühendisleri Odası olarak EMO-GENÇ üyelerinin gerek staj gerekse iş hayatına atılırken karşılaşılabilecekleri her konuda yanlarında olduklarını dile getirdi.



Etkinlikte yer alan diğer konuşmacılardan BM. Orman Forumu Başkanı İsmail Belen, sürdürülebilirlik ve çevre yönetimi üzerine bir sunum yaparken, Türkiye Bilişim Derneği Başkanı Kenan Altınsaat ise bilişim sektöründe kadın, dijital dönüşüm ve Türkiye'nin bilişimdeki rolleri hakkında bilgilerin de yer aldığı bir konuşma gerçekleştirdi. Etkinlikteki bir diğer konuşmacı olan Türk Mühendisler Derneği Başkanı Yaşar Yekebağcı ise sunumunda, özellikle mühendislik kavramı, özgün projeler ve Türk Dünyasındaki mühendis farkındalığının artması gibi konulara dikkat çekti. İç Anadolu Bölgesi'ndeki üniversiteleri bir araya getiren ve IEEE çatısı altında gerçekleşen etkinlik, teknik oturumlar ve sosyal faaliyetler ile katılımcı öğrencilere hem akademik hem de profesyonel bağlantılar kurma imkânı sundu. ÜNİDES desteğiyle gerçekleştirilen ve yalnızca teknik bilgi paylaşımı değil; aynı zamanda girişimcilik, liderlik ve sosyal sorumluluk gibi alanlarda da öğrenci topluluklarının gelişimine katkı sağlamayı amaçlayan etkinlikte, farklı üniversitelerden gelen öğrenciler, IEEE öğrenci kolları arasında etkileşim kurarken; iş dünyasına dair tecrübelerin paylaşıldığı oturumlarla öğrencilerin gelecekteki iş yaşamları için faydalı bilgiler edinmeleri sağlandı.

Şube Güncesi



ENTERKONNEKTE İLETİM ŞEBEKELERİNDE SİSTEM KARARSIZLIĞI PERSPEKTİFİNDE İBER YARIMADASI ENERJİ KESİNTİSİ ANALİZ RAPORU 2025 LANSMAN TOPLANTISI DÜZENLENDİ

EMO Ankara Şubesi Enerji Komisyonu İber Yarımadası Sistem Çökmesi Çalışma Grubu tarafından hazırlanan “Enterkonnekte İletim Şebekelerinde Sistem Kararsızlığı Perspektifinde İber Yarımadası Enerji Kesintisi Analiz Raporu 2025”in lansman toplantısı 14 Ağustos 2025 tarihinde EMO Hizmet Binası’nda yapıldı.



Toplantının açılışını EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Yazman Üyesi Tarık Atakul yaptı. Böyle bir etkinlikte bir araya geldikleri için mutlu olduğunu belirten Atakul, Enerji Komisyonu İber Yarımadası Sistem Çökmesi Çalışma Grubu’nu hazırladıkları rapordan dolayı tebrik ederek, açılış konuşmasını yapmak üzere Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Murat Subaşı’nı kürsüye davet etti.

Salonu selamlayarak konuşmasına başlayan Subaşı, raporun hazırlanmasında emeği geçen, rapora katkı sunan herkese teşekkür etti. Subaşı, EMO Ankara Şubesi 27. Dönem Yönetim Kurulu olarak mesleki ve teknik anlamda gerek üyele- rin gerekse sektörün ihtiyaçları doğrultusunda faaliyetler yürütmeye çalıştıklarını, Şube komisyonlarının da bu çerçevede çalışmalarını belirlediklerini dile getirdi. Subaşı, Bu kapsamda Enerji Komisyonu İber Yarımadası Sistem Çökmesi Çalışma Grubu tarafından hazırlanan “Enterkonnekte İletim Şebekelerinde Sistem Kararsızlığı Perspektifinde İber Yarımadası Enerji Kesintisi Analiz Raporu 2025”in çok kıymetli olduğunu belirterek, “Bu raporların çıktılarını, yol haritamızı, bu konuyla ilgili olarak başımıza gelebilecek şeyleri ve ders almamız konuları hep beraber si-

zinle paylaşacağız umarım hepimiz için güzel bir panel olur” dedi.

