



E-BÜLTEN SAYI 87

MART-NİSAN 2026

TÜRK MÜHENDİS VE MİMARLAR
ODALARI BİRLİĞİ

FİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

www.fmo.org.tr

İÇİNDEKİLER

SUNUŞ	1
FMO'DAN HABERLER	2
EĞİTİMLER	17
YENİ ÜYELER	19
TMMOB'DEN HABERLER	20
GÜNCEL DERLEMELER	23
İLETİŞİM	47

SUNUŞ

Değerli Meslektaşlarımız,

Değerli üyelerimiz, meslektaşlarımız ve sevgili okurlarımız,

Fizik Mühendisleri Odamızın iki ayda bir yayımlanan FMO e-Bülteninin Mart-Nisan 2026 sayısı ile yeniden sizlerle buluşmanın mutluluğunu yaşıyoruz. Bu dönemde Yönetim Kurulu olarak, mesleğimizin gelişimi, üyelerimizin hak ve çıkarlarının korunması, meslek alanlarımızın görünürlüğünün artırılması ve genç meslektaşlarımızın desteklenmesi amacıyla yoğun bir çalışma temposu içinde olduk.

Mart ayında gerçekleştirilen 35. Dönem Olağan Genel Kurulumuzun ardından yeni Yönetim Kurulumuz görev dağılımını tamamlayarak çalışmalarına başlamıştır. Bu yeni dönemde katılımcı, üretken ve çözüm odaklı bir anlayışla Odamızın kurumsal gücünü daha da ileri taşımayı hedefliyoruz. Aynı süreçte üyelerimizin mesleki gelişimlerine katkı sunmak amacıyla çeşitli eğitim, seminer ve sertifika programlarını hayata geçirdik. Nükleer tıp üniteleri tasarımı ve zırhlama hesaplamaları, radyoterapi birimleri, bina akustiği, kalite yönetim sistemleri ve optik tasarım alanlarında düzenlenen eğitimler yoğun ilgi görmüştür. Bu faaliyetler, fizik mühendisliğinin ne denli geniş ve stratejik bir çalışma alanına sahip olduğunu bir kez daha göstermiştir.

Ayrıca kamu kurumları, özel sektör kuruluşları ve akademik çevrelerle iş birliğimizi geliştirmeye yönelik temaslarımız sürmüştür; üyelerimize ekonomik avantaj sağlayacak çeşitli protokoller de hayata geçirilmiştir. Meslektaşlarımızın istihdam olanaklarının artırılması, uzmanlık alanlarımızın tanıtılması ve genç üyelerimizin mesleğe güçlü bir başlangıç yapabilmeleri önceliklerimiz arasında yer almaktadır.

Öte yandan ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik koşulların üyelerimiz üzerinde yarattığı baskının farkındayız. Artan yaşam maliyetleri, ücretlerdeki yetersizlik, işsizlik kaygısı ve mesleki hizmetlerin değer kaybı, birçok üyemizi doğrudan etkilemektedir. Yönetim Kurulu olarak bu sorunların çözümü için meslek haklarımızın korunması, ücret standartlarının iyileştirilmesi ve yeni çalışma alanlarının oluşturulması yönündeki mücadelemizi kararlılıkla sürdüreceğiz.

Dayanışmanın, bilimin ve emeğin ışığında; daha güçlü bir Oda, daha saygın bir meslek ve daha umutlu bir gelecek için birlikte çalışmaya devam edeceğiz.

Saygılarımızla,

FMO Yönetim Kurulu

FMO'DAN HABERLER

35. Dönem Olağan Genel Kurul Gerçekleştirildi

35. Dönem Genel Kurulumuzu Gerçekleştirdik

Odamızın 35. Olağan Genel Kurulu, 14 Mart tarihinde Ankara'da bulunan Mülkiyeliler Birliği Kültür Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Genel kurul kapsamında yapılan seçimler ise 15 Mart tarihinde Odamız Genel Merkezinde yapılmıştır.

Genel kurul, Divan Başkanlığına Sayın Ekrem Poyraz'ın seçilmesi ve divan kurulunun oluşturulmasıyla başlamıştır. Saygı duruşu ve İstiklal Marşı'nın okunmasının ardından, 34. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı Dr. Abdullah Zararsız genel kurula hitaben bir konuşma gerçekleştirmiştir.

Ardından, 34. Dönem Faaliyet Raporu Doç. Dr. Çağıl Kaderoğlu Abazarı tarafından genel kurula sunulmuş; Mali Rapor Sayman Üye Sn. Ali Kılıç tarafından, Denetleme Kurulu Raporu ise Denetleme Kurulu Üyesi Sn. İbrahim Kayhan tarafından paylaşılmıştır.

Faaliyet Raporu, Mali Rapor ve Denetleme Kurulu Raporu üzerine yapılan görüşmelerin ardından 34. Dönem Yönetim Kurulu oy birliği ile ibra edilmiştir.

15 Mart tarihinde gerçekleştirilen seçimler sonucunda Odamızın 35. Dönem Yönetim Kurulu belirlenmiştir. Yeni seçilen yönetim kuruluna görevlerinde başarılar dileriz.



Genel Kurulda 34. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı Dr. Abdullah ZARARSIZ'ın açılış Konuşması

Sayın divan,

Değerli TMMOB gözlemcisi

Saygıdeğer meslektaşlarım,

Sevgili öğrenciler,

TMMOB Fizik Mühendisleri Odası'nın 35. Olağan Genel Kurulu'na hoş geldiniz. Sizleri Odamızın 34. Dönem Yönetim Kurulu adına saygı ve sevgiyle selamlıyorum.

Genel kurullar yalnızca örgütsel bir zorunluluk değil; aynı zamanda geçmiş dönemin değerlendirilmesi, geleceğe yönelik hedeflerin belirlenmesi ve meslek örgütümüzün demokratik işleyişinin en önemli göstergelerinden biridir. Bugün burada, iki yıllık çalışma dönemimizi değerlendirmek, eksiklerimizi görmek ve önümüzdeki dönemin yol haritasını birlikte oluşturmak üzere bir araya gelmiş bulunuyoruz.

Fizik, Nükleer Enerji, Matematik ve Optik & Akustik mühendisleri; enerji, nükleer teknoloji, optik, akustik, medikal fizik, savunma teknolojileri, ölçüm ve kalite sistemleri Yazılım, Yapay zeka ve finans gibi birçok alanda çalışan, bilimsel düşüncenin üretim ve teknolojiyle buluşmasını sağlayan bir meslek grubudur. Bu nedenle odamızın faaliyetleri yalnızca mesleki alanımızı değil, aynı zamanda ülkemizin bilimsel, teknolojik ve toplumsal gelişimini de yakından ilgilendirmektedir.

Değerli meslektaşlarım,

Bilimsel gelişmenin en temel koşulu özgür düşüncedir. Özgür düşüncenin temel koşulu ise demokrasi, hukuk devleti ve laikliktir. Bugün ülkemizde bilim insanlarının, mühendislerin ve gençlerin karşı karşıya olduğu pek çok sorunun arka planında, bu temel değerlerde yaşanan aşınmanın önemli payı bulunmaktadır. Adaletin zedelendiği, kurumların bağımsızlığının tartışılmalı hale geldiği, liyakat yerine nepotizm ölçütlerin belirleyici olduğu bir ortamda bilimsel üretimin gelişmesi mümkün değildir.

Bilim; sorgulayan akıl ister.

Bilim; özgür üniversiteler ister.

Bilim; liyakate dayalı kurumlar ister.

Ne yazık ki son yıllarda kamu kurumlarında ve pek çok alanda liyakat ilkesinin zayıfladığı, bilimsel ve teknik alanlarda uzmanlık yerine farklı kriterlerin öne çıktığına dair ciddi tartışmalar yaşanmaktadır. Oysa mühendislik ve bilim alanlarında liyakat bir tercih değil zorunluluktur. Yanlış kararların bedelini yalnızca kurumlar değil, bütün toplum öder.

Enerji politikalarından, eğitim politikalarından, teknoloji politikalarına kadar pek çok alanda bilimsel aklın geri plana itilmesi; ülkemizin gelişimini de doğrudan etkilemektedir.

Aynı şekilde laiklik, yalnızca bir anayasal ilke değil; bilimsel düşüncenin güvencesidir.

Laiklik, bilimsel eğitimin, eleştirel düşüncenin ve özgür akademik ortamın temel dayanaklarından biridir.

Bizler meslek odaları olarak; demokratik, laik ve hukuk devleti ilkelerine dayanan bir yönetim anlayışının bilim ve mühendislik için vazgeçilmez olduğuna inanıyoruz.

Bu nedenle TMMOB ve bağlı odaları olarak her zaman bilimin, aklın ve kamu yararının yanında durmaya devam edeceğiz

Değerli meslektaşlarım,
Bugün dünya büyük bir teknolojik dönüşüm yaşamaktadır. Enerji teknolojileri, nükleer reaktörler, kuantum teknolojileri, yapay zekâ destekli ölçüm sistemleri, fotonik ve optik teknolojiler gibi alanlar, Temel biliminin doğrudan uygulamalarıdır.

Meslektaşlarımız; enerji üretim sistemlerinde, nükleer teknolojilerde, savunma ve uzay teknolojilerinde medikal görüntüleme ve radyasyon güvenliğinde, akustik ve çevresel ölçümlerde optik ve lazer teknolojilerinde, Kuantum teknolojileri, Laser Teknolojiler Yapay zeka uygulamalarında kritik roller üstlenmektedir.

Ülkemizin sürdürülebilir kalkınması için bilim ve teknolojiye dayalı bir üretim modeline ihtiyaç vardır. Bu modelde meslektaşlarımızın katkısı son derece önemlidir. Ancak ne yazık ki ülkemizde mühendislik eğitimi, istihdam politikaları ve araştırma altyapıları konusunda ciddi sorunlar bulunmaktadır. Genç mühendislerin işsizlikle karşı karşıya kalması, üniversite sayısı ve kontenjanlarının plansız şekilde artırılması ve araştırma bütçelerinin yetersizliği bu sorunların başında gelmektedir.

Bu noktada meslek örgütlerine büyük sorumluluk düşmektedir. YÖK'ün üniversitelerde lisans eğitiminin 4 yıldan üç yıla indirilmesi yönünde açıklamaları yazılı ve görsel basında yer almıştır. FMO olarak bu uygulamanın getireceği olumsuzluklar ve sakıncaları içeren kapsamlı bir rapor hazırladık ve paylaştık. Fizik Mühendisleri Odası olarak temel görevlerimizden biri de meslek alanlarımızın korunması, geliştirilmesi ve genç meslektaşlarımızın geleceğinin güvence altına alınmasıdır.

Değerli meslektaşlarımız,,
Dönem Yönetim Kurulu olarak 2024 ve 2025 yıllarında birçok alanda çalışmalar yürüttük. Bu çalışmaların temel amacı; mesleki gelişimi desteklemek, üyelerimiz arasındaki dayanışmayı güçlendirmek, bilimsel etkinlikleri artırmak ve TMMOB örgütlülüğü içinde aktif rol almaktır. Bu dönemde düzenlenen önemli etkinliklerden biri sekizincisini düzenlediğimiz “ İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu – 21. Yüzyılda Fiziksel Etkenler ve Çalışma Yaşamı ” . Bu sempozyum Hacettepe Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Uygulama Merkezi ile birlikte gerçekleştirilmiş

Enerji alanında düzenlenen etkinlikte; Son yıllarda tüm gelişmiş ülkelerde gündemde olan Küçük Modüler Reaktörlerin ülkemizde ve dünyada ki gelişmelerinin etkinliği yurtdışı katılımlarla, 2025 yılının Kuantum yılı olması nedeniyle; Teoriden Teknolojiye Kuantum Devrimi etkinliği ve teknik toplantılar üyelerimiz tarafından yoğun ilgisiyle gerçekleştirdik. Dönem içerisinde, Odamız meslek içi eğitim faaliyetlerini de sürdürmüştür.

Bu kapsamda;

ANSYS Zemax OpticStudio Başlangıç ve Orta-İleri eğitimleri, Fotovoltaik enerji sistemleri eğitimleri, AS/EN 9100 havacılık ve savunma sanayi kalite yönetim sistemi eğitimleri Bina Akustik Uzmanlığı ve Bina Akustik Ölçüm Uzmanlığı, TS EN ISO 17025 Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği, Tahribatsız muayene (NDT) bilgilendirme eğitimleri, Radyoloji ve Nükleer Tıp sistemleri kalite kontrol kursları gibi birçok teknik eğitim düzenlenmiştir. Bu eğitimler hem meslektaşlarımızın uzmanlık alanlarını geliştirmelerine hem de yeni çalışma alanlarına yönelmelerine katkı sağlamıştır.

Uzun süredir yapılmak istene Üye Profil Çalışması 405 üyenin katılımı ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen bilgiler, yalnızca nicel verilerin derlenmesinden ibaret olmayıp, meslektaşlarımızın mevcut durumuna ve geleceğine ilişkin kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır.

Araştırma kapsamında; üyelerimizin istihdam alanları, çalışma koşulları, eğitim gereksinimleri ile Oda'ya yönelik beklentilerine ilişkin veriler sistematik biçimde ele alınmıştır.

Yine bu dönem Odamızın ilerde üyesi olacak, Genç meslektaşlarımızın örgütlenmesi ve mesleki gelişimi de önceliklerimiz arasında yer almıştır. Bu kapsamda gelenekselleşen FMO-Genç Yaz Eğitim Kampı düzenlenmiş, öğrenci üyelerimizin bilimsel ve sosyal gelişimine katkı sağlanmıştır.

Ayrıca üniversitelerde düzenlenen öğrenci buluşmaları, söyleşiler ve teknik gezilerle genç fizik mühendislerinin meslek örgütümüzle bağlarının güçlendirilmesi hedeflenmiştir. Genç meslektaşlarımızın dinamizmi ve üretkenliği, odamızın geleceği açısından büyük bir umut kaynağıdır.

34. Dönem boyunca danışma kurulu toplantıları düzenlenmiş, kurul üyelerimizin görüş ve önerileri değerlendirilmiş kararlar alınmıştır.

TMMOB ile ilişkiler

Odamız, TMMOB örgütlülüğü içinde aktif rol almaya devam etmiştir. TMMOB genel kurullarına, çalıştaylarına, çalışma gruplarına ve ortak toplantılarına katılım sağlanmış; mühendislik eğitimi, mesleki haklar ve kamusal politikalar konusunda görüşlerimiz dile getirilmiştir.

TMMOB'nin bilimden, kamudan ve toplumdaki mücadelesine geleneğini sürdürmek bizim için önemli bir sorumluluktur.

Değerli meslektaşlarım,

Önümüzdeki dönemde fizik mühendisliği alanında birçok yeni fırsat ve sorumluluk bizi bekliyor. Enerji dönüşümü, nükleer teknolojiler, fotonik sistemler, kuantum teknolojileri ve ileri ölçüm teknikleri fizik mühendislerinin etkin rol alabileceği alanlardır.

Odamızın önümüzdeki dönemde;

- mesleki tanınırlığın artırılması
- yeni çalışma alanlarının oluşturulması
- genç meslektaşlarımızın desteklenmesi
- bilimsel etkinliklerin güçlendirilmesi

konularında çalışmalarını sürdürmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca toplumun bilimsel bilgiye erişiminin artırılması, bilim karşıtı yaklaşımlara karşı akıl ve bilimin savunulması da meslek örgütümüzün sorumlulukları arasındadır.

Değerli meslektaşlarım,

Sözlerime son verirken; Dönem boyunca özveriyle çalışan Yönetim Kurulu üyelerimize, komisyonlarımızda görev alan meslektaşlarımıza, çalışanlarımıza, FMO-Genç üyelerimize ve etkinliklerimize katkı sunan tüm akademisyenlere ve meslektaşlarımıza teşekkür ediyorum. Genel kurulumuzun odamız, mesleğimiz ve ülkemiz için başarılı ve verimli geçmesini diliyorum. Seçilecek olan 35. Dönem yönetim kuruluna bilimin ışığında, mesleki dayanışma içinde ve toplum yararını gözeterek çalışmalarını sürdüreceğine inancım tamdır.

