

**ENERJİ, NÜKLEER VE MADEN  
TEKNOLOJİLERİNDE AR-GE'NİN DÖNÜŞÜMÜ:  
TENMAK**

*R&D TRANSFORMATION IN ENERGY, NUCLEAR AND MINING  
TECHNOLOGIES: TENMAK*

**Prof. Dr. Abdulkadir BALIKÇI  
Dr. Harun Türker KARA**



## ENERJİ, NÜKLEER VE MADEN TEKNOLOJİLERİNDE AR-GE'NİN DÖNÜŞÜMÜ: TENMAK<sup>i</sup>

**Prof. Dr. Abdulkadir BALIKÇI<sup>ii</sup>**  
*TENMAK Başkanı*

**Dr. Harun Türker KARA<sup>iii</sup>**  
*TENMAK | Endüstriyel İlişkiler ve Sözleşmeler Koordinatörü*

### Özet

Küresel yönetim mekanizması daha güvenli ve daha sağlıklı koşullar için sürekli arayış içindedir. Bu küresel arayışın en önemli göstergelerinden bir tanesini sürdürülebilir kalkınma odaklı tartışmalar oluşturmaktadır. Nesiller arası kaynak dağılımına vurgu yapan sürdürülebilir kalkınma, kaynakların etkin kullanımına dikkat çekmektedir. Dünya genelinde günümüzde yaşanan iklim sorunları temelli problemlerin çözümleri, kaynakların etkin yönetimine önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda enerji kaynakları, verimliliği, dönüşümü, politikaları gibi pek çok konu giderek daha sık tartışılır hale gelmiş ve bu alanda yapılacak Ar-Ge faaliyetleri önemsenir olmuştur. Enerji, nükleer ve maden alanlarında yürüteceği Ar-Ge faaliyetleri ile hammadde ve enerjide dışa bağımlılık gibi sorunlara teknoloji temelli çözüm arayışları sağlamak amacı ile kurulan TENMAK'ın tarihçesi ve ekosistemdeki rolü bu çalışmada tartışılmaktadır.

### **Anahtar Kelimeler**

*Ar-Ge, Enerji, Nükleer, Maden, TENMAK*

<sup>i</sup> Değerli katkıları için Dr. Merve Taner Camcı, Eray Buyrukcu, Kazım Ferah, Berna Yüksel, Dr. Sibel Ünlü, Ali Kemal Anacık, Safa Göktaş, İrem Şener, Yasemin Polat ve Aslıhan Eda Arısoy'a teşekkür ederiz.

<sup>ii</sup> abdulcadir.balikci[at]tenmak.gov.tr | ORCID: 0000-0003-2621-1570

<sup>iii</sup> harun.kara[at]tenmak.gov.tr | ORCID: 0000-0003-1613-3572

## R&D TRANSFORMATION IN ENERGY, NUCLEAR AND MINING TECHNOLOGIES: TENMAK

**Prof. Dr. Abdulkadir BALIKÇI<sup>iv</sup>**  
*President of TENMAK*

**Dr. Harun Türker KARA<sup>v</sup>**  
*TENMAK | Industrial Relations and  
Contracts Coordinator*

### **Abstract**

Global governance is in understanding of safer and healthier conditions. One of the most important indicators of this global debate is the sustainable development centered arguments. One of the most important indicators of this global debate is focused on sustainable development. Sustainable development, emphasizing the distribution of resources between generations, draws attention to the effective use of the resources. The solutions to the problems based on climate issues in the world today draw attention to the effective use of the resources. In this context, many issues such as energy resources, efficiency, transformation and its policies have become more and more frequently discussed and R&D activities in this field have become hot topic. In this study, the role of TENMAK, that was established with the purpose of providing technology-based solutions to the issues such as dependence on foreign resources- raw materials and energy, in the ecosystem with its R&D activities in the fields of energy, nuclear and mining and history are discussed.