Subaşının ardından panelin moderatörlüğünü yapan Açık göz söz alarak, hazırlanan raporun çok değerli olduğunu ulusal ve uluslararası ölçekte bakıldığında oldukça başarılı olduğunu dile getirdi. Raporda, İspanya’da yaşanan kesintinin kaynağı olan sistem arızasına ışık tutmaya çalışıldığını belirten Açık göz, güç sistemleri ve iletim hatlarının iyileştirilmesi konusunda ülke olarak oldukça fazla yol kat edildiğini söyledi. Açık göz, Hazırlanan bu raporun önümüzdeki süreçlerde yapılacak çalışmalara yol gösterici nitelikte olduğunu vurgulayarak rapora katkı sunan emek veren herkese tekrar teşekkür etti.



Açık gözün konuşmasının ardından başlayan panelde konuşmacılar sırasıyla; Ömer R. TAŞKIN “Enterkonnekte Sistemler ve ENTSO-E”, Halil İbrahim KOCA “ENTSO-E’de Önceki Yıllarda Yaşanmış Sistem Çökmeleri”, Soykan NOHUT “İber Yarımadası Blackout Olay Analizi” ve Turan ÇAKIL “Güç Sistemleri Kararlılığı” başlıklı sunumlarını gerçekleştirdiler.

Sunumlara ulaşmak için aşağıdaki başlıklara tıklayınız.

[Enterkonnekte Sistemler ve ENTSO-E](#)

[ENTSO-E’de Önceki Yıllarda Yaşanmış Sistem Çökmeleri](#)

[İber Yarımadası Blackout Olay Analizi](#)

[Güç Sistemleri Kararlılığı](#)



Şube Güncesi

EMO ANKARA ŞUBESİ VE OSTİM MEDİKAL KÜMELENMESİ İŞ BİRLİĞİ PROTOKOLÜ İMZALADI



Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Ankara Şubesi ile OSTİM Medikal Sanayi Kümelenmesi arasında, 15 Ağustos 2025 tarihinde, iş birliği protokolü imzalandı. EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan, Yönetim Kurulu Üyesi Ferhat İnal ve Yedek Üye Yeşim Sekizelma'nın yer aldığı imza törenine, OSTİM Organize Sanayi Yönetim Kurulu Başkanı Orhan Aydın, OSTİM Medikal Sanayi Kümelenmesi Yönetim Kurulu Başkanı Fatın Dağçınar katıldılar.

Sağlık teknolojilerinde sürdürülebilir büyümeyi desteklemek, sektörel farkındalığı artırmak, biyomedikal mühen-

dislerinin mesleki gelişimine katkı sağlamak ve tıbbi cihaz üreticilerinin ihtiyaç duyduğu nitelikli insan kaynağını güçlendirmek amacıyla hazırlanan protokol kapsamında eğitim programları, Ar-Ge projeleri, staj ve istihdam desteği, teknoloji transferi ve uluslararası iş birlikleri gibi birçok alanda ortak çalışmalar yürütülecek. Ayrıca sektörün küresel rekabet gücünü artırmak ve kamuoyu farkındalığını yükseltmek için iki kurum arasında yapılabilecek ortaklaşa etkinlikler de protokol içinde yer almakta.

18. AR-GE PROJE PAZARI VE SERGİSİ'NE KATILDIK



Çankaya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Çankaya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi işbirliği ile düzenlenen ve TÜBİTAK ile Ankara Sanayi Odası'nın destekleyicisi olduğu 18. Ar-Ge Proje Pazarı ve Sergisi 13 Haziran 2025 tarihinde Çankaya Üniversitesi'nde düzenlendi. Çankaya Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Hadi Hakan Maraş, Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Sıtkı Kemal İder, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. İres İskender ve diğer mühendislik bölümleri bölüm başkanlarının katıldığı sergiye, EMO Ankara Şubesi adına Yönetim Kurulu Başkanı Cevdet Aslan ve Teknik Görevli A. Samed Kızılkaya katıldılar. Bilgisayar, Yazılım, Elektrik-Elektronik, Makine, Mekatronik, Endüstri ve İnşaat Mühendisliği bölümlerinden seçilen