Hepinizi saygıyla selamlıyorum.

Odamızın 35.Dönem Yönetim Kurulu Görev Dağılımı Yapıldı

Odamızın 35.Dönem Yönetim Kurulu Görev Dağılımı aşağıdaki gibi belirlendi.

DR. ABDULLAH ZARARSIZ	BAŞKAN
DR. ÇAĞIL KADEROĞLU ABAZARI	II. BAŞKAN
DR. SİBEL TÜRKEŞ YILMAZ	YAZMAN ÜYE
ALİ KILIÇ	SAYMAN ÜYE
MELAHAT YAĞMUR AKYÜREK	ÜYE
MERT ÇETİNKAYA	ÜYE
FAZLI YAĞIZ YEDEKÇİ	ÜYE



TMMOB
Fizik Mühendisleri Odası



BASIN AÇIKLAMASI

“Urfa ve Kahramanmaraş’taki Okul Saldırıları: Güvenlik Zafiyetleri Acı Verici Sonuçlar Doğuruyor”

Şanlıurfa Siverek'te bir liseye ve Kahramanmaraş Onikişubat'taki Ayser Çalık Ortaokulu'na art arda düzenlenen silahlı saldırılar, ülkemizin eğitim kurumlarında yaşanan güvenlik zafiyetinin vahim bir sonucudur. Urfa'da 16 kişinin yaralanmasıyla sonuçlanan saldırıdan yalnızca bir gün sonra Kahramanmaraş'ta bir öğrencinin okulda rastgele ateş açması, 8 öğrenci ve 1 öğretmenin hayatını kaybetmesine, 13 kişinin de yaralanmasına yol açmıştır.

Bu facialar, okulların güvenliğinin sağlanmasında ciddi ihmal ve yetersizliği gözler önüne sermektedir. Silahlı kişilerin okullara elini kolunu sallayarak girebilmesi, öğrencilerin çantalarında silahla dolaşabilmesi; önleyici tedbirlerin alınmadığını ve sorumluların görevini yapmadığını açıkça ortaya koymaktadır. Çocuklarımızın can güvenliğini korumakla yükümlü olan yönetim, bu tür olaylar karşısında sadece soruşturma başlatmakla ve eğitime kısa süreli ara vermekle yetinmekte, köklü önlemler almaktan kaçınmaktadır.

Yetkilileri, bu acımasız ihmalleri nedeniyle şiddetle eleştiriyoruz. Okullarımız artık birer güvenlik riski haline gelmişse bunun sorumlusu, yıllardır eğitim ve güvenlik politikalarını yönetenlerdir. Acil olarak okullara profesyonel güvenlik önlemleri getirilmeli, silah erişimi sıkı denetlenmeli ve ihmali olan herkes hesap vermelidir.

Kaybettiğimiz öğretmenimizin ve öğrencilerimizin derin üzüntüsünü yaşıyor, yaralılarımıza acil şifalar diliyoruz. Ailelerine ve tüm eğitim camiasına başsağlığı diliyoruz. Bir daha böyle faciaların yaşanmaması için yönetim derhal harekete geçmelidir.

Kamuoyuna saygıyla duyurulur.

FMO Yönetim Kurulu

23 Nisan Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı Kutlu Olsun



TMMOB
Fizik Mühendisleri Odası

23 Nisan Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı *Kutlu Olsun!*



FMO Yönetim Kurulu



IX. İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu

Odamız ve HÜ İş Sağlığı ve Güvenliği Meslek Hastalıkları Araştırma ve Uygulama Merkezi (HİSAM) ile birlikte 5 Mayıs 2026 tarihinde Ankara'da Hacettepe Üniversitesi Beytepe, Mehmet Akif Ersoy salonunda IX. İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu "İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yapay Zeka Kullanımı" etkinliği düzenleyecektir.

FMO Yönetim Kurulu

 IX. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ SEMPOZYUMU İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI 5 Mayıs 2026 Hacettepe Üniversitesi, Beytepe Yerleşkesi Mehmet Akif Ersoy Salonu		 HİSAM Hacettepe Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Meslek Hastalıkları Uygulama ve Araştırma Merkezi
Sempozyum Başkanları: Doç. Dr. Nursel ÇALIK BAŞARAN, Dr. Abdullah ZARARSIZ Sempozyum Düzenleme Kurulu: Prof. Dr. Ali Naci YILDIZ, Prof. Dr. Seyda ÇOLAK, Doç. Dr. Nursel ÇALIK BAŞARAN, Dr. Abdullah ZARARSIZ, Prof. Dr. Zehra GÖK METİN, Doç. Dr. Çağrı KADEROĞLU ABAZARI		
09.00-09.30	KAYIT	
09.30-10.00	Acil Durum Plan Sunumu	
	Dr. Abdullah ZARARSIZ	TMMOB Fizik Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Başkanı
	Doç. Dr. Nursel ÇALIK BAŞARAN	HÜ Tıp Fakültesi, İş Hastalıkları AD, HİSAM Müdürü
	Prof. Dr. Halil VURAL	HÜ Mühendislik Fakültesi Dekanı
	Prof. Dr. Elif GÖKÇEARSLAN	ÇASGEM Başkanı
	Ömer ŞAHİN	ÇSGB, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı
	Prof. Dr. Mehmet Cahit GÜRAN (Katılması Halinde)	HÜ Rektörü
10.00-10.40	KONFERANS	
	Oturum Başkanı	Prof. Dr. Ali Naci YILDIZ HÜ Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı AD, İş ve Meslek Hastalıkları BD Başkanı, HİSAM Kurucu Müdürü
	Yapay Zekânın Tarihsel ve Temelleri	Prof. Dr. Mehmet Serdar GÜZEL AÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
10.40-11.00	Çay & Kahve Arası	
11.00-12.40	PANEL-I	
	Yapay Zekâ ve İş Sağlığı Güvenliği Kullanım Alanları	
	Oturum Başkanı	Doç. Dr. Nursel ÇALIK BAŞARAN HÜ Tıp Fakültesi, İş Hastalıkları AD, HİSAM Müdürü
11.00-11.20	Emeğin Sağlık ve Güvenliğinde Kurtarıcı Yapay Zekâ mı?	Prof. Dr. Osman Alpaslan ERGÖR DEÜ Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı AD, RİSKYÖN
11.20-11.40	İş Sağlığı ve Güvenliğinin Dönüşümü: Yapay Zekânın Rolü ve Dijitalleşme	Burcu AKÇA HACIOSMANOĞLU Uluslararası Çalışma Örgütü Türkiye Ofisi Kademi Proje Koordinatörü
11.40-12.00	Kamu Perspektifiyle İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yapay Zekâ	Kemal ÖZAT Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
12.00-12.20	Eğitim, Araştırma, Proje ve Yayın Gibi Akademik Çalışmalarda Yapay Zekâ Kullanımı	Doç. Dr. Sultan Pınar CETİNTEPE GÜ Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD, İş ve Meslek Hastalıkları BD
12.20-12.40	Yapay Zekânın Risk Algısı ve Güvenlik Kültürüne Etkisi	Burak AYAN Endüstri Mühendisi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanı, ÇASGEM
12.40-13.40	Öğle Yemeği	
13.40-14.50	PANEL-II	
	Yapay Zekâ ve İş Sağlığı ve Güvenliği	
	Oturum Başkanı	Prof. Dr. Seyda ÇOLAK HÜ Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü
13.40-14.00	İSG Kapsamında Tasarlanan Çok Sensörlü Ofis Ortamı İzleme ve Analiz Sistemi	Sevil GÜLDEREN, Ceyda GÜNGÖR, Tuna ÇAĞLAYAN, Emre ÇAĞLAR, Nisa Damla TEKİN HÜ Mühendislik Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümü Öğrencileri
14.00-14.20	Yapay Zekâ ve İş Verimliliği: Etik ve Sosyal Riskler	Doç. Dr. Şahin GÖKÇEARSLAN Hacettepe Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Öğretim Üyesi
14.20-14.40	Yapay Zekâ ve İş Sağlığı ve Güvenliği	Haluk ORHUN (Çevrimiçi) Fizik Y. Müh., İş Sağlığı Bilim Uzmanı
14.40-15.00	Çay & Kahve Arası	
15.00-16.00	PANEL-III	
	İş Yerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarında Yapay Zekâ Kullanımı	
	Oturum Başkanı	Prof. Dr. Zehra GÖK METİN HÜ Hemsirelik Fakültesi, İş Hastalıkları Hemşireliği AD
15.00-15.20	Büyük Dil Modelleri (LLM) ve İş Yeri Hekimliğinde Karar Destek - Dijital Biyobelirteçler ve Tamamlayıcı Sağlık Gözetimi	Dr. Barış SELOĞLU BEKO/Ankara Bulaşık Makinesi İşletmesi İş Yeri Hekimi
15.20-15.40	İş Yerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Performans Güvenliği Yönetimi (OPM), Giyilebilir Teknolojiler ve Gerçek Zamanlı Ergonomik İzleme	Oya KONUKCU A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı, Kinaya Y. Müh., BEKO/Ankara Bulaşık Makinesi İşletmesi
15.40-16.00	Büyük Veri ve Erken Uyarı Sistemi: İyi Uygulama Örnekleri: Ankara Büyükşehir Belediyesi Uygulamaları	Mustafa CAN Ankara Büyükşehir Şehir Belediyesi İş Sağlığı ve Güvenliği Şube Müdürü, A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı, İSG Bilim Uzmanı
16.00-16.30	Genel Değerlendirme ve Kapanış Dr. Abdullah ZARARSIZ, Prof. Dr. Zehra GÖK METİN, Doç. Dr. Çağrı KADEROĞLU ABAZARI	

ANLAŞMALI KURULUŞLAR

Değerli Üyelerimiz,

Protokol yaptığımız firmalar ve indirim oranları, aşağıda yer almaktadır. İndirimlerden Oda üyeleri, 1. derece yakınları ve FMO-Genç üyeleri faydalanabilecektir. Diğer kurumlar ile protokoller yapıldıkça paylaşılacaktır. İndirimlerden faydalanmak isteyen üyelerimiz üye kimlik kartları ile başvurabilir, kimlik kartını ibraz edemeyen üyelerimiz firmadan odamızdan üye olup olmadığı bilgisini teyit edilmesini rica edebilirler.

Orsap TotalEnergies

Odamız ile Orsap TotalEnergies arasında imzalanan işbirliği protokolü kapsamında, benzin ve dizel ürünlerinde günlük pompa fiyatı üzerinden %4 indirim uygulanacaktır. Anında indirim kartı talep eden üyelerimizin 0541 828 34 20 telefon numarasına whatsapp üzerinden Ad-Soyad, Plaka, Kargo Adreslerini iletmeleri gerekmektedir.

Burak Çintaş Diş Kliniği

Kızılay, Şehit Adem Yavuz Sok. Arı Apt. No:8/17, Çankaya/Ankara
Tel: 0312 418 3123 burakcintasdentalklinik@gmail.com

İndirim oranı: Oda üyesi ve öğrenci üyesi ve birinci derece yakınlarına ortalama %50 indirim uygulanacaktır.

Diyetisyen Aslı Ayaşlı

Mustafa Kemal Mah. 2139. Sok. No: 24/11 Ofis İBK Çankaya/Ankara
Tel: 0553 350 11 07 İntagram: @diyetisyenasliayasli

İndirim oranı: Oda üyesi ve birinci derece yakınlarına %25 indirim uygulanacaktır.

Ankara Özel 100.YIL HASTANESİ

Muhsin Yazıcıoğlu Cad. No:54 Çankaya/ANKARA / Tel: 0312 284 08 08
İndirim oranı:

A. Hastane, anlaşmalı Meslek Odası çalışanları, üyeleri ve birinci derece yakınlarına (anne, baba, eş, çocuk) SGK kapsamında vermiş olduğu sağlık hizmetleri (SGK paket dışı özellikli malzemeler hariç) için hastadan alınan ilave ücretlere %20 indirim uygulayacaktır.

B. Beslenme ve Diyet, Kozmetoloji, Çocuk ve Ergen Psikiyatri ve Psikolog görüşmelerine %10 indirim uygulanacaktır.

C. Sosyal Güvenlik Kurumunun hastalardan almış olduğu muayene katılım payı hasta tarafından ödenir.

D. Sağlık Uygulama Tebliğinde yer almayan işlemlerin (estetik operasyonlar, sünnet vb.) fiyatlandırması hastane cari fiyatları üzerinden yapılır ve indirim kapsamı dışındadır.

E. Hastane, sosyal güvencesi olmayan veya herhangi bir nedenle Sosyal Güvenlik Kurumundan provizyon alınamayan Meslek Odası çalışanları, üyeleri ve birinci derece yakınlarının muayene ve tedavilerinde hastanenin cari fiyatları üzerinden %10 indirim uygulayacaktır.

YFLEX ENGLISH

Mahall Ankara Mustafa Kemal Mah. B Blok Kat:1 No:11 Çankaya/Ankara
0312 504 14 52, 0552 585 02 25

İndirim oranı:

Oda üyesi ve birinci derece yakınlarına %20 indirim uygulanacaktır.

Süha Optik

Nenehatun Caddesi Attar Sokak No: 14/B Gaziosmanpaşa / ANKARA

Tel: (+90) 532 603 41 43 – 0312 319 55 22

İndirim oranı: Zeiss ve Hoya marka camlarda %60 Novax marka camlarda %55 oranında gerçekleştirilecektir. Bu iskonto oranına ek olarak Zeiss Smartlife ve Novax Nexus 4D Porgresif cam alımına Progresif güneş camı çerçevesi hediye edilecektir.

Tempo Turizm

Binnaz Sokak No: 1(Kuğulu Park karşısı) Kat: 2 Daire: 4 06780 Çankaya / ANKARA

Tel: 0312 466 91 91

İndirim oranı: 2-4 gün 25 Euro indirim

5-8 gün 40 Euro indirim

9 gün ve üzeri 50 Euro indirim

Lenava Akademi Özel Öğretim Kursu

Meşrutiyet Mah. Karanfil Sok. 51/3 Kızılay/Ankara

Tel: 0312 417 60 70 lenevaakademi@gmail.com

İndirim oranı: Mevcut eğitim-öğretim ücreti üzerinden %20 indirim uygulanacaktır.

Candent Ağız ve Diş Sağlığı Klinikleri

Candent Çukurambar: Çukurambar Mah. 1464. Cad. No: 5/A Çankaya/Ankara

Candent Ümitköy: Ümit Mah. 2521 Cad. No: 14 Çankaya/Ankara

candentagizvedissagligi@gmail.com

İndirim oranı: Ortodonti ve Sedasyonda %20 diğer tüm işlemlerde TDHB fiyat listesinden %50 oranında indirim uygulanır ve tahsil edilir. İlk muayene ve ortodonti dışında kişiye özel ücretsiz servis hizmeti sunulmaktadır.

Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dr. Rıdvan Ege Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezi

Mevlana Bulvarı No: 86-88 Konya Yolu Balgat/Ankara

ufukuni@ufuk.edu.tr

İndirim oranı: Başvuru yapan kişilere Ayaktan (poliklinik muayeneleri, tahlil ve tetkikler) ve Yatarak Tedavilerde (günübirlik işlemler, ameliyat işlemleri, medikal tedavi, tahlil ve tetkik ücretleri) Ağız ve Diş Sağlığı Bölümü'nde yapılacak muayene ve işlemlerde (malzeme, ilaç ve sarf hariç) ilgili mevzuat hükümleri dikkate alınarak

(Acil, onkoloji ve diyet poliklinikleri, iş kazası, fizik tedavi ve rehabilitasyon seansları, yatak ve refakatçi, dış tetkik ücretlendirilmeleri, Estetik işlemler ve Kurumca Finansmanı karşılanmayan hizmetler hariç) Hastane yönetimince belirlenecek olan ilave ücret üzerinden %10 indirim uygulanacaktır.