### **Keywords**

*R&D, Energy, Nuclear, Mining, TENMAK*

---

<sup>iv</sup> Abdulkadir.BALIKCI[at]tenmak.gov.tr | ORCID: 0000-0003-2621-1570

<sup>v</sup> harun.kara[at]tenmak.gov.tr | ORCID: 0000-0003-1613-3572

## Genel Bakış: Sürdürülebilirlik Hedefleri ve Ar-Ge Kavramı

Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin de kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını ellerinden almadan bugünün ihtiyaçlarını karşılama ve kalkınma düşüncesini esas almaktadır. 20. Yüzyılın sonlarına doğru dünya gündeminde yer almaya başlayan sürdürülebilir kalkınma modeli, sürekli ve dengeli kalkınma olarak ele alınmaktadır (İletişim Başkanlığı, 2021, s.17). Ekonomik büyüme sadece kişi başına düşen millî gelir ve gayri safi millî gelire odaklanırken iktisadi kalkınma çevre, sağlık, eğitim ve cinsiyet eşitliği gibi parametreler ekseninde sürdürülebilirliği incelemektedir.

Küresel yönetim sistemleri açısından iklim sorunları, Covid salgını ve ekonomik kriz ekseninde oluşan perspektif arayışları sürdürülebilirliği ön plana çıkarmaktadır. Temelleri Birleşmiş Milletler Genel Merkezi'nde 25-27 Eylül 2015 tarihlerinde gerçekleştirilen BM Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'ne dayanan *on yedi temel hedef* olarak belirlenen "2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" şunlardır: (İletişim Başkanlığı, 2021, s.20-21).

- Yoksulluğa Son
- Açlığa Son
- Sağlık ve Kaliteli Yaşam
- Nitelikli Eğitim
- Toplumsal Cinsiyet Eşitliği
- Temiz Su ve Sanitasyon
- Erişilebilir ve Temiz Enerji
- İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme
- Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı
- Eşitsizliklerin Azaltılması
- Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar
- Sorumlu Üretim ve Tüketim
- İklim Eylemi
- Sudaki Yaşam
- Karasal Yaşam
- Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar
- Amaçlar için Ortaklıklar

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin çok boyutlu yapısı enerji kaynaklarının önemini ortaya koymaktadır. Doğrudan iktisadi faaliyetler ile ilişkili olan ekonomik büyüme ile ilgili maddeler ve kalkınma perspektifi ile ele alınan temiz su kaynaklarına erişim gibi konular, enerji kaynaklarının etkin kullanımı ile daha kolay erişilebilir olacaktır. Bununla birlikte, "Erişilebilir ve Temiz Enerji" başlığı ise doğrudan enerji alanına vurgu yapmaktadır. Bu alanda yapılacak araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin önemi ve gerekliliğinin ise altını çizmek gerekmektedir (SBB, 2019, s. 96). *Bilişim Çağı* ya da *Bilgi Çağı* olarak adlandırılan içinde bulunduğumuz toplumsal dönüşümün yönünün bilgi ile belirlendiği bu çağda özellikle bilim, sanayi ve ilgili alanlarda kullanılan teknolojilerde gerçekleşen değişimlerde elde edilebilecek kazanımların yolu Ar-Ge faaliyetlerinden geçmektedir.

Ülkelerin rekabet avantajı elde edebilmesi için, bilginin her boyutu ile teknolojik bilginin etkili bir şekilde geliştirilmesi ve kullanılabilmesi gerekmektedir (Türkan ve Yaşa, 2021, s. 33). Bilim, sanayi ve teknoloji alanlarında birbirleriyle rekabet içerisinde olan ülkeler, Ar-Ge çalışmalarında attıkları adımlar sayesinde buldukları ekosistemde öne çıkabilecektir.

OECD ülkeleri uzmanları tarafından hazırlanan Frascati Kılavuzundaki tanımıyla araştırma ve deneysel geliştirme (Ar-Ge) insan, kültür ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi dağarcığının artırılması ve bu dağarcığın yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütülen yaratıcı çalışmalardır (OECD, 2015, s.30). Bir başka ifadeyle, Ar-Ge faaliyetleri yeni teknik bilgilerinin elde edilmesi, üretim, yöntem ve süreçlerin geliştirilmesi, özgün tasarımlarının yapılması, ürün maliyetlerinin düşürülmesi ve kalite standartlarını artırmaya yönelik çalışmaları kapsamaktadır (Dağ, 2020, s.197). Türkiye'nin Ar-Ge faaliyetleri sonucu oluşan çıktı ve katma değer, ülkenin gereksinimleri ve öncelikleri üzerinden desteklenmeye başlanmıştır. Bu noktada millî teknoloji hamlesi stratejisi ilgili tüm paydaş kuruluşlara işbirliği ve rehberlik etmek üzere önemli bir fırsat sunmuştur. TENMAK olarak millî teknoloji hamlesi rehberliğinde kendi stratejilerimizi ve önceliklerimizi gözden geçirerek güncelleme yaptık.