toplam 40 bitirme projesinin katıldığı sergide, Elektrik-Elektronik Mühendisliği alanında dereceye giren ilk üç projenin sahibi 15 öğrenciye, Şubemiz adına çeşitli hediyeler verildi ve EMO Ankara Şubesi Sevgi ve Barış Ormanı'nda adlarına dikilen fidanların sertifikası taktim edildi.



Okumak istediğiniz haberin başlığına tıklayınız.

*Hazırlayan: Onder ŞİŞER -Elektronik Yüksek Mühendisi
onder@reelektronik.com*

2025 YILINDA DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE YAŞANAN TEKNOLOJİK GELİŞMELERDEN BAZILARI

Günümüzde teknoloji alanında hemen her hafta neredeyse gelişmeler yaşanmakta. 2025 yılında da birçok teknolojik gelişme yaşandı. Bu gelişmelerin içerisinde şüphesiz en önemli olanı Yapay Zeka (YZ). Evet artık YZ çağının tam içerisindeyiz ve genel yapay zekaya doğru bilim insanlarına göre hızla ilerliyoruz.

İlk Avrupa Birliği Yapay Zeka Yasası hükümleri artık yürürlükte

AB Yapay Zeka Yasası kapsamında yasaklı yapay zeka uygulamaları ve yapay zeka okuryazarlığı gereklilikleriyle ilgili kurallar, yasa kapsamında belirlenen son tarihlerden biri olan 2 Şubat'tan itibaren uygulanmaya başlandı.

Yasanın yasaklı yapay zeka uygulamaları listesi, 5. Madde tarafından düzenleniyor ve çevrimiçi veya güvenlik kamerası görüntüleri kullanılarak oluşturulan yüz tanıma veri tabanlarını, bir kişinin kimliğini belirlemek için kullanılan biyometrik verileri, davranış etkilemek için kullanılan manipülatif teknikleri, sosyal puanlamayı, suç tahmin yazılımlarını, okullarda ve işyerlerinde kullanılan duygu tespit teknolojilerini ve bir kişinin yaşını, engelliliğini veya sosyoekonomik durumunu kullanarak davranışını etkileyen sistemleri içeriyor.

Avrupa Komisyonu, yasa kapsamında tanımlandığı şekliyle yasaklı Yapay Zeka uygulamalarını ana hatlarıyla belirtmeyi amaçlayan yönergeler yayınladı. Komisyon, kılavuzun "güvenli ve etik bir Yapay Zeka ortamı" elde etmeye yardımcı olacak uyumluluk uygulamalarına yönelik "yasal açıklamalar ve pratik örnekler" sağlamayı amaçladığını söyledi. Başlayıcı olmayan ve güncellemelere tabi olan yönergeler, Kasım 2024'teki bir istişareden paydaş girdisini yansıtır.

NEO Gamma, 1X Technologies tarafından tasarlanıp geliştirilen yeni nesil ev robotu

Gamma serisi, NEO'nun donanım ve yapay zekasında iyileştirmeler içerir ve evdeki yaşamı derinlemesine düşünen bir Yapay Zeka tasarımıdır. NEO Gamma'nın tasarımı, tamamen otonom insansızlar yaratmanın ilk adımı olan dahili ev testlerine başlamanın kapısını açıyor. NEO Gamma, onu daha sessiz, daha güvenilir ve tüketici ürünü deneyimi sunmak için daha uygun hale getiren önemli donanım yükseltmelerine sahiptir.

NEO Gamma, donanım güvenilirliğinde 10 kat artış ve gürültüde 10 dB azalma sunarak NEO'nun çalışma seviyelerini bir buzdolabının ses seviyesine indirir.