Kozalak Psikoloji

Güzeltepe Mah. Hoşdere Cad. 202/9 Çankaya/Ankara
0501 075 88 10 bilgi@psikolojikkozalak.com

İndirim oranı: Mevcut ücret tarifesi üzerinden %30 oranında indirim uygulanacaktır.

FMO İLE ORSAP TOTALENERGİES ARASINDA PROTOKOL İMZALANDI

Odamız ile Orsap TotalEnergies arasında imzalanan işbirliği protokolü kapsamında, benzin ve dizel ürünlerinde günlük pompa fiyatı üzerinden %4 indirim uygulanacaktır.

Anında indirim kartı talep eden üyelerimizin 0541 828 34 20 telefon numarasına whatsapp üzerinden Ad-Soyad, Plaka, Kargo Adreslerini iletmeleri gerekmektedir.

FMO Yönetim Kurulu

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi- Fizik Mühendisliği Bölümü MÜDEK Akreditasyon kapsamında Dış Paydaş Toplantısına Katılım Sağladık

Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği Lisans Programının, MÜDEK (Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği) tarafından akredite edilmesi amacıyla 2026 yılı içinde yapılacak başvuru kapsamında, 28 Nisan 2026 tarihinde gerçekleştirilen dış paydaş toplantısına Yönetim Kurulu Başkanımız Dr. Abdullah Zararsız katılım sağlamıştır. Toplantıda, Fizik Mühendisliği Bölümünün eğitim amaçları ile bu amaçlara ulaşılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik yürütülen uygulamalar ve değerlendirmeler katılımcılarla paylaşılmış; bu konularda görüş ve önerileri alınmıştır.

FMO Yönetim Kurulu

Radyoterapi Birimlerinin (Ünitelerinin) Tasarımı, Zırlama Hesaplarının Yapılması ve Raporlanması Eğitimi Gerçekleştirildi

Odamız tarafından ilk kez düzenlenen Radyoterapi Birimlerinin (Ünitelerinin) Tasarımı, Zırlama Hesaplarının Yapılması ve Raporlanması Eğitimi, 11-12 ve 18-19 Nisan 2026 tarihlerinde İstanbul Şubemizde başarıyla gerçekleştirildi.

Eğitime katkı sunan Dr. Görkem Güngör, Dr. Mehmet Ertuğrul Ertürk ve Şubemiz Yönetim Kurulu II. Başkanı Dr. Emine Burçin İspir Aydınlioğlu'na teşekkür ederiz.

Başarı ile tamamlanan eğitim programı sonunda katılımcılara sertifikaları gönderildi.



AS/EN 9100 Havacılık, Uzay ve Savunma Sanayi Kalite Yönetim Sistemi ve İç Denetçi Eğitimleri Gerçekleştirildi

Meslektaşımız Baş Denetçi Sn. Şule KURTUL ÖZDEMİR tarafından 11-12 Nisan 2026 tarihlerinde AS/EN 9100 Havacılık, Uzay ve Savunma Sanayi Kalite Yönetim Sistemi Temel eğitimi ve AS/EN 9100 Havacılık, Uzay ve Savunma Sanayi Kalite Yönetim Sistemi İç Denetçi eğitimleri gerçekleştirildi. Programlara toplam 24 katılımcı iştirak etmiştir.

Eğitim süresince, AS/EN 9100 standardının gereklilikleri, kalite yönetim sisteminin temel bileşenleri ve etkin iç denetim yöntemleri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca uygulamalı çalışmalarla katılımcıların denetim becerilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Eğitim sonunda tüm katılımcılara Katılım Belgesi takdim edilmiştir. Talep durumuna bağlı olarak eğitimin önümüzdeki dönemlerde yeniden düzenlenecektir.



17025; Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği için Genel Şartlar&Ölçüm Belirsizliği Temel Eğitimi ”gerçekleştirildi

Odamız Mustafa GÜLENÇ eğitim salonunda, 28.03.2026 tarihinde toplam 16 kişinin katıldığı “TS EN ISO/IEC 17025; Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği için Genel Şartlar&Ölçüm Belirsizliği Temel Eğitimi ”gerçekleştirildi. Sema ZARARSIZ ve Dr. Abdullah ZARARSIZ ‘ın eğitmen olarak görev aldığı eğitim sonunda katılımcılara “KATILIM BELGESİ” verilmiştir.

FMO Yönetim Kurulu



Nükleer Tıp ve Yataklı Tedavi Ünitelerinin Tasarımı Zırhlama Hesaplamalarının Yapılması ve Raporlanması Eğitimi Gerçekleştirildi

Odamız tarafından 29 Mart-4-5 Nisan 2026 tarihlerinde Nükleer Tıp ve Yataklı Tedavi Ünitelerinin Tasarımı Zırhlama Hesaplamalarının Yapılması ve Raporlanması eğitimi gerçekleştirildi.

FMO Yönetim Kurulu

GERÇEKLEŞEN EĞİTİMLER

D1 Temel Bina Akustiği Sertifika Eğitimi İstanbul

Odamız tarafından düzenlenen D1 Temel Bina Akustik Uzmanlığı Eğitimi 20,21,22,27,28 Şubat - 01 Mart- 6,7,8 Mart 2026 tarihlerinde İstanbul'da 11 kişinin katılımıyla gerçekleştirildi.

D2 Bina Akustiği Ölçümleri Sertifika Eğitimi İstanbul

Odamız tarafından düzenlenen D2 Bina Akustiği Ölçümleri Sertifika Eğitimi 27-31 Mart 2026 tarihlerinde İstanbul'da 9 kişinin katılımıyla gerçekleştirildi.

DÜZENLENECEK EĞİTİMLER

D1 Temel Bina Akustiği Sertifika Eğitimi İstanbul

8,9,10-15,16,17-22,23,24 Mayıs 2026 tarihlerinde düzenlenecektir.

D1 Temel Bina Akustiği Sertifika Eğitimi İstanbul

20,21,22-27,28,29 Haziran- 4,5,6 Temmuz 2026 tarihlerinde düzenlenecektir.

D1 Temel Bina Akustiği Sertifika Eğitimi Ankara

20-28 Haziran 2026 tarihlerinde düzenlenecektir.

Ansys Zemax Opticstudio Temel Seviye Eğitimi Ankara

4-5 Temmuz 2026 tarihlerinde düzenlenecektir.

Ansys Zemax Opticstudio Temel Seviye Eğitimi İstanbul

30-31 Mayıs 2026 tarihlerinde düzenlenecektir.

YENİ ÜYELER

MART - NİSAN ÜYELER

Sicil No	Ad	Soyad	Okul	Bölüm
2567	Seda	Yürekli	Diğer	Nükleer Enerji Mühendisliği
2566	İnci	Köylüoğlu	Ankara Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2565	Aysun	Karasoy	Hacettepe Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2564	Sabahat Sena	Tekin	Gaziantep Üniversitesi	Optik & Akustik Mühendisliği
2563	Sevgi Tuba	Tekin	Gaziantep Üniversitesi	Optik & Akustik Mühendisliği
2562	Tuğba	Hacıosmanoğlu	Ankara Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2561	Ayşenur	Dana	Gaziantep Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2560	Gizem	Bağcı	Gaziantep Üniversitesi	Optik & Akustik Mühendisliği
2559	Övünç	Uğuz	İstanbul Teknik Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2558	Esin	Yiğitbaşı	Hacettepe Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2557	Işık Orkide	Çoruh	Hacettepe Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2556	Şeval	Korkmaz	Ankara Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2555	Onur	Tuna	Hacettepe Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2554	Leyla	Poyraz	Ankara Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2553	Bilge	Akbaba	Hacettepe Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2552	Hakan	Kaygusuz	İstanbul Teknik Üniversitesi	Fizik Mühendisliği
2551	Büşra	Efeoğlu Kangal	İstanbul Teknik Üniversitesi	Matematik Mühendisliği
2550	Özgür	Yeşilbaş	Hacettepe Üniversitesi	Fizik Mühendisliği

TMMOB'DEN HABERLER

02.03.2026

İRAN'A YÖNELİK SALDIRILAR DERHAL SON BULMALIDIR!

EMİN KORAMAZ:

**BASIN
AÇIKLAMASI**

**İRAN'A YÖNELİK SALDIRILAR
DERHAL SON BULMALIDIR!**

TMMOB Yönetim Kurulu Başkanı Emin Koramaz, İran'a karşı İsrail destekli ABD'nin başlattığı savaşa ilişkin 1 Mart 2026 tarihinde "İran'a Yönelik Saldırılar Derhal Son Bulmalıdır!" başlıklı bir basın açıklaması yaptı.

03.03.2026

İŞ CİNAYETLERİ KADER DEĞİLDİR

İş cinayetlerine dikkat çekmek için ilki 2013 yılında düzenlenen "TMMOB 3 Mart İş Cinayetlerine Karşı Mücadele Günü" dolayısıyla TMMOB Yönetim Kurulu Başkanı Emin Koramaz, 3 Mart 2026 tarihinde bir basın açıklaması yaptı.

EMİN KORAMAZ:

**BASIN
AÇIKLAMASI**

**İŞ CİNAYETLERİ
KADER DEĞİLDİR**

04.03.2026

İHD TMMOB'Yİ ZİYARET ETTİ

İHD Genel Başkanı Cihan Aydın, Genel Sekreteri Osman İşçi ve Genel Sayman İlyas Kara'dan oluşan İHD Heyeti 4 Mart 2026 tarihinde TMMOB'yi ziyaret ederek TMMOB Yönetim Kurulu Başkanı Emin Koramaz ve Yürütme Kurulu Üyesi Hanze Gürkaş ile görüştü. Görüşmede, Birlik çalışmaları ve ülke gündemine ilişkin görüş alışverişinde bulunuldu.





17.03.2026

DÖRT YILLIK LİSANS EĞİTİMİNİN SÜRESİNİN KISALTILMASINA İLİŞKİN TMMOB GÖRÜŞÜ

Yükseköğretim Kurulu Başkanı Prof. Dr. Erol Özvar tarafından kamuoyuna açıklanan “dört yıllık lisans programlarının akademik takvimin yeniden düzenlenmesi yoluyla üç yılda tamamlanabilmesini hedefleyen model” konusunda Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) kapsamındaki mühendislik,

26.03.2026

TMMOB, BİRGÜN'E DESTEK ZİYARETİNDE BULUNDU

TMMOB Yönetim Kurulu Başkanı Emin Koramaz ve TMMOB Yönetim Kurulu üyeleri, BirGün muhabiri İsmail Arı'nın tutuklanmasının ardından 26 Mart 2026 tarihinde BirGün Ankara Bürosu'na destek ziyaretinde bulundu.



01.04.2026

TBMM'NİN YAPAY ZEKÂ KOMİSYONU RAPORUNA İLİŞKİN TMMOB GÖRÜŞÜ

TBMM'nin Yapay Zekâ Komisyonu Raporuna ilişkin TMMOB Görüşü 1 Nisan 2026 tarihinde yayımlandı.

TBMM tarafından kurulan “Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin





08.04.2026

DİSK, KESK, TMMOB VE TTB'DEN 1 MAYIS 2026 ÇAĞRISI: EMEĞİN HAKKI İÇİN, ADALET İÇİN, BARIŞ VE DEMOKRASİ İÇİN 1 MAYIS'A! BİRLEŞELİM, DEĞİŞTİRELİM!

15.04.2026

OKULLARDA GERÇEKLEŞEN SALDIRILARI KINIYORUZ!

TMMOB Yönetim Kurulu Başkanı Emin Koramaz, 15 Nisan 2026 tarihinde Şanlıurfa ve Kahramanmaraş'ta gerçekleşen okul saldırılarına ilişkin bir basın açıklaması yaptı.

OKULLARDA GERÇEKLEŞEN SALDIRILARI KINIYORUZ!

Okullarımızda gerçekleşen saldırılarda yaralananlara acil şifalar diliyor, hayatını kaybeden yurttaşlarımızın ailelerine başsağlığı diliyoruz.

Okullarda yaşanan silahlı saldırılar, öğretmenlerin can güvenliğinin dahi sağlanmadığı bir eğitim düzenine sürüklendiğimizi açıkça göstermektedir. Bu tablo tesadüf değildir; yıllardır adım adım niteliksizleştirilen, bilimsellikten uzaklaştırılan ve piyasacı anlayışla teslim edilen eğitim politikalarının doğrudan sonucudur.

Eğitimin kamusal bir hak olmaktan çıkarılması, okulları yalnızca bilgi üreten kurumlar olmaktan uzaklaştırmakta; aynı zamanda şiddetin, eşitsizliğin ve güvencesizliğin yeniden üretildiği mekânlara dönüştürmektedir. Bugün yaşananlar, toplumda derinleşen krizlerin ve artan şiddetin eğitim alanındaki yansımasıdır.

Bilimden, akıldan ve kamusal sorumluluktan uzak bir eğitim sistemi; sorgulamayan, eleştirmeyen ve geleceksiz bırakılmış kuşaklar yaratır. Bu durum yalnızca eğitim alanını değil, toplumsal barışı ve birlikte yaşam iradesini de tehdit etmektedir.

Bu nedenle altını özellikle çiziyoruz: Eğitimde laik ve bilimsel yaklaşım, aktin rehberliği ve özgür düşünce her zamankinden daha hayati bir ihtiyaçtır. Bu değerlerden uzak bir eğitim toplumu karanlığa sürüklemeye devam edecektir.

TMMOB olarak; eğitimin piyasacı ve ideolojik kuşatmadan kurtarılmasını, bilimsel temelde yeniden yapılandırılmasını, okullarda güvenliğin derhal sağlanmasını talep ediyoruz. Eğitimde gericiliğe, piyasacılığa ve şiddeti besleyen politikalara karşı; bilimi ve kamucu anlayışı savunmaya devam edeceğiz.

tmmob

22.04.2026

23 NİSAN ULUSAL EGEMENLİK VE ÇOCUK BAYRAMI KUTLU OLSUN

İşgal ve saltanata karşı Cumhuriyet'in zafer koşusunu başlatan Kurucu Meclisimizi selamlıyor, tüm dünya çocuklarının bayramını kutluyoruz.

Emin KORAMAZ
TMMOB Yönetim Kurulu Başkanı



23 NİSAN ULUSAL EGEMENLİK VE ÇOCUK BAYRAMINI KUTLUYORUZ

İşgal ve saltanata karşı Cumhuriyet'in zafer koşusunu başlatan Kurucu Meclisimizi selamlıyor, tüm dünya çocuklarının bayramını kutluyoruz.

tmmob

GÜNCEL DERLEMELER

YZ Destekli Hazırlanan Fukuşima Nükleer Felaketinin 15. Yılı

11 Mart 2011 tarihinde Fukushima Daiichi Nuclear Disaster, modern tarihin en büyük nükleer kazalarından biri olarak kayıtlara geçti. Japonya'nın kuzeydoğusunda meydana gelen 9.0 büyüklüğündeki deprem ve ardından gelen dev tsunami, yalnızca binlerce insanın hayatını etkilemekle kalmadı; aynı zamanda enerji güvenliği, afet yönetimi ve nükleer santral güvenliği konularında tüm dünyaya önemli dersler verdi. Aradan geçen 15 yılın ardından, Fukuşima'da yaşananlar hâlâ küresel enerji politikalarının merkezinde yer alıyor.

Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, Japonya'nın Fukushima eyaletinde, Pasifik kıyısında yer alan ve Tokyo Electric Power Company (TEPCO) tarafından işletilen bir nükleer enerji santraliydi. Santralde toplam altı adet kaynar su reaktörü (BWR) bulunuyordu. 1971 yılında devreye alınan tesis, uzun yıllar Japonya'nın elektrik ihtiyacının önemli bir bölümünü karşıladı. Santraldeki reaktörlerin bir kısmı deprem anında çalışır durumdaydı, bazıları ise bakım nedeniyle kapalıydı. Ancak felaketin asıl etkisi depremden değil, kısa süre sonra kıyıya ulaşan tsunami dalgalarından kaynaklandı.