Bu bağlamda; bilimsel ve teknolojik gelişmelerle elde edilen kazanımların üretim yöntemlerine aktarılması ve yeni ürün ve yöntemlerin gelişmesini sağlamayı hedefledik. Ar-Ge harcamaları yatırım niteliğinde olup yatırımdan elde edilecek getiri Ar-Ge yatırım için harcanan tutardan daha yüksek katma değer üretmektedir. Bu bağlamda, geliştirilen teknolojiler ile elde edilen yüksek katma değerli ürünlerin şirket ve ülke ekonomilerine katkısı giderek görünür hale gelmektedir. Son yıllarda çevresel sorunların artışı ile belirginleşen küresel ısınmanın etkisiyle enerji başta olmak üzere birçok alanda Ar-Ge faaliyetlerine yönelik harcamalar *sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla* artırılmıştır. Bu durumda, enerjinin verimli kullanılması ve daha az enerjiyle daha fazla verim elde edilmesi bir amaç olarak belirlenmiş ve bu alanda çalışmalar hız kazanmıştır. Bununla birlikte, enerjide dışa bağımlı halde bulunan ülkeler arz ve talep dengesini sağlamak için depolama çözümleri başta olmak üzere pek çok alanda Ar-Ge çalışmalarına hız vermiştir.

Ar-Ge faaliyetlerine yön vermek için, bir teknolojinin olgunluğunun değerlendirilmesini sağlayan ve farklı teknolojiler arasında olgunluğun tutarlı ve sistematik bir şekilde karşılaştırılmasına imkân veren *Teknoloji Hazırlık Seviyesi* (THS) yaklaşımı geniş çaplı ölçüm sistemi olarak kullanılmaktadır (Mankins, 1995, s.1). THS'nin kullanım amacı; belirli bir zamanda, bir teknolojinin gelişimini göstermek ve teknolojinin gelişimine yönelik genel ve anlaşılır bir dil oluşturmaktır (Babaçoğlu vd., 2014, s.7). Bu yaklaşımın; sorun çözüme odaklı bir düşünce ile kurgulanan teknolojik araştırma süreçleri ve temel teknolojisinin geliştirilmesiyle ilk üç aşaması tamamlanmış olur. Teknolojik gelişmelerin uygulamaya alınması ve prototip üretimi ile THS'nin yedinci seviyesine kadar ulaşılır. Bu noktadan sonra, üretilen prototip iş geliştirmeleri ile teknoloji pazarına sunulur ve ticarileştirilerek son düzey olan dokuzuncu seviyesine erişilir. Bu süreçlerin katı bir hiyerarşi ile değil esnek ve etkileşim içinde gerçekleştiği durumlar da mevcuttur.

Bir Ar-Ge projesinde, Ar-Ge aşamaları ile THS seviyeleri arasındaki ilişki, her bir THS seviyesini temsil eden sorular ve bu sorulara karşılık gelen Ar-Ge aşamaları ile birlikte Tablo 1'de koyu renkli olarak gösterilmiştir.

**Tablo 1. THS Düzeyleri Tablosu**

THS Seviyesi	Soru	Ar-Ge Aşamaları			
		Temel Araştırma	Uygulamalı Araştırma	Teknoloji Geliştirme	Prototip Geliştirme
1	Teknolojinin temel prensipleri araştırılmış ve dokümanite edilmiş mi?	----			
2	Temel prensiplerin uygulanabilirliği teorik olarak kanıtlandı mı?	----	----		
3	Temel prensiplerin karakteristik özellikler ve kritik fonksiyonları analitik ya da deneysel çalışmalarla kanıtlandı mı?		----	----	
4	Temel prensiplerin uygulandığı masaüstü prototip laboratuvar ortamında doğrulandı mı?			----	
5	Temel teknolojik bileşenlerden oluşan masaüstü prototip çalışma ortamında benzetilmiş ortamda doğrulandı mı?			----	
6	Sistem/alt sistem modeli ya da prototipi çalışma ortamına benzetilmiş ortamda denendi mi?				----
7	Prototip sistemin gerçek çalışma ortamında performans gösterimi yapıldı mı?				----
8	Gerçek sistem tamamlanmış test ve gösterimlerle kalifiye edildi mi?				----
9	Gerçek sistemin müşterek görev ortamında başarısı kanıtlandı mı?				----