NEO Gamma, kristal netliğinde ses yakalama ve göğüste yapay zeka ses etkileşimleri için bir ve pelviste bas, 360 derece ses efektleri ve müzik için iki dışa bakan hoparlör olmak üzere üç hoparlörlü bir sisteme (ön, arka, sol ve sağ) sahiptir.

QR kodunu cep telefonunuza okutarak youtube videosuna erişebilirsiniz.



Google Gemini Code Assist Yapay Zeka uygulamasını ücretsiz yaptı.

Özellikle kod yazmakla uğraşan mühendis arkadaşlarımızın ilgisini çekecektir. Bu uygulamaya girip inceleyebilirsiniz. GitHub için Gemini Code Assist, hataları ve stil sorunlarını bulmak için GitHub'daki çekme isteklerinizi otomatik olarak inceler ve otomatik olarak kod değişiklikleri ve düzeltmeleri önerir. Bu tekrarlayan görevleri devre dışı bırakarak, yapmayı sevdiğiniz şeye odaklanabilirsiniz: kod yazmak. Yardıma ihtiyacınız olduğunda, çekme isteğinize /gemini yorumuyla bir yorum ekleyerek Gemini'ye sorun.

Çöpten Elektrik Üretiminde YEKDEM Desteği Sürdürülmeli

Türkiye Atık Yönetimi ve Atıktan Enerji Üreticileri Derneği (TAYED) Başkanı Ali Rıza Öner, elektrik piyasa fiyatlarındaki dalgalanma, artan dağıtım bedelleri ve destek mekanizmasının sonuna gelmesi nedeniyle, atıktan elektrik üreten firmaların "sürdürülebilirlik krizi" aşamasına geldiğini söyledi. Sorunun sadece elektrik üretimi olmadığını, bu tesislerin önemli bir çevresel görevi de yerine getirdiğini, faaliyetlerinin durmasının başka alanlarda da sorun oluşturabileceği belirtti.

Öner, "Katı atıkların bertarafı, yalnızca çevresel koruma açısından değil; halk sağlığının, şehir güvenliğinin ve kamu düzeninin sağlanması bakımından da kritik önemde. Anayasa'nın 56. maddesiyle güvence altına alınan sağlıklı çevrede yaşama hakkı da göz önüne alındığında, atık bertaraf hizmetlerinin kesintisiz, sürdürülebilir ve kamusal sorumluluk bilinciyle yürütülmesi zorunludur." ifadelerini kullandı.

1 Milyon 277 Bin Hanenin Elektrikli Çöpten

Türkiye genelinde her gün 4 bin 500 çöp kamyonunun taşıyacağı büyüklükte 90 bin ton atık çöpün çıktığını ifa—de eden Ali Rıza Öner, evsel çöpler ile hayvansal ve tarımsal atık—lardan oluşan bu çöplerin 269 bin—yokütle tesisinde enerjiye dönüştürüldüğünü belirtti. Açığa çıkan metan gazının iş—lenmesi ile çöpten enerji üre—ten bu tesislerin 11 bin kişiye istihdam sağladığını söyleyen Öner, yıllık olarak 1 milyon 277 bin 500 hanenin elektrik ihtiyacının da bu tesisler ara—cılığıyla üretildiğini kaydetti.

Yapay zeka ile titanyumdan daha hafif ve daha güçlü nanomalzemeler oluşturuldu.

Toronto Üniversitesi Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik Fakültesi'nden araştırmacılar, makine öğrenimini kullanarak çelik kadar sağlam, ancak strafor kadar hafif nanomalzemeler geliştirdi. Bu yenilik, otomotivden havacılığa kadar birçok sektörde büyük bir değişime yol açabilir.

Dünyanın ilk nükleer güçle çalışan hidrojen üretim tesisi kuruluyor

Japonya, karbonsuz enerji üretimi hedefi doğrultusunda önemli bir adım atmaya hazırlanıyor. Japonya Atom Enerjisi Ajansı (JAEA), proje kapsamında ileri düzeydeki Yüksek Sıcaklıkta Gaz Soğutmalı Reaktör (HTGR) teknolojisini kullanarak hidrojen üretim tesisi kurmayı planlıyor. Proje hayata geçerse, dünya üzerinde bu türde çalışan ilk tesis olacak.