Kazanın Nedeni

11 Mart 2011'de Japonya açıklarında meydana gelen büyük deprem sonrasında santral reaktörleri otomatik olarak durduruldu. Bu, sistemlerin ilk aşamada doğru çalıştığını gösteriyordu. Ancak yaklaşık 40 dakika sonra santrale ulaşan 14-15 metre yüksekliğindeki tsunami dalgaları, tesisin deniz duvarlarını aşarak jeneratörleri ve elektrik sistemlerini devre dışı bıraktı.

Elektrik kesilince reaktörlerin soğutma sistemleri çalışamaz hale geldi. Reaktörlerdeki artık ısının uzaklaştırılmaması sonucu yakıt çubukları aşırı ısındı, erime başladı ve hidrojen gazı oluştu. Bu gazın birikmesiyle 1, 3 ve 4 numaralı ünitelerde patlamalar meydana geldi. Özellikle 1, 2 ve 3 numaralı reaktörlerde çekirdek erimesi yaşandı.

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), kazayı en yüksek seviye olan 7. derece nükleer kaza olarak sınıflandırdı. Aynı kategori daha önce yalnızca Chernobyl disaster için kullanılmıştı.

İlk Günlerde Yaşananlar

Kazanın ardından yaklaşık 160 bin kişi çevredeki yerleşim alanlarından tahliye edildi. Tarım arazileri, su kaynakları ve bazı yerleşim bölgeleri radyasyon nedeniyle kullanılamaz hale geldi. Japon hükümeti geniş çaplı acil durum planları uyguladı. Dünyanın birçok ülkesinde ise nükleer santraller yeniden gözden geçirildi.

Japonya, olay sonrasında ülkedeki tüm nükleer santrallerini geçici olarak kapattı. Bu durum enerji arzında ciddi değişikliklere yol açtı ve fosil yakıtlara bağımlılığı artırdı.

Bugüne Kadar Yapılanlar

Son 15 yılda Fukuşima sahasında dünyanın en büyük temizlik ve söküm projelerinden biri yürütüldü.

1. Reaktörlerin Stabilizasyonu

Kazadan sonraki ilk hedef, reaktörleri soğuk kapatma durumuna getirmektir. Bu süreç başarıyla tamamlandı. Reaktörler artık zincirleme reaksiyon üretmiyor; sıcaklıklar kontrol altında tutuluyor.

2. Radyasyon Temizliği

Çevredeki kasaba ve köylerde toprak temizliği, bina yıkımları ve yüzey dezenfeksiyonu yapıldı. Birçok bölgede radyasyon seviyeleri düşürüldü ve bazı tahliye emirleri kaldırıldı. Ancak bazı alanlar hâlâ sınırlı erişime sahip.

3. Yakıt Havuzlarının Boşaltılması

Hasar görmüş binalardaki kullanılmış yakıt havuzlarından binlerce yakıt çubuğu dikkatle çıkarıldı. Özellikle 4 numaralı üniteye operasyon kritik öneme sahipti.

4. Erimiş Yakıtın Çıkarılması

En zor aşamalardan biri, reaktörlerin içine eriyerek çöken yakıt kalıntılarının çıkarılmasıdır. Robot teknolojileri kullanılarak iç incelemeler yapıldı. Yüksek radyasyon nedeniyle insanlar doğrudan müdahale edemiyor.

5. Su Arıtma ve Depolama

Reaktörleri soğutmak için kullanılan su ile yeraltı sularının karışması sonucu büyük miktarda radyoaktif su oluştu. Bu sular arıtma sistemlerinden geçirilerek tanklarda depolandı. Yüzlerce dev tank sahada yer kapladı.

Tartışmalı Süreç: Arıtılmış Suyun Denize Deşarjı

2023 yılından itibaren Japonya, uluslararası denetim altında arıtılmış suyu kontrollü şekilde denize bırakmaya başladı. International Atomic Energy Agency, sürecin uluslararası güvenlik standartlarıyla uyumlu olduğunu açıkladı. Japon hükümeti ve TEPCO, sudaki radyoaktif maddelerin büyük ölçüde temizlendiğini, kalan trityum seviyesinin güvenli sınırlar içinde olduğunu savunuyor.

Son Durum: 15 Yıl Sonra Fukuşima

Bugün Fukuşima sahası hâlâ aktif bir söküm ve iyileştirme alanıdır. Uzmanlara göre tesisin tamamen temizlenmesi ve sökülmesi 30 ila 40 yıl daha sürebilir. Bu da sürecin 2050'li hatta 2060'lı yıllara kadar devam edebileceği anlamına geliyor.

Bölgede hayat kısmen normale dönmüş durumda. Bazı kasabalarda nüfus geri dönse de birçok eski sakin başka şehirlerde yaşamayı tercih etti. Özellikle yaşlı nüfusun geri dönüş oranı gençlere göre daha yüksektir. Ekonomik açıdan ise tarım, balıkçılık ve turizm sektörleri uzun süre zarar gördü. Son yıllarda yeniden canlanma çabaları dikkat çekiyor. Fukushima markalı tarım ürünlerinin güvenilirliğini artırmak için yoğun testler uygulanıyor.

Dünyaya Verdiği Dersler

Fukuşima felaketi, nükleer santrallerin yalnızca teknik değil, doğal afet senaryolarına karşı da tasarlanması gerektiğini gösterdi. Özellikle tsunami, sel, elektrik kesintisi ve çoklu kriz senaryoları artık tüm dünyada güvenlik analizlerinin parçası haline geldi. Birçok ülke nükleer politikalarını yeniden değerlendirdi. Germany nükleer santrallerini kapatma kararını hızlandırırken, bazı ülkeler yeni nesil daha güvenli reaktörlere yöneldi.

Sonuç

Fukuşima nükleer felaketinin üzerinden 15 yıl geçmiş olsa da etkileri hâlâ sürüyor. Kazanın yarattığı fiziksel hasarın önemli bölümü kontrol altına alınmış olsa da sosyal, ekonomik ve psikolojik etkileri nesiller boyu hissedilecek. Fukuşima, insanlığa teknolojik ilerlemenin güvenlik ve şeffaflıkla birlikte yürütülmesi gerektiğini hatırlatan acı bir örnek olmaya devam ediyor.

Bugün Fukuşima'ya bakıldığında yalnızca bir felaket değil; aynı zamanda dayanıklılık, yeniden inşa ve öğrenme süreci görülmektedir.

ÇERNOBİL Çevresindeki Yasak Bölgede Doğal Yaşamın Toparlanmasının Nedeni Nedir?

Bu, Radyoaktivitenin Olumlu Etkisine mi, Yoksa Bu Bölgede 39 Yıldır İnsan Olmayışına mı Bağlanabilir? Diğer Terkedilmiş KIBRIS ve KORE Tampon Bölgeleriyle Bilimsel Karşılaştırmalar - Uzman Görüşleri ve Kaynaklar

Dr. Yüksel ATAKAN

Radyasyon Fizikçisi, Almanya, ybatakan4@gmail.com

Özet

1986 yılında, o zamanki Sovyet yönetimindeki Ukrayna'daki, çelik güvenlik koruma kabı (Containment) olmayan Çernobil reaktöründe, Dünya'nın en büyük reaktör kazasının, personelin büyük hatasıyla oluştuğu, sadece çevrenin değil tüm Avrupa ve Türkiye'nin yanan reaktörden yayılan yoğun radyoaktif maddelerle kirlendiği biliniyor.

Çerobil çevresindeki insansız yasak bölgede yapılmakta olan bilimsel araştırmalar doğanın yavaş yavaş toparlandığını göstermektedir. Bu gelişmeyi radyoaktivitenin olumlu etkisine bağlayan uzun bir yazı da internette dolaşmaktadır. Bu doğru olabilir mi?

Gerek Çernobil çevresinde gerekse KORE ve KIBRIS yasak Tampon bölgelerinde yapılan bilimsel çalışmalar ve karşılaştırmalar, doğadaki bu olumlu toparlanmaların radyoaktivitenin olumlu etkisine değil, buralarda uzun sürelerde insan yaşamamasına bağlanması gerektiğini göstermektedir.

Bu yazımızda, Çernobil Nükleer Kazası sonrasında hem ekolojik, hem biyolojik çalışmaların derinlemesine bir özeti, uzmanların değerlendirmeleri ve ilgili kaynaklara dayalı bir analiz bulunuyor. Sonuçta, bölgede doğal yaşamın görünür ölçüde geri dönmesi, radyasyonun yararlı olduğu anlamına gelmiyor, aksine insan yaşamıyla ilgili etkinliklerinin yarattığı olumsuz etkilerin sona ermesinin bilimsel olarak çok daha baskın olduğunu göstermektedir.



Şekiller'de Çernobil'in konumu ve 1986 büyük reaktör kazasında radyoaktif maddelerle kirlenmiş yasak bölge (yaklaşık 2600 km²) görülüyor: En koyu renkler en çok kirlenen yöreler.

Ayrıca bu yazımızda Çernobil dışındaki radyoaktiviteden etkilenmeyen bölgelerden de doğal yaşamla ilgili benzer örnekler verilerek, insanların doğa üzerindeki etkilerini anlamamız da çalışılıyor. İnsan baskısının/etkisinin ortadan kalkması doğanın toparlanmasına olanak tanıyor. Kıbrıs Yeşil Hattı ve Kore DMZ gibi terk edilmiş bölgeler, bu durumu gözler önüne seren önemli örneklerdir.

AYRINTILAR

1. Çernobil'de Ekolojik Gözlemler ve Gerçeklik Analizi

Çernobil Yasak Bölgesi, insanların zorunlu boşaltılmasının ardından hızla yoğun bir biyolojik çalışma alanına dönüşmüştür. Bitki örtüsünün yeniden gelişmesi, büyük memeli türlerinin geri dönmesi ve orman ekosistemlerinin güçlenmesi özellikle dikkat çekicidir. Ancak bu durum radyasyonun olumlu etkisiyle açıklanamaz; çünkü ekolojik literatürde insan baskısının kalktığı her bölgede benzer bir toparlanma gözlenmektedir. Kore DMZ bölgesi, Kıbrıs Yeşil Hattı ve savaş sonrası terk edilmiş bölgeler bunun örnekleridir. Dolayısıyla doğanın toparlanması, radyasyon değil insan etkisinin ortadan kalkmasıdır.

Çernobil'de gözlenen hızlı ekolojik geri dönüş iki temel faktöre dayanır:

- 1) İnsan baskısının tamamen ortadan kalkması
- 2) Çernobil bölgesinin geniş, kesintisiz bir habitat (yaşanılan yer) oluşturması

Radyoaktif kirlenme bitki örtüsünün çoğalmasını durduracak kadar yoğun değildir; fakat tür yapısını, çeşitliliği ve üreme başarısını çeşitli şekillerde etkilemektedir.



9 / 13

The town of Chernobyl is now largely empty. But a few thousand people do live here -- mostly forest service workers intent on preventing the irradiated forest from going up in flames. A detailed radiation map of the city shows where one can safely go and where to avoid. Workers are regularly rotated out to avoid overexposure.

Foto: Charles Hawley

2. Bilimsel Çalışmaların Derinlemesine İncelemesi

2.1 Radyasyonun Biyolojik Etkileri: Doğrudan Kanıtlar

Çernobil sonrası yürütülen çalışmalar, kronik düşük ile orta düzeyli radyasyon etkilenmesinin birçok organizmada biyolojik etkiler yarattığını göstermektedir. Bilimsel bulgular arasında şunlar öne çıkmakta:

- **DNA Hasarı:** Kuşlarda, kemirgenlerde ve böceklerde DNA zincir kırıkları ve mutasyon oranlarında artış.
- **Üreme Başarısında Düşüş:** Yüksek radyasyonlu bölgelerde yumurta kuluçka oluşma başarısının düşmesi.
- **Görsel Anomaliler:** Albinizm, tüy pigment bozuklukları, göz lensi deformasyonları.
- **Nörolojik Etkiler:** Bazı kuş türlerinde daha küçük beyin hacmi.
- **Bağışıklık Sistemi Etkileri:** Kronik stres göstergeleri ve enfeksiyonlara yatkınlığın artması.
- **Bitkilerde Bozulmalar:** Çam ağaçlarında iğne bozulması (deformasyonu), büyümede yavaşlama, tohum filizlenme oranlarında düşüş.

Bu etkilerin çoğu radyasyon dozuyla doğru orantılıdır.

2.2 Ekosistem Düzeyinde Etkiler

Ekosistem düzeyinde radyasyonun etkileri daha karmaşıktır. Bazı türlerde popülasyon azalırken, bazı türlerde artış görülmektedir. Örneğin insekt popülasyonlarının yüksek doz bölgelerde belirgin biçimde azaldığı gösterilmiştir. Bu durum, bitkilerin tozlaşması ve besin ağları üzerinde dolaylı etkiler yaratmaktadır. Buna karşın kurt ve ayı gibi büyük türlerde popülasyon artışı gözlenmiştir; ancak bu artış insanların bölgeden uzaklığından kaynaklanmaktadır.

3. Çernobil Yasak Bölgesi'nin Coğrafi ve Ekolojik Kapsamı

Çernobil Yasak Bölgesi yaklaşık 2600 km² olup, Belarus tarafındaki Polesie Devlet Radyasyon-Ekolojik Rezervi ile birlikte toplam kirlenmiş alan 4000-4500 km²'ye ulaşmaktadır. Bölgenin büyük ve sürekli bir ekosistem oluşturması, türlerin geri dönmesini kolaylaştırmıştır. Ancak yüksek dozlu 'kırmızı orman' gibi alt bölgelerde biyolojik hasar çok belirgin şekilde devam etmektedir.

4. Epidemiyolojik ve Ekolojik Karşılaştırmalar

Bilim insanları Çernobil bölgesini benzer iklim ve habitat koşullarına sahip radyasyonsuz bölgelerle karşılaştırmıştır. Karşılaştırmalı çalışmalar genellikle şu alanlara odaklanır:

- Üreme başarısı
- Mutasyon oranları
- Tür çeşitliliği
- Popülasyon yoğunluğu
- Fizyolojik stres göstergeleri

Bu karşılaştırmalar genellikle radyasyon düzeyi arttıkça biyolojik performansın düştüğünü göstermektedir.

5. Uzman Görüşleri

5.1 Prof. Timothy Mousseau /I/

Mousseau, uzun yıllar Çernobil ve Fukuşima'da çalışmış bir evrimsel biyologdur. Çalışmaları, radyasyonun ekolojik çeşitliliği azaltıcı etkileriyle ilgili kapsamlı kanıtlar

sunmaktadır. Mousseau'ya göre, popülasyon artışı gösteren türlerin çoğu 'insan yokluğu' sayesinde avantaj kazanmıştır; radyasyonun bu türlere olumlu etkisi yoktur.

5.2 Anders P. Møller /I/

Møller, özellikle kuşlar üzerine yaptığı çalışmalarla tanınmaktadır. Yüksek mutasyon oranları, tüy pigment bozuklukları ve üreme başarısında düşüş bulgularını sistematik olarak raporlamıştır. Møller'e göre Çernobil bölgesini 'doğanın zaferi' olarak sunmak bilimsel gerçekliği çarpıtmaktır.

5.3 Uluslararası Kuruluşlar: UNSCEAR, WHO, IAEA /I/

Bu kuruluşların değerlendirmelerine göre düşük doz radyasyonun canlılar üzerinde genel bir 'yararlı etki' yaptığıyla ilgili yeterli bilimsel kanıt yoktur. Ayrıca kronik düşük doz etkilenmesinin bile uzun sürede kansere yakınlığı artırabileceği belirtilmektedir. Hormesis kuramı bilimsel camiada tartışılrsa da kabul gören bir yöntem değildir.