*Kaynak: Babaoğlu (2014), s.32*

### **Enerji Sektöründe Ar-Ge İhtiyacı**

Enerji, insanlık tarihi boyunca en önemli ve vazgeçilmez ihtiyaçlardan biri olmuştur. Yaşamın hammaddesi olan suyun da önemli bir enerji kaynağı olması bu durumun en belirgin örneklerindedir. Günümüzde iktisadi faaliyet ve enerji arasındaki karşılıklı bağımlılık ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda, arz ve talep dinamiklerinin sürdürülebilirliği için enerjinin vazgeçilmez bir unsur olduğu açık bir şekilde karşımıza çıkmaktadır. Küresel gereksinimleri karşılayacak ölçüde çok olmayan, *talebi karşılamayan*, enerji kaynakları geleceğe yönelik belirsizlikleri de beraberinde getirmekte ve jeopolitik riskleri beslemektedir. Söz konusu kaynakların tükenebileceği ve bazılarının çevreye olumsuz etkileri düşünüldüğünde enerji kaynaklarının verimli kullanılmasının önemi ortaya çıkmaktadır (Naimoğlu, 2022, s.36).

Enerji alanında yapılan Ar-Ge çalışmaları gelecek nesillere yaşayabilecekleri bir dünya bırakmak, alternatif enerji kaynakları üretmek, keşfetmek ve bu şekilde verimlilik ve çevreye duyarlılık başta olmak üzere her açıdan sürdürülebilirlik üzerine yoğunlaşmıştır. Ülkelerin refah seviyesini düşürmeden, üretimin ve gelişmenin yarattığı enerji arzını karşılayabilecek

yeni teknolojiler geliştirmek özellikle politika belirleyiciler açısından önemli konudur. Böylelikle sürdürülebilir kalkınma yolunda önemli adımlar atılmış olacaktır.

Çevre dostu enerji olarak ifade edilen yenilenebilir enerji, enerji verimliliğinin sağlanması açısından çeşitli fırsatlar sunmakta ve yapılan Ar-Ge çalışmalarının odağında yer almaktadır. Tüm dünyada ve özellikle enerjide dışa bağımlı olan gelişmekte olan ülkelerde *yenilenebilir enerji* yatırımları ve bu amaçla gerçekleştirilecek Ar-Ge çalışmaları ciddi bir öneme sahiptir. Yenilenebilir enerji payını artıran ülke ekonomileri hem dışa bağımlılığı azaltma fırsatını elde etmekte hem de enerji verimliliğinin korunmasını ya da artırılmasını sağlayabilmektedir. Bununla birlikte, belirli dalga boylarındaki radyasyonu emen ve yayan *sera gazı* emisyonunun azalması da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının önemli kazanımları arasında yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerji, bio-malzeme enerjisi, güneş enerjisi, hidroelektrik enerji ve rüzgâr enerjisi ön plana çıkmaktadır. Bunun nedeni olarak, adı geçen enerjiler hem yeşil, temiz, çevre dostu hem de düşük kurulum maliyetlerine sahip olması belirtilebilir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji alanında yapılacak yatırımlar, bu alanda yapılan teknolojik yenilikler dünyanın geleceği için büyük önem arz etmektedir (Naimoğlu, 2021, s.36).

Ülkelerin ekonomik kalkınma ve büyümesinde kilit rol oynayan, ulusal ve uluslararası piyasalarda rekabet üstünlüğü sağlayan Ar-Ge'nin önemi özel, kamu ve diğer kesimler açısından her geçen gün artış göstermektedir. Bu sebeple, birçok ülke enerji alanında farklı, yenilenebilir ve verimli teknolojiler geliştirmek üzere bir diğer deyişle "Ar-Ge yapmak üzere" kendilerine yol haritaları belirlemişlerdir Küresel ölçekte bu amaç ile ülkelerdeki tüm ekosistem birlikte yol almaktadır.