Dünyanın ilk silikonsuz 2D GAAFET transistörü tasarlandı.

Çinli bilim insanları, çip üretiminde devrim yaratabilecek yeni bir transistör teknolojisi geliştirdi. Pekin Üniversitesi'nden bir araştırma ekibi, dünyanın ilk silikonsuz, iki boyutlu GAAFET (Gate-All-Around Field-Effect Transistor) transistörünü tasarladıklarını duyurdu. Profesör Peng Hailin ve Qiu Chenguang liderliğindeki ekip, bu buluşlarını Nature dergisinde yayımladı ve teknolojinin geleneksel silikon tabanlı çözümlerden çok daha hızlı ve düşük güç tüketimine sahip olduğunu iddia etti.

Dünyanın en gelişmiş mikroçipi tanıtıldı.

Dünyanın en gelişmiş mikroçipi, Tayvan merkezli yarı iletken üreticisi TSMC tarafından tanıtıldı. 2 nanometre (2nm) teknolojisine sahip yeni nesil çipin seri üretimine yılın ikinci yarısında başlanması bekleniyor.

Bilim kurgu değil, malzeme bilimi: İşlemciler lazerle soğutulacak.

Çip teknolojileri güçlendikçe ve yoğunlukları arttıkça, ortaya çıkan en büyük sorunlardan biri ısı yönetimi oluyor. Hava, sıvı ve daldırmalı soğutma gibi yöntemler yıllardır kullanılsa da, artık bu geleneksel yöntemlerin sınırlarına yaklaşılmış durumda. Ancak ABD merkezli bir girişim olan Maxwell Labs, bu soruna oldukça sıra dışı bir çözüm öneriyor: Lazerle soğutma.

Bu fikri hayata geçirmek için Maxwell Labs, Sandia Ulusal Laboratuvarları ile birlikte çalışıyor. Geliştirilen yöntem, çiplerin en fazla ısınan mikro bölgelerini lazer ışınlarıyla doğrudan hedef alarak soğutmayı amaçlıyor.

Android Masaüstü Modu geliyor, telefonunuz cebinizdeki bilgisayara dönüşüyor

Google, Samsung'un yıllar önce yaptığı şeyi nihayet Android işletim sistemine getiriyor: Android telefonlar artık masaüstü PC'ye dönüşecek.

Android Authority tarafından Android 16'nın beta sürümünde keşfedilen "Android Masaüstü Modu" kulla-

nıcıların akıllı telefonlarını USB-C bağlantısı ile harici bir monitöre bağlayarak masaüstü ya da dizüstü bilgisayar deneyimi yaşamalarını sağlayacak. Böylece telefonlar, pratikte bir bilgisayar gibi davranacak.

Texas Instruments, dünyanın en küçük mikro denetleyicisini tanıttı.

Texas Instruments (TI), dünyanın en küçük mikro denetleyicisini (MCU) tanıttı. Şirket, MSPM0C1104 isimli MCU'nun 1,38 mm² boyutuyla bir pul biber tanesi kadar olduğunu söylüyor. En yakın rakibinden %38 daha küçük olan çip, parça başına 20 cent maliyete sahip.

Dünyanın ilk sodyum iyon powerbank'i tanıtıldı.

Elecom, tüketicilerin akıllı telefon ve diğer cihazlarını şarj etmek için kullanabileceği dünyanın ilk sodyum iyon powerbank'ini piyasaya sürdü. Na⁺ Sodium-Ion Mobile Battery olarak adlandırılan 9.000 mAh powerbank, lityum yerine daha ucuz, daha bol bulunan ve aynı zamanda çevre için daha iyi bir alternatif olan sodyumu kullanıyor.