5.4 Çernobil dışındaki terkedilmiş bölgelerdeki araştırmalar

1. Kıbrıs Yeşil Hattı

Kıbrıs, 1974'teki Türk-Yunan çatışmasından sonra bölünmüş ve adanın ortasında bir "Yeşil Hat" oluşmuştur. Bu hat, Birleşmiş Milletler'in denetiminde bir tampon bölge olarak kalmış ve hem Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti hem de Güney Kıbrıs Rum Yönetimi tarafından kontrol edilen alanlardan ayrılmıştır. Bu bölge, özellikle savaşın ardından terk edilen alanlarda doğal yaşamın hızla geri dönmesine olanak sağlamıştır.

Yeşil Hat, özellikle geniş tarım arazilerinin ve köylerin terk edilmesiyle, eski yerleşim yerlerinde yabani bitki örtüsünün yeniden büyümesine ve çeşitli hayvan türlerinin geri dönmesine tanık olmuştur. Bu bölge, insan etkinliğinin en aza indirgenmiş olduğu, doğanın doğal döngüsüne bir örnek oluşturuyor. Ayrıca, burada bulunan kuş türleri, yaban hayvanları ve bitki örtüsü, insanların olmadığı bir ortamda nasıl hızla çeşitlenip toparlanabildiğini gösteriyor.

2. Kore DMZ (De-militarized Zone)

Kore DMZ, Kuzey ve Güney Kore arasındaki 250 kilometre uzunluğundaki sınır boyunca uzanan bir alan olup, her iki tarafın da askeri faaliyetlerini yasakladığı bir bölgedir. Bu bölge, **1953'te Kore Savaşı'nın sona ermesinin ardından oluşturulmuştur ve dünya üzerindeki en iyi korunmuş ekosistemlerden biri olarak kabul edilir.** İnsan faaliyetlerinin neredeyse tümüyle yokluğu nedeniyle, bu bölge zamanla birçok endemik bitki ve hayvan türü için bir sığınak haline gelmiştir.

DMZ'de yapılan araştırmalar, bu bölgenin aslında biyolojik çeşitlilik açısından oldukça zengin olduğunu ortaya koymuştur. Endemik kuş türleri, yaban keçileri ve nadir böcekler burada yaşamaktadır. Savaş ve askeri çalışmalar nedeniyle insanlar buraya yaklaşamadığından, doğa bu bölgeyi kendi ritminde şekillendirme fırsatı bulmuştur. Bu durum, insan etkisinin az olduğu bölgelerde doğal yaşamın ne kadar güçlü bir şekilde yeniden gelişebileceğini gösteriyor.

3. Diğer Terkedilmiş Bölgeler

Savaş sonrası terk edilen bölgeler, insan etkinliğinin az olduğu ya da tümüyle ortadan kalktığı yerlerdir. Bu tür bölgeler, dünyanın farklı yerlerinde görülebiliyor. Özellikle eski askeri üsler, terkedilmiş fabrikalar veya köyler, doğanın yeniden gelişmesine fırsat tanır. İnsan etkisi yok olduğunda, yerel ekosistemler hızla toparlanır ve bitki örtüsü ile hayvan popülasyonları tekrar büyür.

Bu örneklerdeki temel benzerlik, insanların bu bölgelerden uzak durmasının ardından doğanın kendi başına yeniden canlanabilmesidir. Radyasyonun veya özel bir ekolojik faktörün etkisi yerine, doğanın toparlanmasının temel nedeni, insan baskısının kalkması ve bu bölgelerdeki habitatların geniş, kesintisiz alanlar yaratmasıdır.

Sonuç

Çernobil'de gözlenen doğanın geri dönüşünün, radyasyonun olumlu etkisinden kaynaklanmadığı **bilimsel olarak anlaşılmıştır.** İnsan etkinliklerinin bulunmaması, ekosistemin yeniden yapılanması için güçlü bir fırsat yaratmıştır. **Ancak bu durum özellikle yüksek radyasyon dozunun, olumsuz biyolojik etkilerini de ortadan kaldırmıyor.** Çok sayıda bilimsel çalışma uzun süreli genetik ve ekolojik zararların sürdüğünü göstermektedir. Dolayısıyla Çernobil çevresi, doğanın gücünü gösteren bir örnek olmakla birlikte, radyasyonun tehlikelerini unutturan bir öykü olarak da sunulmamalıdır.

Tüm bu örneklerde, insan etkinliğinin azaldığı veya ortadan kalktığı bölgelerde doğanın nasıl yeniden toparlandığını ve çeşitlendiğini gösteriyor. Çernobil, Kore DMZ ve Kıbrıs Yeşil Hattı'ndaki Tampon bölgelerde gözlemlenen doğa geri dönüşüyle ilgili bilimsel araştırmalar, temelde insanların doğaya olan etkilerinin yok olmasının bir sonucu olduğunu göstermiştir. Bu durum, ekosistemlerin kendi dinamikleriyle yeniden dengeye ulaşabildiğini ve insan etkisinin doğa üzerinde ne denli baskın olduğunu da ortaya koymuştur.

Kaynakça // Bu yazı YZ desteğiyle hazırlanmıştır

1. Mousseau, T. A., & Møller, A. P. (2014). Chernobyl and Fukushima: Lessons for wildlife.
2. UNSCEAR Reports (2008, 2020). Sources and Effects of Ionizing Radiation.
3. IAEA (2006). Environmental Consequences of the Chernobyl Accident.
4. WHO (2006). Health Effects of the Chernobyl Accident.
5. Møller, A. P. (2013). Elevated mutation rates in Chernobyl birds.
6. Mousseau, T. A. (2016). Biological consequences of radiation exposure in wildlife.
7. Miller, R. (2017). Long-term radiation effects on ecosystem structure.
8. ICRP Publications on radiation risk assessment.

KORE DMZ Kaynakları

1. Kim, H. et al. (2024). *Passive Restoration Achieved through Natural Processes over 70 Years in the Korean DMZ*. MDPI Forests.
<https://www.mdpi.com/1999-4907/15/7/1104>
2. Kim, T. et al. (2021). *Long-Term Land Cover Changes in the Western Part of the Korean Demilitarized Zone*. Land.
<https://www.mdpi.com/2073-445X/10/7/708>
3. Kim, K.C. (2015). *The Korean DMZ: Protection, conservation and restoration of a unique ecosystem*.
<https://www.researchgate.net/publication/290524416>
4. Hanns Seidel Foundation – *Why the Korean DMZ ecosystem should be protected*.
<https://korea.hss.de/en/news/why-the-korean-dmz-ecosystem-should-be-protected-news6764/>

KIBRIS YEŞİL HAT / BUFFER ZONE Kaynakları

5. AFP / Phys.org (2022). *Wildlife rebounds in divided Cyprus 'dead zone'*.
<https://phys.org/news/2022-02-wildlife-rebounds-cyprus-dead-zone.html>
6. Satoyama Initiative — *The Cyprus Buffer Zone as a Socio-Ecological Landscape*.
https://satoyamainitiative.org/case_studies/the-cyprus-buffer-zone-as-a-socio-ecological-landscape/
7. Hadjikyriakou, G. et al. (2016). *Monitoring biodiversity of the buffer zone in Cyprus*.
<https://www.researchgate.net/publication/299637328>

Kavramsal Arka Plan: Pasif Yeniden Doğallaşma

8. *Passive rewilding* — kavram açıklaması
https://en.wikipedia.org/wiki/Passive_rewilding
9. *Involuntary park* — terk edilmiş alanların doğa sığınacağı hâline gelmesi
https://en.wikipedia.org/wiki/Involuntary_park

ÇERNOBİL YASAK BÖLGESİ'nde HANGİ RADYOAKTİF MADDE BUGÜN NE MİKTARLARDA VAR?

Çernobil Yasak Bölgesi'nde bulunan radyoaktif maddelerin toprak, su ve bitki örtüsündeki derişimleri, bölgedeki farklı yerlerde değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte, en bilinen radyoaktif maddeler **stronsyum-90 (Sr-90)**, **sezyum-137 (Cs-137)** ve **plütonyum izotopları (örneğin, Pu-239, Pu-240)** gibi maddelerdir. Bu maddeler, nükleer kazadan sonra çevrede yayılmış ve birikmiştir.

Aşağıda, Çernobil Yasak Bölgesi'ndeki toprak, su ve bitki örtüsündeki radyoaktif bulaşmalarla ilgili birkaç örnek bulunuyor. Bu veriler genellikle bilimsel literatür ve çeşitli araştırmalardan alınan verilerdir ve **Becquerel (Bq)** birimi cinsindedir. 1 Bq, saniyede bir radyoaktif atom çekirdeği bozunumu gösteren bir radyoaktif madde miktarıdır.

Çernobil Yasak Bölge'sinde bulunan radyoaktif maddeler ortalama miktar aralıklarında aşağıdaki tabloda bulunuyor:

Radyoaktif Madde	Toprak (Bq/kg)	Su (Bq/L)	Bitki Örtüsü (Bq/kg)
Sezyum-137 (Cs-137)	50,000 - 200,000	1,000 - 10,000	500 - 5,000
Stronsyum-90 (Sr-90)	10,000 - 100,000	500 - 5,000	50 - 500
Plütonyum-239 (Pu-239)	100 - 5,000	0.1 - 2	10 - 200
Plütonyum-240 (Pu-240)	50 - 1,000	0.1 - 2	5 - 150

Aşağıdaki Çernobil dışındaki bölgelerdeki değerler, **yaklaşık aralıklardır** ve konuma, toprağın tipine, yağışa, geçmiş nükleer test/felaket etkilerine göre önemli ölçüde değişebilir. Bu izotopların çoğu **doğal değildir**; çevrede bulunmaları esas olarak **nükleer silah testleri** ve **Çernobil/Fukuşima gibi kazalar** sonucudur.

Aşağıdaki tablo, uluslararası çevresel radyasyon araştırmalarında sık verilen **tipik arka plan düzeylerini** özetler:

Toprak ve Su İçin Tipik Radyoizotop Düzeyleri

İzotop	Doğada bulunma kaynağı	Toprakta tipik aralık (Bq/kg)	Doğal suda tipik aralık (Bq/L)
Sr-90	Küresel nükleer test fallout'u	0.1 – 5 Bq/kg	0.001 – 0.05 Bq/L
Cs-137	Küresel fallout + bazı bölgelerde Çernobil etkisi	1 – 50 Bq/kg (kirlenmiş bölgelerde yüzlerce olabilir)	0.001 – 0.1 Bq/L
Pu-239	Fallout, nükleer kazalar	0.001 – 1 Bq/kg	10 ⁻⁶ – 10 ⁻³ Bq/L
Pu-240	Fallout, nükleer kazalar	0.0005 – 0.5 Bq/kg	10 ⁻⁶ – 10 ⁻³ Bq/L

Kaynaklar:

- **IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı) Raporları:** Çernobil kazasının ardından yapılan çevresel izleme ve radyoaktif kontaminasyon raporları.
- **UNSCEAR (Birleşmiş Milletler Nükleer Enerji Komitesinin Çevresel Radyasyon Değerlendirmeleri):** Çernobil'den sonra yapılan çevresel değerlendirmelerle ilgili yayınlar.
- **"The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident"** - IAEA, 2011
- **"Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment"** - Alexey Yablokov ve diğerleri (2009).

Derin Kuyu Nükleer Fisyon Reaktörleri

Dr. Yüksel ATAKAN

Radyasyon Fizikçisi, Almanya, ybatakan4@gmail.com

18.03.2026

1. Giriş ve Teknolojik Çerçeve

Nükleer fisyon reaktörleri, birim hacimde en yüksek enerji yoğunluğunda, karbonsuz ve kesintisiz taban elektrik kaynaklarıdır. Lazard (2023) ve Steigerwald vd. (2023) verilerine göre geleneksel büyük reaktörlerin (1.000–1.600 MWe) Dengelenmiş Enerji Maliyeti (LCOE — Levelized Cost of Energy) 14,1–22,1 \$Cent/kWh düzeyine ulaşmaktadır. Küçük Modüler Reaktörler (KMR) kısmi çözüm olarak önerilmiş; ancak NuScale projesinin 2023'te iptal edilmesi ve bağımsız analizlerin LW-KMR medyan LCOE'sini ~21,8 \$Cent/kWh hesaplaması bu yaklaşımın sınırlarını ortaya koymuş ve SMR maliyetlerinin de ucuz olmayacağı anlaşılmıştır. Ayrıca bu fiyatlara oransal olarak şirket işletme giderleri (sigorta, personel, onarım, bakım) ve uranyum yakıtı yenileme giderleri de eklenince kWh fiyatları epey artacaktır.

Not: LCOE = Levelized Cost of Energy: Dengelenmiş Enerji Maliyeti (ya da Eşdeğer Enerji Maliyeti) Ne anlama gelir? Bir enerji santralinin tüm ömrü boyunca ürettiği her bir MWh elektriğin gerçek maliyetidir. Hesaba şunlar dahil edilir:

- İnşaat / yatırım maliyeti
- İşletme ve bakım maliyeti
- Yakıt maliyeti
- Finansman faizi
- Devre dışı bırakma maliyeti

Deep Fission, Inc. (Berkeley, Kaliforniya, 2023; Nobel ödüllü fizikçi Richard Muller ve kızı Liz Muller tarafından kurulmuştur) Bu şirket yukarıda açıklanan yüksek maliyet sorununa köklü bir mühendislik çözümü önermektedir: **milyonlarca dolarlık reaktör basınç kabı, güvenlik binaları ve güvenlik sistemleri, zırhlama çevresi gibi pahalı yüzey yapıları yerine reaktörü ~1,6 km derine gömmekle tüm bunlara gerek kalmayacaktır. Ayrıca reaktör yapımı 10-20 yıl değil sadece 6 ay sürecektir.**

Temel Teknik Parametreler (NRC ADAMS ML24172A286)

- Reaktör silindiri (canister): ~66 cm çap (26 inç), ~9,1 m yükseklik (30 ft)
- Kuyu çapı: min. ~76 cm (30 inç) — reaktör ile kasa arasında su dolaşım kanalı
- Yerleştirme derinliği: ~1.450–1.560 m (~1 mil)
- Çalışma basıncı: ~160 atm — 1.450 m su sütununun hidrostatik basıncıyla pasif olarak sağlanır
- Yakıt: 4 adet 17×17 DZU yakıt destesi — 2×2 kare dizi — toplam ~2.628 kg UO₂
- Güç çıkışı: 15 MWe/ünite (47 MWt termal) — 100 ünite = 1,5 GWe
- Yakıt değişim periyodu: ~18–24 ayda bir (1/3 tükenen yakıt değiştirilir)
- İnşaat süresi: ~6 ay/reaktör — Hedef LCOE: \$50–70/MWh (Deep Fission, 2025)

20 cm'lik boru notu: Mart 2026'da başlayan 8 inç (20 cm) sondaj reaktör kuyusu değil, zemin karakterizasyonu için veri toplama kuyusudur. Asıl reaktör kuyusu min. 76 cm (30 inç) çapında açılacaktır.

2. Reaktör Silindir Kesiti ve Ekipman Dizilimi

Şekil 1, dikey kuyu kesitini (A), reaktör kabı büyütülmüş kesitini (B) ve enine kesiti (C) bir arada sunmaktadır. 76 cm'lik kuyuya 66 cm'lik reaktör silindiri yerleştirilir; aralarındaki halka boşluğundan soğutma suyu dolaşır.