### ***Türkiye'de Enerji Alanında Ar-Ge İhtiyacı***

Ekonomik ve sosyal açıdan değerlendirildiğinde, özetle *sürdürülebilir kalkınma hedefleri yolunda*, enerji ile ülkelerin gelişmişlik ve refah seviyeleri arasında doğru orantı vardır. Enerji üretimi, depolanması ve enerji ile alanında Ar-Ge çalışmaları konusundaki gelişim, ülkelerin refah ve gelişmişlik seviyelerinin yükselmesine katkı sağlayabilecektir. Enerji kaynakları olarak büyük ölçüde dışa bağımlı olan Türkiye, enerji ihtiyacı arttıkça ekonomik olarak enerji piyasasının dalgalanmalarına karşı daha duyarlı hale gelmektedir. Böylece cari açığa mücadele eden Türkiye'de enerji, cari açığa sebep olan çok önemli bir unsur olarak ön plana çıkmaktadır.

Yapılan çalışmalardan elde edilen bulgulara göre ülkemiz gibi enerjide dışa bağımlı olan ülkelerin çoğunda enerji ithalatı, enerji fiyatları ve cari açık arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkündür. Artan enerji talebine bağlı olarak yükselen enerji tüketimi petrol, doğal gaz ve diğer birincil enerji kaynaklarının ithalatında ciddi artışlara neden olmakta ve bu artış tüm ekonomiye yansımaktadır (Dilara ve Karış, 2019, s.382-383). Enerji açısından net ithalatçı pozisyonunda olan ülkeler dış açık ve bütçe açığı konusunda baskı yaşamaktadırlar.

İklim değişikliğinin olumsuz etkileri ve küresel ortalama sıcaklık artışı ile mücadele kapsamında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (*United Nations Convention on Climate Change UNFCCC*) Taraflar Konferansı'nda Paris İklim Anlaşması'nın kabul edilmesinden sonra enerji alanında dünya çapında büyük bir değişim başlamıştır. Türkiye de Paris İklim Anlaşması'nı imzalamıştır. Ülkeler ilgili kararlarında, yatırım davranışlarında değişikliğe gitmekle birlikte temiz, yenilenebilir ve alternatif enerji kaynakları üzerine yoğun bir şekilde Ar-Ge çalışmaları planlamaktadır. Türkiye'de cari açığa negatif yönde etkisi büyük olan enerji konusunda yapılacak olan Ar-Ge çalışmaları,



harekete geçen yeni enerji ekosisteminde sürücü koltuğuna oturma fırsatı sunacaktır. Bu sebeple bu alanda gerçekleşecek olan Ar-Ge faaliyetleri Türkiye için vazgeçilmez bir nitelik taşımaktadır.

Ülkelerin ekonomik kalkınma ve büyümesinde kilit rol oynayan, ulusal ve uluslararası piyasalarda üstünlük sağlamasına katkı sunan Ar-Ge'nin önemi özel, kamu ve diğer kesimler açısından artış göstermektedir. Bu yöndeki faaliyet alanlarının genişleyebilmesi, Ar-Ge harcamalarının ve performansının artabilmesi için kamunun politika araçları ile müdahalesi gerekliliği oluşmuştur. Bugüne kadar Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bağlı, ilgili ve ilişkili kuruluşları tarafından ayrı ayrı yapılan Ar-Ge çalışmaları göz önüne alındığında, TENMAK (Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu); birikimi, altyapısı, ekosistemdeki yeri, misyon ve vizyonu ile özellikle enerji alanında tek çatı altında birçok farklı Ar-Ge çalışmalarını yürütebilecek stratejik ve sinerjik etki yaratabilecek bir kurum olarak öne çıkmaktadır.

### ***Millî Teknoloji Hamlesinin Ar-Ge Ekosisteminde TENMAK'ın Rolü: Neden, Ne İçin ve Ne Zaman?'***

Enerji, nükleer ve maden teknoloji alanlarının çok disiplinli yapısı, bu alanların tamamını içeren geniş kapsamlı Ar-Ge faaliyetleri yürütülmesini mecbur kılmıştır. Ar-Ge çalışmalarının bütüncül bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesi ve teknolojiden yararlanan ile teknolojiyi üretenin odaklarının ve görev alanlarının ayrıştırılması gündeme gelmiştir.