Sodyum, hem suyu hem de toprağı kirleten ağır maddeliği içeren lityuma kıyasla daha bol miktarda bulunuyor ve üretimi daha kolay. Ek olarak, sodyum çevreye geri döndürüldüğünde son derece toksik lityumdan daha güvenli. Sodyum iyon piller, -35° C'ye kadar aşırı soğuklarda iyi performans gösterirken, lityum iyon piller gösteremiyor. Ayrıca itfaiyecilerin lityum piller için uyardığı termal kaçak nedeni yangınlara karşı daha dayanıklı. Sodyum iyon pillerin ömrü, standart lityum iyon pillerden daha fazla; 500 döngü yerine 5.000 şarj döngüsü sunuyor.

Tıpta çığır açacak yapay zeka hamlesi: Doktorlardan daha iyi teşhis koyuyor.

Microsoft, Microsoft AI Diagnostic Orchestrator (MAI-DxO) isimli sistemiyle dünyanın en zorlu tıbbi vakalarını başarıyla teşhis ettiğini açıkladı. Microsoft'un pazartesi günü yayımladığı blog yazısına göre MAI-DxO, New England Journal of Medicine (NEJM) dergisindeki 304 karmaşık tıbbi vakayı ele alan testlerde vakaların yüzde 85'ini doğru teşhis etti. Bu oran, deneyimli doktorların ulaştığı ortalama yüzde 20'lik doğruluk oranının çok üzerinde. Üstelik NEJM vakaları genelde birden fazla uzmanlık alanını gerektiren karmaşık olgular olarak biliniyor.

Samsung, dünyanın en hızlı LPDDR5X belleğini tanıttı

Dünyanın en büyük bellek yongası üreticisi Samsung, sektörün en hızlı LPDDR5X DRAM bellek çözümünü tanıttı. Samsung'un geliştirdiği yeni çip, 2021'de piyasaya sürülen 6.4Gbps LPDDR5X çipten ve 2022'de tanıtılan 8.5Gbps LPDDR5X DRAM çipinden daha yüksek olan 10.7Gbps'ye kadar veri aktarım hızlarına ulaşabiliyor.

Kandaki mikroplastikleri temizlemenin yeni yolu bulundu

Plastik parçacıkları artık sadece denizlerde ya da çöplerde bulunmuyor. Araştırmalar, mikroplastiklerin insan vücudunun hemen her noktasına sızdığını gösteriyor. Akciğerden karaciğere, kalpten beyne kadar vücudun pek çok bölgesinde mikroplastik izlerine rastlandı. Üstelik bu parçacıklar anne sütünde ve menide bile tespit edildi. Bilim insanları, bu görünmez tehdidin sindirim, solunum ve üreme sistemlerine zarar verebileceğini, kalp krizi ve felç riskini artırabileceğini düşünüyor. Bazı bulgular, mikroplastiklerin hücre hasarına yol açarak bağışıklık sistemini zayıflatabileceğini ve kansere kadar varan ciddi sağlık sorunlarına zemin hazırlayabileceğini gösteriyor. Almanya'da yapılan yeni bir araştırma, halihazırda bazı hastalıklarda kullanılan bir kan filtrasyon yönteminin mikroplastikleri de temizleyebileceğini ortaya koydu. Terapi aferezi olarak bilinen bu yöntem, kanı özel bir makineden geçirerek zararlı hücre ve maddeleri ayıklıyor, ardından temizlenen kanı tekrar vücuda veriyor.

Türkçe büyük dil modeli T3 AI'nın beta sürümü yayınlandı.

Türkiye Teknoloji Takımı Vakfı (T3 Vakfı) ve Baykar iş birliğiyle geliştirilen yerli büyük dil modeli T3 AI, TEKNOFEST Sosyal Platformu'nda beta sürümüyle kullanıma sunuldu. İlk paylaşımında "Merhaba Dünya, ben T3 AI" diyerek kendini tanıtan model, TEKNOFEST Sosyal kullanıcılarının kendisini etiketleyerek yaptıkları paylaşımlara hızlı bir şekilde yanıt verebiliyor. T3 AI, yalnızca Türkçe değil, farklı dillerle de çalışabiliyor.