3. Dağıtım Konfigürasyonları ve Ekonomik Analiz

Her ünite 6 ay içinde devreye alınabilir; aynı alana 1–100+ ünite yerleştirilerek 15 MWe'den 1,5+ GWe'ye kademeli büyüme sağlanır. **LCOE = \$Cent 5–7/kWh hedefi; yüzey yapılarının elimine edilmesi ve 6 aylık inşaat döngüsüyle elde edilmesi planlanmaktadır.**

Tablo 1. Dağıtım Konfigürasyonları ve Teknik Parametreler

Parametre	Teknoloji & Enerji	Ticari / Endüstriyel	Askeri / Uzak yerlerde kurulursa	Tek Ünite
Reaktör sayısı	20–100 adet	10–19 adet	1–9 adet	1
Güç çıkışı	300 MWe–1,5+ GWe	150–285 MWe	15–135 MWe	15 MWe
Reaktör çapı / boyu	~66 cm / ~9,1 m	~66 cm / ~9,1 m	~66 cm / ~9,1 m	~66 cm / ~9,1 m
Hedef LCOE	\$Cent 5–7/ kWh	\$Cent 5–7/ kWh	\$Cent 5–7/ kWh	\$Cent 5–7/ kWh
İnşaat süresi	~6 ay/reaktör	~6 ay/reaktör	~6 ay/reaktör	~6 ay
Yerleştirme derinliği	~1.450–1.560 m	~1.450–1.560 m	~1.450–1.560 m	~1.450–1.560 m

Şekil 2. LCOE Karşılaştırması — Enerji Teknolojilerine Göre (Kaynak: IEA 2024, Lazard 2023, ScienceDirect 2023)



4. Yakıt Destesi, Değişim Süreci ve Kullanılmış Yakıt Yönetimi

4.1 Yakıt Destesi Özellikleri

Her reaktör çekirdeği 4 adet 17×17 standart PWR yakıt destesi barındırmaktadır. Her destenin 289 konumundan 264'ü yakıt çubuğu, 24'ü kontrol çubuğu kılavuzu, 1'i enstrümantasyon tüpüdür. Yakıt peleti: ~8 mm çap, ~10 mm boy UO₂ sinterlenmiş seramik; zenginleştirme < %5 U-235 (DZU). Bir deste kütlesi ~657 kg, 4 deste toplam ~2.628 kg UO₂.

4.2 Yakıt Değişim Süreci

Reaktör ~18–24 ayda bir durdurulur. Bir iş makinesi (workover rig) reaktör silindirini kuyudan yüzeye çeker. Kullanılmış 4 yakıt destesi kurşun/çelik zırlı taşıma kaseti (cask) içine alınır; 4 adet yeni DZU yakıt destesi kanistira yüklenir. Kanistır kuyuya yeniden indirilir. Toplam kapalı kalma süresi yaklaşık 2–5 gün olup geleneksel reaktörlere göre çok kısa bir bakım penceresidir.

4.3 Kullanılmış Yakıt — Bekletme Havuzu ve Uzun Dönem Yönetimi

Kullanılmış yakıt çıkarıldığında ~290–300 °C sıcaklıkta ve yoğun gama radyasyonu yayan yüksek aktiviteli atık niteliğindedir. Deep Fission iki seçenek sunmaktadır:

Seçenek 1 — Derin Kuyu Depolama (Tercihli): Kullanılmış yakıt destelerinin reaktörün bulunduğu derin borehole içinde kalıcı olarak depolanması. Derin jeolojik izolasyon, radyonüklid göçünü yüz binlerce yıl boyunca engeller. Bu yöntem NRC (Nuclear Regulatory Commission) onayı gerektirmekte olup Deep Fission'ın patentli yaklaşımıdır.

Seçenek 2 — Geleneksel Yol: Kullanılmış yakıt yüzeyde soğutma havuzuna (minimum 3–5 yıl, < 50°C, sürekli sirkülasyonlu su içinde) alınır. Ardından pasif hava soğutmalı CASTOR kasete konularak NRC lisanslı geçici kuru depo sahasında bekletilir. Nihai bertaraf: ABD'de henüz işlevsel olmayan derin jeolojik nihai depo (Yucca Mountain projesi beklemede).

Şekil 3. Yakıt Destesi Yapısı, Değişim Süreci ve Kullanılmış Yakıt Yönetim Zaman Çizelgesi

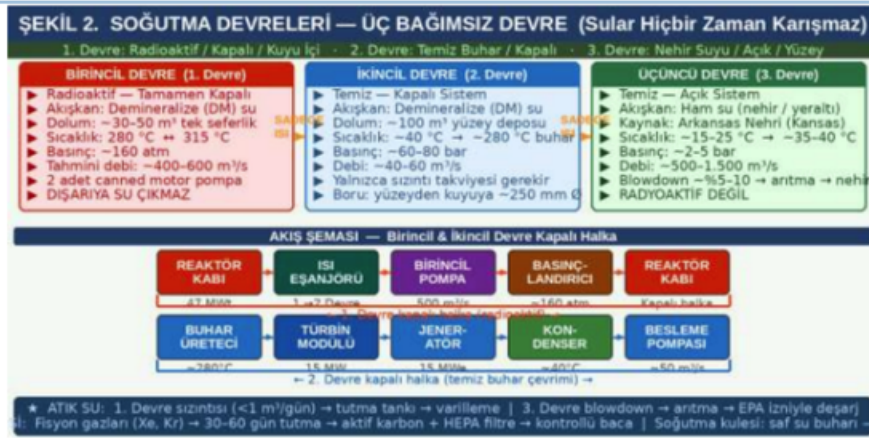


5. Soğutma Devreleri — Su Kaynakları ve Atık Su

Sistem üç bağımsız soğutma devresiyle çalışır; sular hiçbir koşulda birbirine karışmaz. Her devre yalnızca ısı aktarımıyla bağlantılıdır.

- 1. Devre (Radioaktif, Kapalı):** ~30–50 m³ demineralize su tek seferlik dolum. 280–315 °C, ~160 atm, ~400–600 m³/s. 2 adet canned motor pompa. Sızıntı < 1 m³/gün hedefi.
- 2. Devre (Temiz, Kapalı):** ~100 m³ demineralize su. ~280 °C buhar, ~60–80 bar, ~40–60 m³/s. Yüzeyden kuyuya ~250 mm Ø çelik boru hattı.
- 3. Devre (Temiz, Açık):** Arkansas Nehri — ~500–1.500 m³/s. Arıtma → soğutma kulesi. Blowdown ~%5–10 → EPA NPDES izniyle deşarj.

Şekil 4. Soğutma Devreleri Özeti — Üç Bağımsız Devre, Akış Şeması, Atık Su ve Gaz Tahliyesi



6. Baca, Atık Su Kanalı ve Radyasyon Ölçüm Sistemleri

6.1 Baca ve Gaz Tahliye Sistemi

Fiyon gazları (Xe-133, Kr-85, I-131 izleri) reaktörün kapalı birincil devresinde oluşur. Küçük miktarlarda birincil devre basınçlandırıcı tahliyesiyle serbest kalabilir. İşlem zinciri: Tutma tankı (30–60 gün radyoaktif bozunma) → Aktif karbon adsorpsiyonu → HEPA filtresi (> %99,97 etkinlik) → Sürekli Emisyon İzleme Sistemi (CEMS) dedektörü → 30–40 m yüksekliğindeki kontrollü baca. Soğutma kulesi yalnızca saf su buharı (H₂O) atar — radyoaktif değildir; drift eliminatörle damla kaybı < %0,01 sınırlıdır.

6.2 Atık Su Kanalı

Kapalı boru hattı (HDPE veya çelik, ~300–500 mm çap) sahadan Arkansas Nehrine uzanır. Birincil devre sızıntısı (< 1 m³/gün) varillenenek ayrıca bertaraf edilir, kanala verilmez. Üçüncü devre blowdown suyu arıtma tesisinden geçtikten sonra EPA NPDES izniyle nehre deşarj edilir; sıcaklık < 32 °C, pH 6–9, askı katı < 30 mg/L sınırlarına uyulur.

6.3 Radyasyon Dedektörleri

- Reaktör yakın alanı: 4 yönde GM sayacı + Nal sintilasyon dedektörü — anlık sürekli izleme
- Baca gazı: CEMS — toplam beta/gama aktivitesi, Xe-133, Kr-85, I-131 ölçümü
- Deşarj kanalı: Nal veya HPGe gama spektrometrisi + ultrasonik debimetre
- Çevre (4 yön): TLD (Termolüminesans Dozimetre) + GM sayacı dizisi — aylık okuma
- Çalışanlar: Kişisel TLD + Elektronik Kişisel Dozimetre (EPD) — tüm saha personeli
- Limitler: NRC 10 CFR 50 Ek I · EPA 40 CFR 190 · IAEA Güvenlik Kılavuzları

Şekil 5. Saha Planı — Baca, Atık Su Kanalı ve Radyasyon Dedektörlerinin Konumları



ÖZET — Çevresel Kontrol: Baca (HEPA+aktif karbon filtreli, CEMS'li, 30-40 m) → Fisyon gazı tahliyesi. Atık su kanalı (kapalı boru, arıtmalı, EPA izinli) → Nehir deşarjı. Çevre dedektörleri (4 yön TLD+GM) + baca CEMS + deşarj monitörü + kişisel dozimetre → Tüm tahliyeler NRC ve EPA denetimiyle.

7. Güvenlik Analizi ve Gelişme Durumu

7.1 Pasif Güvenlik

- Hidrostatik basınç: ~1.450 m su sütunu ~160 atm sağlar — aktif basınçlandırıcı gerekmez
- Pasif çekirdek soğutma: Doğal sirkülasyon artık ısıyı pompa olmaksızın uzaklaştırır; ısı eşanjör AÇSS görevi görür
- Fiziksel izolasyon: Ana kaya — radyasyon kalkanı, sismik sönüm, yüzey tehlikelerine karşı koruma
- Otomatik kapatma: Soğutucu kaynarsa buhar moderasyonu yitirir; zincirleme tepkime müdahalesiz durur

7.2 Kilometre Taşları

Aralık 2025: DOE Reaktör Pilot Programı anlaşması — Kansas, Parsons, Great Plains Endüstri Parkı

Şubat 2026: 80 milyon dolar finansman — Urenco USA DZU yakıt anlaşması

Mart 2026: İlk 8 inç (20 cm) veri toplama kuyusu sondajı (~1.830 m)

Temmuz 2026 (Hedef): Reaktör kuyusu + kanıtır yerleştirme + ilk kritiklik

2029: Endeavour II — 2 GW taahhütlü ticari veri merkezi reaktörleri

SORULAR YANITLAR

Soru 1: Kontrol Çubukları ve Yakıt Elemanları 1.500 m Derinlikte Nasıl Hareket Ettirilecek?

Kontrol Çubukları — İşletme Sırasında

Kontrol çubuklarının reaktörü durdurmak veya güç ayarlamak için birkaç santimetre yukarı-şağı hareket ettirilmesi sorunu, 1.500 m derinliğe rağmen çözülebilir bir mühendislik sorunudur — çünkü bu hareketler kuyu dibindeki yerel mekanizmalar tarafından gerçekleştirilir:

- Kontrol çubuğu tahrik mekanizması (**Control Rod Drive Mechanism — CRDM**) doğrudan reaktör kabının üst kısmına monte edilir
- Yüzeiden ince elektrik kabloları (~1.500 m) bu motor mekanizmasına güç ve sinyal iletir
- Tüm kontrol ve enstrümantasyon bağlantılarının uzaktan yöntemlerle yapılması/sökülmesi gerekmektedir **MDPI**; **bu petrol & gaz sektöründe tel kablo (wireline) ve bobin boru (coiled tubing) yöntemleriyle rutin biçimde yapılmaktadır**
- Elektrik kesilirse kontrol çubukları **yerçekimiyle** düşerek reaktörü güvenli kapatar (pasif güvenlik)

Yani kontrol çubukları için mesafe sorun değildir — kumanda yüzeyden kablo ile yapılır, hareket ettiriciler ise kuyu dibindedir.

Yakıt Elemanlarının Değiştirilmesi — Asıl Zorlu Soru

Deep Fission kendi web sitesinde tüm reaktörün "lifting cables" (kaldırma kabloları) ile kuyudan bütünüyle yukarı çekileceğini belirtmektedir. **MDPI** Yani yakıt elemanları **tek tek çıkarılmaz — tüm reaktör kabı bir bütün olarak yüzeye getirilir:**

Adımlar:

1. Reaktör kapatılır
2. Kuyu ağzına ağır kaldırma vincine yer hazırlanır
3. Yaklaşık **1.500 m uzunluğundaki kablo + reaktör kabı** vinelle çekilir — vincin kaldırma kapasitesi hem 1,5 km uzunluğundaki kablo ağırlığını hem reaktör modülü ağırlığını karşılamalıdır **MDPI**
4. Reaktör kabı yüzeye çıktığında yakıt elemanları değiştirilir, yeni yakıt yüklenir
5. Reaktör yeniden kuyuya indirilir

Petrol & gaz sektöründe bu işlem rutin kabul edilmektedir. Deep Isolation şirketine göre "derin kuyulara ekipman yerleştirme ve geri alma yöntemleri son derece gelişmiştir; wireline, traktör, coiled tubing veya sondaj borusu yöntemleriyle rutin olarak gerçekleştirilmektedir." [Stratejiinternasional](#)

Soru 2: Yüksek Radyasyonlu Yakıt, İnsanlar Işınlanmadan Nasıl Çıkarılacak?

Bu soru, tasarımın **en ciddi mühendislik belirsizliğini** işaret etmektedir. Dürüst yanıt şudur:

Temel Zorluk: Radyasyon Dozu

Reaktör kuyudan çıktığında yakıt elemanları yüksek aktivitedir. Geleneksel reaktörlerde yakıt değişimi **su altında** yapılır — su hem soğutucu hem radyasyon kalkanıdır. Burada durum farklıdır:

- Reaktör kabı yüzeye çıktığında su kalkanı azalır
- Çalışanların doğrudan temas etmesi **kesinlikle mümkün değildir**
- IAEA belgelerine göre kullanılmış yakıt yönetiminin tüm aşamaları — reaktör havuzundan kasete yerleştirmeye kadar — uzaktan kontrol sistemleri, su altı kameralar ve robot maşaları (manipülatörler) ile gerçekleştirilmektedir [ScienceDirect](#)

Önerilen Yaklaşım

Deep Fission'ın NRC'ye sunduğu kavramsal tasarım raporuna göre reaktör kuyudan çıkarıldıktan sonra aynı kuyuya yeni bir reaktör indirilebilmektedir; bazı boru hatlarının yeniden kullanılması mümkün görünmektedir. Kullanılmış yakıtla birlikte reaktörün kuyuda bırakılması da bir seçenek olarak önerilmektedir — bu durumda kuyu bir kuru depo kaseti işlevi görür. [GLOBSEC](#)

Yakıt kuyuya bırakılırsa (Seçenek 1 — Deep Fission'ın tercih ettiği patentli yöntem):

- Sorun büyük ölçüde ortadan kalkar — kimse yakıtı dokunmak zorunda kalmaz
- Deep Fission, kullanılmış yakıt yönetimi için Deep Isolation şirketiyle bir mutabakat muhtırası (MOU) imzalamıştır; bu anlaşma Deep Isolation'ın derin kuyu bertaraf teknolojisinin lisanslanmasını ve kullanılmasını araştıracaktır [World Nuclear Association](#)

Yakıt yüzeğe çıkarılacaksa (Seçenek 2):

- Reaktör kabı özel zırlı bir transfer kasası içinde çekilir
- Tüm işlemler **uzaktan kumandalı robotik manipulatörler** ile yapılır
- İnsanlar güvenli uzaklıkta, kurşun camdan izler
- Süre: Geleneksel reaktörlerde yakıt transferi 1–3 hafta sürer; bu tasarımda daha uzun sürebilir

NRC Onayı Gerekli mi?

Kesinlikle evet — ve bu süreç henüz tanımlanmamıştır.

Dünyanın hiçbir yerinde bir mil derinliğe reaktör yerleştirmeye NRC'nin nasıl lisans vereceği hâlâ yanıtız bir sorudur. [MDPI](#) NRC'nin yakıt değişim prosedürleri ve radyasyon koruması için çok ayrıntılı kuralları (10 CFR 50, 10 CFR 20) mevcuttur; ancak bunların tümü **yüzeğe reaktörleri** için geliştirilmiştir. Deep Fission vakası için:

- Yeni prosedürel gereklilikler tanımlanmalıdır
- Uzaktan operasyon ve robotik sistemler NRC tarafından onaylanmalıdır
- İşçi radyasyon dozu (ALARA prensibi) ve kazaya müdahale planları hazırlanmalıdır
- Uzmanlar, geri alınabilirlik (retrievability) gerekliliklerinin derin kuyu sistemlerine uygulanmasının maliyeti önemli ölçüde artırabileceğini ve teknik güçlükler doğurabileceğini vurgulamaktadır [NucNet](#)

Özet Değerlendirme

Konu	Durum
Kontrol çubuğu kumandası	Çözülebilir — kablo ile uzaktan kumanda
Reaktörü yüzeğe çekme	Petrol & gaz sektöründe benzer işlemler rutin
Yakıt değişimi — tercihlil yol	Yakıtı kuyuda bırakmak (derin depo)
Yakıt değişimi — alternatif	Robotik uzaktan manipölasyon, zırlı transfer kasası
İnsan ışınlanması riski	Robotik sistemlerle önenebilir — ancak prosedür tanımlanmamış
NRC onayı	Zorunlu — henüz mevcut değil, yeni çerçeve gerekiyor
En büyük belirsizlik	Yakıt değişim prosedürünün NRC tarafından lisanslanması

8. Sonuç ve Kaynaklar

Deep Fission Yerçekimi Nükleer Reaktörü, fiziksel temelleri sağlam ve çevresel kontrol sistemleri tasarlanmış özgün bir teknolojik yaklaşımdır. Yakıt değişim periyodu 18–24 ay, değişim süresi 2–5 gündür. Kullanılmış yakıt için derin kuyu kalıcı depolama (patentli yöntem) veya geleneksel havuz+kuru depo zinciri uygulanabilir. Tüm radyoaktif tahliyeler baca CEMS, değarj monitörü ve çevre dedektörleriyle sürekli izlenir; NRC ve EPA standartlarına tabidir.

[1] Deep Fission, Inc. (2025). Technology Overview. [deepfission.com/technology](#)

[2] Deep Fission / NRC (2024). Conceptual Design Report: Deep Borehole PWR. ADAMS No. ML24172A286.

[3] Deep Fission, Inc. (2026, Şubat). \$80M Finansman Turu ve Urenco USA Yakıt Anlaşması.

[4] Deep Fission, Inc. (2026, Mart). İlk Veri Kuyusu Sondajı Basın Bülteni. Parsons, Kansas.

[5] Asuega, A. vd. (2023). Techno-economic analysis of advanced SMRs. Applied Energy, 334.

[6] Steigenwald, B. vd. (2023). Uncertainties in SMR production costs. Energy, 281.

[7] IEA (2024). World Energy Outlook 2024. Paris: IEA.

[8] Lazard Ltd. (2023). Levelized Cost of Energy Analysis v16.0.

[9] IAEA (2024). Management of Spent Fuel from Nuclear Power Reactors. Vienna: IAEA.

[10] NRC (2024). Dry Cask Storage of Spent Nuclear Fuel. NUREG-1923.

[11] World Nuclear Association (2025). Small Modular Reactors Handbook.

Deep Fission Derin Kuyu Reaktöründe Toryum Ergimiş Tuz Yakıtı (MSR-Th) Kullanımı Analizi

Dr. Yüksel ATAKAN

Radyasyon Fizikçisi, Almanya, ybatakan4@gmail.com

19.03.2026

1. Giriş — Neden Toryum?

Toryum (Th-232), doğada uranyumdan yaklaşık 3–4 kat daha bol bulunan, hafif radyoaktif bir aktinid elementidir. Nükleer reaktörde fisyon yakıtı olarak doğrudan kullanılamaz; nötron soğurarak önce Protaktinyum-233 (Pa-233), ardından Uranyum-233 (U-233) üretir. U-233 mükemmel bir fisyon yakıtıdır ve ısı nötron spektrumunda U-235'den daha iyi nötronik özellikler gösterir.

Toryum yakıt döngüsünün en verimli kullanıldığı reaktör tasarımı Ergimis Tuz Reaktörü'dür (Molten Salt Reactor — MSR). MSR'de toryum flüorür tuzu (ThF_4) lityum flüorür (LiF) ve berilyum flüorür (BeF_2) karışımıyla eritilerek sıvı yakıt oluşturulur; bu sıvı hem yakıt hem soğutucu işlevi görür. Çin'in 2023'te dünya tarihinde ilk kez ticari toryum üretimini başarıyla gerçekleştiren TMSR-LF1 reaktörü, bu teknolojinin pratikte çalışabildiğini kanıtlamıştır.

ÖNEMLİ UYARI: Deep Fission'in mevcut Yerçekimi Reaktörü tasarımı standart PWR teknolojisine dayanmaktadır ve DZU yakıtı için NRC onay sürecindedir. Bu rapordaki toryum-MSR senaryosu, mevcut tasarımın tamamen farklı bir reaktör fizigi ve mühendislik altyapısı gerektiren hipotetik bir dönüşümü analiz etmektedir. Bu dönüşüm gerçekleşirse tasarım sıfırdan başlayacak ve yeni bir NRC lisanslama süreci zorunlu olacaktır.

2. 15 MWe Reaktör için Toryum Miktarı

2.1 Hesaplama Yöntemi ve Referans Veriler

Doğrudan 15 MWe ölçeğinde MSR-Th tasarımı için güvenilir yayımlanmış veri bulunmamaktadır. Bu nedenle iki referans kullanılmıştır:

Referans 1 — ORNL 1.000 MWe MSBR: Gehin ve Powers (Oak Ridge National Laboratory, 2013) tarafından yayımlanan ve ABD Enerji Bakanlığı'nca desteklenen analize göre 1.000 MWe MSBR için toryum envanteri 68.100 kg, yıllık toryum besleme hızı ~6.000 kg/yıldır. Fisyon yakıt (U-233/U-235) envanteri ~1.501 kg'dır.

Referans 2 — AVR Jülich 15 MWe: Almanya'da 1967–1988 yılları arasında çalıştırılan 15 MWe kapasiteli AVR pebble-bed reaktörü, toryum-HEU yakıtı kullanmıştır. Toplam 1.360 kg toryum tüketilmiştir (WNA, 2024). Bu, 21 yıllık işletme için yaklaşık 65 kg/yıl toryum anlamına gelmektedir.

2.2 15 MWe için Toryum Miktarı Hesabı

ORNL verisinden doğrusal ölçekleme (yaklaşık, sıkı olmayan):

- Toryum envanteri: $68.100 \text{ kg} \times (15/1.000) \approx 1.022 \text{ kg Th-232}$ (başlangıç dolumu)
- Yıllık tüketim: $6.000 \text{ kg/yıl} \times (15/1.000) \approx 90 \text{ kg/yıl Th-232}$
- Başlatıcı fisyon yakıt (U-233 veya U-235): $\sim 1.501 \times (15/1.000) \approx 23 \text{ kg}$ (başlangıç için)
- Termal güç: $15 \text{ MWe} / 0,45 \text{ verim} \approx 33 \text{ MWt}$ (MSR yüksek verimli)

SONUÇ: 15 MWe Toryum MSR için yaklaşık 1.020 kg Th-232 başlangıç envanteri ve yıllık ~90 kg Th-232 takviyesi gerekmektedir. Bu, 15 MWe PWR-DZU'nun ~2.628 kg UO₂ ihtiyacıyla karşılaştırıldığında kütle bakımından çok daha az materyal demektir; ancak tuz kimyasının karmaşıklığı ve hacimsel gereksinimler farklıdır.

Tablo 1. 15 MWe Reaktör için Toryum Yakıt Miktarı — Referans Veriler ve Ölçekleme

Güç (MWe)	Th Envanteri (kg)	Yıllık Th Tük. (kg/yıl)	Başlatıcı U-235 (kg)	Kaynak
1.000 MWe (ref.)	68.100	~6.000	~1.500 (U-235)	Gehin & Powers, ORNL 2013
15 MWe (ölçeklendi)	~1.020 kg Th-232	~90 kg/yıl	~23 kg (başlangıç)	Bu çalışma — doğrusal ölçekleme (yaklaşık)
15 MWe (AVR referansı)	~1.360 kg Th	N/A (pebble bed)	HEU (tarihsel)	WNA, Jülich AVR 1967–1988 (15 MWe, Th-HEU)

3. Reaktör ve Devre Değişiklikleri

3.1 Temel Fiziksel Dönüşüm

Mevcut Deep Fission DZU-PWR tasarımından MSR-Th tasarımına geçiş, küçük bir modifikasyon değil; tasarımın temelinden yeniden kurulmasını gerektiren kökten bir dönüşümdür:

Katı yakıt → Sıvı tuz yakıt: Mevcut tasarımdaki UO₂ pellet/metal kılıf sistemi tamamen ortadan kalkar. Yerine FLiBe (LiF-BeF₂) + ThF₄ karışımından oluşan sıvı tuz yakıtı kullanılır. Bu tuz hem yakıt hem soğutucu işlevi görür.

Su soğutma → Tuz soğutma: Mevcut PWR'ın su soğutma ve 160 atm hidrostatik basınç avantajı artık geçerliliğini yitirir. MSR atmosferik basınçta (~1 atm) çalışır; bu bir güvenlik avantajıdır, ancak kuyu içi basınç kaldıraç artık işlev görmez.

Diskret yakıt değişimi → Sürekli besleme: PWR'da 18–24 ayda bir yapılan yakıt değişiminin yerini tuz içine sürekli ThF₄ eklenmesi alır. Bu operasyonel kolaylık sağlar.

Termik verim artışı: PWR ~32–33% verimle çalışırken, MSR 566–704°C çalışma sıcaklığında ~45–50% termal verim sağlar. Aynı elektrik için daha az fisyon enerjisi yeterlidir.

3.2 Soğutma Devresi Değişiklikleri

- 1. Devre: Su soğutucusu yerine FLiBe tuz soğutucusu — tamamen farklı kimyasal ortam, pompa ve boru malzemeleri
- 2. Devre: Yüksek sıcaklık nedeniyle süper-kritik CO₂ Brayton döngüsü veya gelişmiş buhar döngüsü kullanılabilir (elektrik verimi artar)
- 3. Devre: Çevre soğutma değişmez — nehir/yer altı suyu hâlâ gereklidir
- Basınç: Kuyunun 160 atm hidrostatik basıncı artık gerekli değildir; MSR atmosferik basınçta çalışır
- Önemli sonuç: Kuyunun temel mühendislik gerekçesi (hidrostatik basınç) ortadan kalkar — kuyu tasarımı yeniden değerlendirilmeli

Şekil A. Mevcut Deep Fission PWR-DZU ve Toryum MSR — Sistem Karşılaştırması

MEVCUT PWR (DZU — Uranyum)		TORYUM ERGİMİŞ TUZ REAKTÖRÜ (MSR-Th)	
Yakıt formu:	Kabı UO_2 pellet, metal kılıf	Yakıt formu:	$ThF_4 + LiF + BeF_2$ tuz karışımı (sıvı)
Zenginleştirme:	< %5 U-235 (DZU)	Başlangıç yakıt:	U-233 veya U-235 (başlangıç için)
Yakıt miktarı:	~2.628 kg UO_2 (4 deste)	Toryum miktarı:	~1.020 kg Th-232 (15 MWe için)*
Değişim periyodu:	~18-24 ay	Yıllık tüketim:	~90 kg/yıl (15 MWe @ %85 kap.fak.)
Termal verim:	~32-33%	Termal verim:	~45-50% (yüksek sıcaklık)
Çalışma sıcaklığı:	~315 °C	Çalışma sıcaklığı:	~566-704 °C (çekirdek)
Çalışma basıncı:	~160 atm (hidrostatik)	Çalışma basıncı:	~1 atm (atmosferik)
Moderatör:	Su (H ₂ O)	Moderatör:	Grafit veya yok (hızlı spektrum)
Soğutucu:	Su (basınçlı)	Soğutucu:	Flüorür tuzu (FLiBe)
Atık yan ömrü:	Pu-239: 24.100 yıl	Atık yan ömrü:	~500 yıl (Pu-239 yok)
Tuz sistemi:	YOK	Tuz sistemi:	Kapsamlı: pompa, ısı eş., kimya
Online yakıt:	HAYIR — periyodik değişim	Online yakıt:	EVET — sürekli besleme mümkün
NRC lisansı:	Yeni — Part 53 kapsamında	NRC lisansı:	Yok — tamamen yeni süreç gerekli
Teknoloji olgunluğu:	Kanıtlanmış (ticari)	Teknoloji olgunluğu:	Prototip (Çin TMSR-LF1, 2023)

* 15 MWe MSR-Th için toryum miktarı; 1000 MWe MSR verilerinden (ORNL, Gehin & Powers 2013) orantılanarak hesaplanmıştır — Ölçek doğrusal değil, yakıtsız değişir.

4. Ek Alet, Aygıt ve Ekipman Gereksinimleri

4.1 Tuz Sistemi Ekipmanı

MSR-Th tasarımının en önemli mühendislik zorluğu, yüksek sıcaklıkta (566–704°C) ve radyoaktif flüorür tuz ortamında çalışan özel ekipman gereksinimidir:

Tuz Pompaları (Mag-drive, sealless): Geleneksel mekanik salmastralar flüorür tuz ortamında bozunur. Manyetik tahrikli, salmastrasız özel pompalar gereklidir. Copenhagen Atomics bu konuda ticari geliştirme yapmaktadır.

Tuz Isı Eşanjörleri: Standart çelik veya paslanmaz çelik yerine Hastelloy-N veya molibden içeren özel alaşımlar kullanılır. Koruyucu kaplama ve sürekli korozyon izleme zorunludur.

Tuz Genleşme Tankı: Termal genleşme ve gaz oluşumunu yönetmek için tampon tank sistemi gereklidir.

4.2 Kimyasal İşleme ve Arıtma Ünitesi

Online Fisyon Ürünü (FP) Ayırıcı: Ksenon ve Kripton gibi gaz fisyon ürünleri gaz sparger ile sürekli uzaklaştırılır. Noble metallar (Mo, Ru, Tc) tuzdan ayrılmalıdır. Bu işlem geleneksel PWR'in yakıt değişim prosedürüyle kıyaslanamaz düzeyde karmaşıktır.

Protaktinyum (Pa-233) Ayırıcı: U-233 üretimine kritik: Th-232 nötron soğurarak Pa-233 üretir; Pa-233'ün ikinci nötron soğurmadan önce sistemi terk etmesi ve U-233'e dönüşmesi sağlanmalıdır. Bu, özel kimyasal ayırma ünitesi gerektirir.

Redoks Kontrol Sistemi: Flüorür tuzundaki UF_3/UF_4 oranı sürekli izlenmeli ve kontrol edilmelidir. Bu, standart PWR'da bulunmayan karmaşık bir kimya kontrol altyapısı demektir.

ICP-MS Analiz Laboratuvarı: Tuz kimyasının sürekli analizi için çevrimiçi indüktif eşleşmeli plazma-kütle spektrometri (ICP-MS) sistemi zorunludur.