İnsansı Robotlarda Çinden Devrim Niteliğinde Robot.

İnsansı robot yarışı giderek heyecan verici boyutlara ulaşıyor. Özellikle geçtiğimiz aylarda Çin firması Unitree tarafından geliştirilen G1 insansı robotu devrim niteliğinde. Videosunu izlemek için aşağıdaki linke girebilirsiniz veya aşağıdaki QR kodu akıllı telefonunuzun kamerasına okutabilirsiniz.





ELEKTRİK SMM EĞİTİMİ	7-8-9 MAYIS 2025
YÜKSEK GERİLİM TESİSLERİNDE İŞLETME SORUMLULUĞU EĞİTİMİ	14-15-16 MAYIS 2025*KONYA
YÜKSEK GERİLİM TESİSLERİNDE İŞLETME SORUMLULUĞU EĞİTİMİ	17-18-19 MAYIS 2025*SİVAS
ELEKTRİK TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALAR EĞİTİMİ	21-22-23 MAYIS 2025
YÜKSEK GERİLİM TESİSLERİNDE İŞLETME SORUMLULUĞU EĞİTİMİ	28-29-30 MAYIS 2025
ELEKTRİK SMM EĞİTİMİ	18-19-20 HAZİRAN 2025
ASANSÖR SMM EĞİTİMİ	23-24-25-26-27 HAZİRAN 2025
YÜKSEK GERİLİM TESİSLERİNDE İŞLETME SORUMLULUĞU EĞİTİMİ	25-26-27 HAZİRAN 2025
BİLİRKİŞİLİK YENİLEME EĞİTİMİ	1 TEMMUZ 2025
ELEKTRİK TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALAR EĞİTİMİ	3-4-5 TEMMUZ 2025
BİLİRKİŞİLİK TEMEL EĞİTİMİ	08-11 TEMMUZ 2025
ELEKTRİK İÇ TESİSLERİNİN DENETİMİ VE RAPORLAMA EĞİTİMİ	10-11 TEMMUZ 2025
YG TESİSLERİNDE İŞLETME SORUMLULUĞU EĞİTİMİ	16-18 TEMMUZ 2025
ELEKTRİK TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALAR EĞİTİMİ	6-8 AĞUSTOS 2025
ELEKTRİK SMM EĞİTİM	13-15 AĞUSTOS 2025





ANKARA ŞUBESİ

AFYONKARAHİSAR İL TEMSİLCİLİĞİ
AKSARAY İL TEMSİLCİLİĞİ
AKŞEHİR İLÇE TEMSİLCİLİĞİ - KONYA
ÇANKIRI İL TEMSİLCİLİĞİ
EREĞLİ İLÇE TEMSİLCİLİĞİ - KONYA
ERZİNCAN İL TEMSİLCİLİĞİ
ERZURUM İL TEMSİLCİLİĞİ
KASTAMONU İL TEMSİLCİLİĞİ
KAYSERİ İL TEMSİLCİLİĞİ
KIRIKKALE İL TEMSİLCİLİĞİ
KIRŞEHİR İL TEMSİLCİLİĞİ
KONYA İL TEMSİLCİLİĞİ
NEVŞEHİR İL TEMSİLCİLİĞİ
POLATLI İLÇE TEMSİLCİLİĞİ - ANKARA
SİVAS İL TEMSİLCİLİĞİ
ŞEREFLİKOÇHİSAR MESLEKİ DENETİM BÜROSU - ANKARA
TOKAT İL TEMSİLCİLİĞİ
YOZGAT İL TEMSİLCİLİĞİ

TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI ANKARA ŞUBESİ

Kızılay Mah. İhlamur Cad. No:10 Çankaya Ankara, Türkiye Telefon: +90 312 231 44 74 Faks: +90 312 232 10 88



ankara.emo.org.tr



ankara@emo.org.tr



[emoankara](https://www.instagram.com/emoankara)



[emoankarasubesi](https://www.youtube.com/emoankarasubesi)



[emoankarasubesi](https://www.linkedin.com/company/emoankarasubesi)