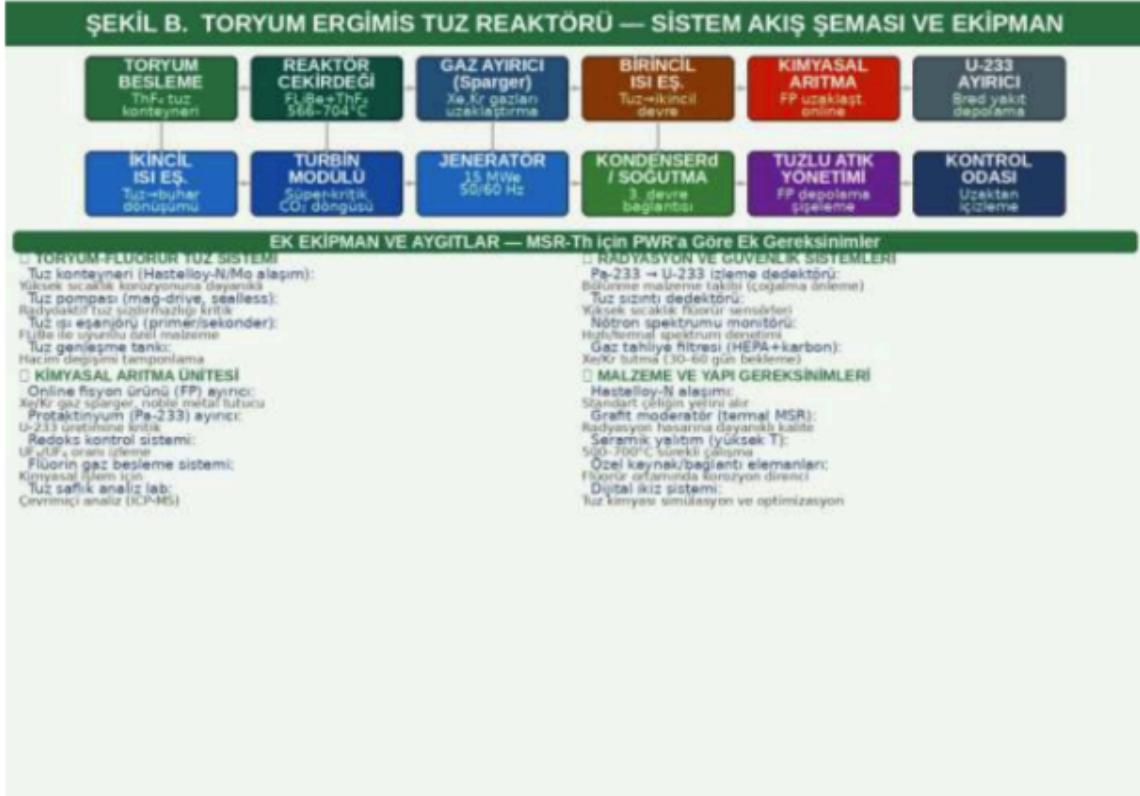
4.3 Malzeme Değişiklikleri

- Hastelloy-N Alaşımı: Nikel bazlı süper alaşım — tüm tuz temas yüzeylerinde standart çeliğin yerini alır. Maliyet yaklaşık 5–10× daha yüksektir.
- Grafit Moderatör (termal MSR için): Özel nükleer sınıf grafit — radyasyon hasarına dayanıklı, periyodik değişim gerektirir (~5–7 yıl)
- Seramik Yalıtım: 500–700°C sürekli çalışma sıcaklığına uygun özel seramik yalıtım
- Özel Bağlantı Elemanları: Flüorür ortamında korozyon direnci için özel cıvata, flanş, conta malzemeleri

4.4 Güvenlik ve İzleme Sistemleri

- Pa-233 → U-233 izleme dedektörü: Çoğalma önleme (non-proliferation) açısından zorunlu — NRC bu konuda özel gereklilikler belirlemiştir
- Tuz sızıntı dedektörü: Yüksek sıcaklık flüorür sensörleri — standart su sızıntı dedektörlerinden farklı teknoloji
- Nötron spektrumu monitörü: Termal/hızlı nötron dağılımı gerçek zamanlı izleme
- Dijital ikiz (digital twin) sistemi: Tuz kimyasının sürekli simülasyonu ve optimizasyonu için yapay zeka destekli yazılım altyapısı
- Dondurma fişi (freeze plug): Pasif güvenlik mekanizması — güç kesilirse soğutma kesilerek tuz donduğu zaman reaktör duruyor

Şekil B. Toryum MSR Sistem Akış Şeması ve Ek Ekipman Gereksinimleri



5. Lisanslama Süreci ve Çoğalma Önleme

5.1 NRC Lisanslama

Deep Fission'ın mevcut DZU-PWR tasarımı için NRC Part 53 kapsamında ön-başvuru süreci devam etmektedir. MSR-Th'ye geçiş bu süreci tamamen geçersiz kılar ve yeni bir lisanslama sürecini başlatır. Dünya genelinde hiçbir MSR-Th ticari olarak lisanslanmamıştır; NRC'nin MSR için özel rehber belgeler (NUREG-1555 rev.) hazırladığı bilinmekle birlikte süreç 10–15 yıl sürebilir.

5.2 Çoğalma Önleme (Non-Proliferation)

U-233'ün proliferasyon riski bulunmaktadır. Yeterince saf U-233 nükleer silah üretiminde kullanılabilir. Bu nedenle Pa-233 ayırma sistemi ve U-233 envanteri NRC/IAEA denetim kapsamındadır. "Safsız" U-233 (U-232 ile kontamine) silah yapımını güçleştirdiğinden tasarımlar bu yönde geliştirilmektedir.

6. Maliyet Analizi — LCOE Artar mı, Azalır mı?

6.1 Maliyet Düşürücü Faktörler

- Yüksek termal verim (~45–50% vs PWR ~32–33%): Aynı elektrik için ~%35 daha az termal güç yeterli → yakıt tüketimi azalır, soğutma altyapısı küçülür
- Toryum fiyatı: ~30–40 \$/kg (çok daha ucuz) — zenginleştirme maliyeti yok, REE madenciliğinin yan ürünü olarak temini mümkün
- Online yakıt besleme: Reaktör durdurmaya gerek kalmadan yakıt ilavesi → kapasite faktörü artabilir (%90+)
- Düşük atık hacimleri: Daha az uzun ömürlü radyoaktif atık → depolama maliyeti düşer
- Atmosferik basınç: PWR'ın 160 atm basınç sistemi gereksiz → basınçlandırıcı, yüksek basınç ekipmanı maliyeti ortadan kalkar
- Moir (2002, güncellenmiş): 1.000 MWe MSR'nin LCOE'si eş büyüklükte PWR ve kömür santralinden %7–9 daha ucuz (\$36,5/MWh vs \$39,3/MWh PWR)

6.2 Maliyet Artırıcı Faktörler

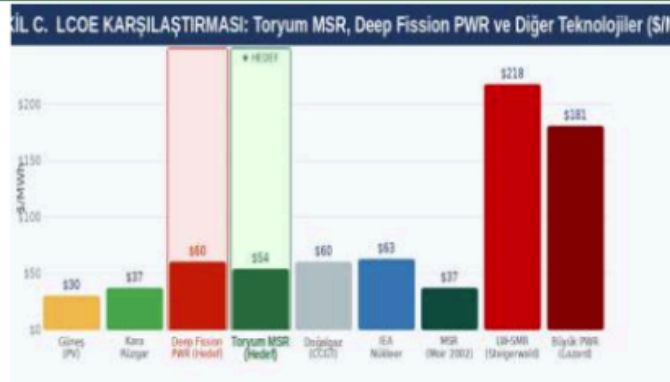
- FOAK teknoloji: MSR-Th hiçbir yerde ticari ölçekte işletilmemiştir — ilk proje maliyetleri tarihin en yüksek belirsizlikleri içinde
- Özel malzeme maliyeti: Hastelloy-N standart çelikten ~5–10× pahalı; tüm birincil devre bu malzemeden yapılmalıdır
- Kimyasal arıtma ünitesi: Pa-233 ayırıcı, FP giderme sistemi, ICP-MS analiz — ek sermaye maliyeti \$50M–\$200M+
- Uzun lisanslama süreci: 10–15 yıl NRC süreci → finansman faizi birikimi önemli LCOE artışı yaratır
- Kuyu avantajının kaybı: 160 atm hidrostatik basınç avantajı ortadan kalkar — Deep Fission'ın temel maliyet avantajı bu kuyuya dayanmaktadır; MSR ile kuyu gereksinimi değişir
- Yeni R&D maliyetleri: Tasarım, test, prototip — yüz milyonlarca dolar ek maliyet

6.3 Net LCOE Etkisi — Değerlendirme

Tablo 2. LCOE Karşılaştırması — Deep Fission PWR, Toryum MSR ve Referans Değerler (Kaynaklı)

Teknoloji	LCOE (\$/MWh)	Sermaye Maliyeti (\$/kWe)	Olgunluk	Kaynak
Deep Fission PWR-DZU (Hedef)	\$50–70	N/A (kuyu tabanlı)	Prototip aşaması	Deep Fission Inc., 2025
Toryum MSR (Hedef — NOAK)	\$44–54	\$2.000–4.000	Erken prototip	Moltex/Tandfonline 2021; Moir 2002 enfl.düz.
Toryum MSR (53,51 \$/MWh çalışma)	\$53,51	N/A	30 yıl ömür	Int. J. Sust. Energy (Undecidedmf, 2023)
Büyük PWR (mevcut, ABD)	\$141–221	\$6.000–9.000+	Ticari	Lazard LCOE v16, 2023
LW-SMR (medyan, Monte Carlo)	\$218	~\$10.000	Geliştirme	Steigerwald vd., Energy 281, 2023

Şekil C. LCOE Karşılaştırması: Toryum MSR Hedefi, Deep Fission PWR ve Diğer Teknolojiler



Elektrik santrali maliyetinden hesaplanan fiyatlar USD/MWh (kWh fiyatları için sayılar 1000 bölümlü)

Tablo 2 ve Şekil C'den görüleceği üzere, toryum MSR'nin uzun vadeli (NOAK — Nth of a Kind) LCOE hedefi teorik olarak \$44–54/MWh aralığındadır; bu Deep Fission'ın PWR hedefiyle (\$50–70/MWh) rekabetçi hatta potansiyel olarak daha düşüktür. Ancak FOAK (First of a Kind) gerçek maliyet bu değer 2–5 katı olabilir. Steigerwald vd. (2023) benzer analizlerde hiçbir SMR konseptinin gerçekçi koşullarda kârlı olmadığını göstermiştir.

7. Sonuç — Özet Değerlendirme

TORYUM MİKTARI: 15 MWe MSR-Th için başlangıç envanteri ~1.020 kg Th-232, yıllık tüketim ~90 kg/yıldır. Bu, mevcut DZU-PWR'ın 2.628 kg UO₂ ihtiyacından kütle bakımından az; ancak sistem karmaşıklığı çok daha yüksektir.

SİSTEM DEĞİŞİKLİKLERİ: Reaktör fizigi, yakıt formu, soğutma sistemi, basınç rejimi, yakıt besleme yöntemi — tüm temel parametreler değişir. Mevcut Deep Fission DZU-PWR tasarımı iptal edilmeli ve sıfırdan yeni bir tasarım geliştirilmelidir.

EK EKİPMAN: Hastelloy-N tuz sistemi, kimyasal arıtma ünitesi (Pa-233 ayırıcı, FP giderici, ICP-MS), mag-drive tuz pompaları, dijital ikiz sistemi, flüorür tuz dedektörleri — toplam ek sermaye maliyeti \$100M–\$300M+ (15 MWe ölçeği için tahmini).

LCOE DEĞERLENDİRMESİ: Teorik uzun vadede toryum MSR daha ucuz olabilir (\$44–54/MWh). Ancak gerçekçi FOAK koşullarında lisanslama, özel malzeme ve kimyasal işleme maliyetleri nedeniyle kısa-orta vadede (2030'lar öncesi) Deep Fission PWR hedefinden (~\$50–70/MWh) DAHA PAHALI olması kuvvetle muhtemeldir. Uzun vadede (2040+) ve ticari ölçekte maliyet tersine dönebilir.

STRATEJİK KARAR: Deep Fission açısından en rasyonel yol mevcut DZU-PWR yolunu sürdürmek ve pilot tasarımı kanıtlamaktır. Toryum-MSR seçeneği "gelecek nesil" teknoloji olarak paralel R&D programı kapsamında değerlendirilebilir; ancak mevcut NRC sürecini riske etmemelidir.

8. Kaynaklar

- [1] Gehin, J.C. & Powers, J.J. (2013). Liquid Fuel Molten Salt Reactors for Thorium Utilization. Oak Ridge National Laboratory. OSTI 1185589.
- [2] World Nuclear Association (2024). Thorium. <https://world-nuclear.org/thorium>
- [3] World Nuclear Association (2024). Molten Salt Reactors. <https://world-nuclear.org/molten-salt-reactors>
- [4] Moir, R.W. (2002, güncellenmiş). Electrochemical Reprocessing. LLNL; TMSR LCOE hesapları.
- [5] Dolan, T.J. vd. (2017). Molten Salt Reactors and Thorium Energy. Elsevier/ScienceDirect.
- [6] Lazard Ltd. (2023). Levelized Cost of Energy Analysis v16.0. New York.
- [7] Steigerwald, B. vd. (2023). Uncertainties in estimating production costs of future nuclear technologies. Energy, 281, 128204.
- [8] IEA (2024). World Energy Outlook 2024. Paris: IEA.
- [9] Surbek, A. vd. (2021). Safe, clean, proliferation resistant and cost-effective Thorium-based MSRs. Tandfonline. 10.1080/14786451.2021.1928130.
- [10] IAEA (2005). TECDOC-1450: Thorium fuel cycle — Potential benefits and challenges. Vienna.
- [11] Undecidedmf.com / Int. J. Sust. Energy (2023). LCOE of Thorium MSR: \$53.51/MWh.
- [12] Assessing the benefit of thorium fuel in a once-through MSR. ScienceDirect, 2024.
- [13] Çin TMSR-LF1 (2023). First thorium-fuelled reactor reaches criticality. World Nuclear News, Oct 2023.
- [14] NRC (2024). Advanced Reactor Licensing — MSR Pre-Application Reviews.
- [15] Deep Fission, Inc. (2025). Technology Overview. deepfission.com/technology

— Toryum MSR Analizi Sonu —

İLETİŞİM BİLGİLERİ

GENEL MERKEZ

Dr. Abdullah ZARARSIZ - YK Başkanı
fmo@fmo.org.tr

İSTANBUL ŞUBE

Dr. Erdal ÇATAK - Şube YK Başkanı
fmoist@fmo.org.tr

ADANA İL TEMSİLCİLİĞİ

Nihat BEYAZ - İl Temsilcisi
nihatbeyaznb@gmail.com
Yusuf EROL - İl Temsilci Yardımcısı
yhazerer@yahoo.co.uk

ANTALYA İL TEMSİLCİLİĞİ

Prof. Dr. Yasemin KÜÇÜK - İl Temsilcisi
ykucuk@akdeniz.edu.tr
Gonca DÜLGER - İl Temsilcisi Yardımcısı
dulger.gonca@gmail.com

BURSA İL TEMSİLCİLİĞİ

Nigâr ÖZEY - İl Temsilcisi
nigarozey@gmail.com

İZMİR İL TEMSİLCİLİĞİ

Melih Zafer ÖNDERLİ - İl Temsilcisi
melihzfronderli@gmail.com

GAZİANTEP İL TEMSİLCİLİĞİ

Prof. Dr. Vural Emir KAFADAR - İl Temsilcisi
kafadar@gantep.edu.tr

MERSİN İL TEMSİLCİLİĞİ

Figen ÇEVİK - İl Temsilcisi
cevik.figen@gmail.com

TÜRK MÜHENDİS VE MİMARLAR
ODALARI BİRLİĞİ

FİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI

E-BÜLTEN SAYI 87 MART-NİSAN 2026

FMO e- bültenine ilişkin görüş, öneri, değerlendirme ve yazılarınızı e- posta adresimiz üzerinden bizimle paylaşabilirsiniz.

Sosyal medya hesaplarımız için:



@fmogeneralmerkez



@fmogeneralmerkez



Fizik Mühendisleri
Odası



Fizik Mühendisleri
Odası