Dünya genelindeki durum incelendiğinde ise özel olarak nükleer alanında düzenleme kuruluşları ile Ar-Ge kuruluşlarının ayrı ayrı yapılandığı görülmüştür. Nükleer enerjiye ilişkin Ar-Ge çalışmaları, genellikle bu alanda özelleşmiş kurumlar, üniversiteler/enstitüler veya yarı özel şirketler tarafından yerine getirilmektedir. Çalışmalarda yalnızca ticari anlamda pazarlanabilir bir ürün elde etme kaygısı güdülmemekte, nükleer teknoloji, radyasyondan korunma ve nükleer materyal alanında da Ar-Ge çalışmaları yapılmaktadır.

Küresel örnek kurumlar ve kuruluşlar göz önüne alındığında, TENMAK stratejik planlarında da değinildiği üzere TENMAK'a ait araştırma enstitülerinin, Türkiye'nin enerji, nükleer ve maden teknolojileri alanlarında teknolojik ilerlemesini sağlamak için Ar-Ge faaliyetlerini yürütme, çeşitli ürünler geliştirme ve ticarileştirme, ulusal ve uluslararası kuruluşlarla iş birliği yapma ve eğitimler verme olanaklarına sahip olması gerektiği değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

TENMAK'ın faaliyet alanları ve tüm bu alanlarda üstlendiği misyonun stratejik açıdan değerlendirilebilmesi için dünyada ve Türkiye'de enerji, nükleer ve maden teknolojileri alanındaki gelişmelerin anlaşılması da önemlidir. TENMAK farklı kurumların tek bir çatı altında bir araya getirilmesi, yeni kurumların oluşturması ile sinerjik etki yaratmak doğrultusunda kurumsal kimliğini kazanmıştır. 2020 yılında gerçekleşen yeniden yapılandırma ile kurulan TENMAK; enerji, nükleer ve maden teknolojileri alanlarında görev odaklı bir Ar-Ge kurumudur. Bu bağlamda, TENMAK'ın stratejilerinin ve ekosistemdeki rolünün anlaşılması için her bir faaliyet alanındaki gelişmenin ayrı ayrı ele alınması gerekmektedir.

Ülkemizde enerji alanında sürdürülen özelleşmiş çalışmalar kapsamında, nükleer alandaki çalışmaların temelleri 1956 yılında 6821 sayılı Kanun ile Başbakanlık'a bağlı olarak Ankara'da Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliği'nin kurulması ile atılmıştır.

<sup>1</sup> Takip eden iki kısım ağırlıklı olarak TENMAK Stratejik Planından yararlanılarak oluşturulmuştur.

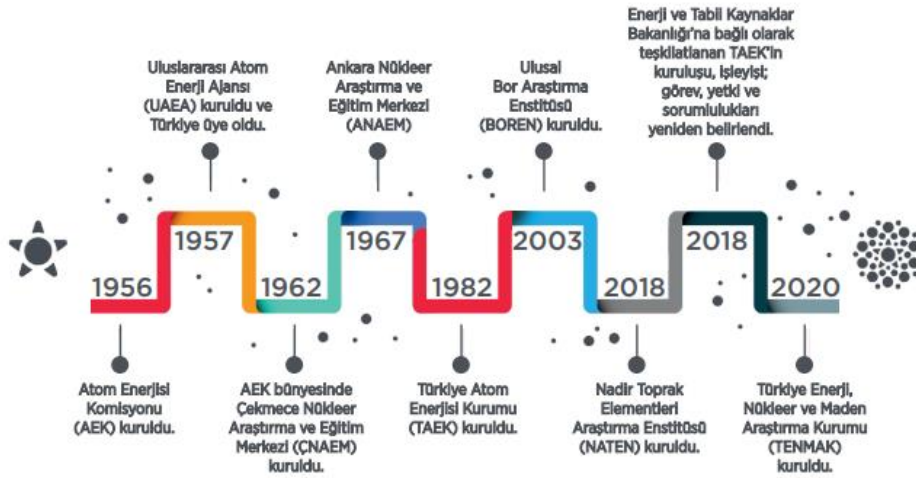
1982 yılında Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliği Türkiye Atom Enerjisi Kurumu adı ile yeniden yapılandırılarak görevleri; atom enerjisi ile ilgili araştırma, geliştirme ve inceleme çalışmalarını yapmak; nükleer emniyet, güvenlik ve güvenceye ilişkin düzenleyici denetleyici faaliyetlerde bulunmak; görev, yetki ve sorumlulukları doğrultusunda gerekli laboratuvar ve tesisleri kurmak; radyoizotop üretme, kalite kontrolü, ölçme ve dağıtma tesisleri kurmak ve işletmek; radyoaktif atık yönetimini gerçekleştirmek; görev alanına giren konularla ilgili ulusal ve uluslararası iş birliklerinde bulunmak, bu alanlarda insan yetiştirmek ve mevzuat çalışmalarına katılım sağlamak olarak sayılmıştır. 2018 yılında ise 702 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) kurularak TAEK'in görevleri genel olarak nükleer enerji, radyasyon ve hızlandırıcı teknolojisi alanında ülke yararına politikalar geliştirmek, araştırma yapmak ve bu alandaki araştırma ve ürün geliştirme faaliyetlerine destek olmak, radyoaktif atık yönetimi ile ilgili Ulusal Radyoaktif Atık Yönetim Planı hazırlamak, gerektiğinde radyoaktif atık tesisleri kurmak, kurdurmak, işletmek ve işlettiirmek, görev alanı ile ilgili olarak ölçüm analiz, kalibrasyon, dozimetri, metroloji, ışınlama ve müdahale hizmeti vermek olarak tekrar düzenlenmiştir.

Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü, TENMAK çatısı altında TENMAK BOREN olarak, bor ürün ve teknolojilerinin araştırılması, geliştirilmesi ve kullanım alanlarının yaygınlaştırılması amacıyla üniversite-kamu-özel sektör iş birliği ve koordinasyonunda projeler yürütmektedir. Ayrıca bor ile ilgili bilginin üretildiği, tekniğin ve tecrübenin geliştirildiği ve sonuçta teknolojiye dönüştürüldüğü disiplinler arası çalışmalar sürdürmektedir.

Ülkemizde gelişen enerji sektörünün ve sanayimizin hammaddede dışa bağımlılığının azaltılması için ihtiyaç duyulan nadir toprak elementleri (NTE) ve diğer kritik elementlerin yerli kaynaklarımızdan elde edilmesi, savunma sanayi açısından tedarik zinciri sürekliliğinin sağlanması ve son yıllarda NTE'nin uluslararası arenada ticari savaşlarda enstrüman olarak kullanılması ülkemizde konunun üst düzeyde stratejik olarak ele alınması gerekliliğini göstermiştir. Bu nedenle üst politika belgelerinde NTE teknolojilerinin geliştirilmesi amacıyla hedefler belirlenmiş, Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile NTE özelinde çalışmalar yapmak üzere Nadir Toprak Elementleri Araştırma Enstitüsü (NATEN) kurulmuştur.

TENMAK NATEN, NTE ve diğer kritik elementler konusunda ülkemizin kısa, orta ve uzun dönem politika ve stratejileri için gerekli bilgileri oluşturan, NTE ve diğer değerli elementler ile bu elementleri içeren ürünlerinin elde edilmesi, bu elementlere ilişkin ürün ve teknolojilerin geliştirilmesi ve bu elementlerin gelişmiş teknolojik ürünlerde geniş bir şekilde kullanımının sağlanması amacıyla faaliyetler yürüten ve bu alanda yapılan çalışmaları koordine eden araştırma enstitüsüdür.

Öte yandan, mevcut kurumsal kapasitenin sinerjik etki için bir araya getirilmesinin yanında bu etkiyi belirginleştirmek için Temiz Enerji Araştırma Enstitü (TEMEN) ve Enerji Araştırma Enstitüsü (ENAREN) oluşum aşaması görelî yeni olan iki TENMAK enstitüsüdür. Bu enstitülerden TEMEN, fosil yakıtlardan temiz enerji dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesine odaklanmıştır. Enerji üretilirken, CO<sub>2</sub> gazının yanı sıra diğer çevre için zararlı olan elementlerin de salınımının azaltılması ve engellenmesine yönelik ar-ge faaliyetlerinin yürütülmesi bu enstitünün temel hedefleri arasındadır. ENAREN ise enerji üretildikten sonra enerjinin verimli kullanılmasını, dağıtımının verimli şekilde yapılmasını ve kayıpların azaltılması hedeflenmektedir. TENMAK'ın tarihçesi Şekil 1'de özetlenmektedir.



**Şekil 1.** TENMAK tarihçesi

TENMAK, özetle enerji, nükleer ve maden teknolojilerinin tüm alanlarında Ar-Ge kurumu olacak bir yapıda kurulmuş olup görevleri; enerji, nükleer, iyonlaştırıcı radyasyon, parçacık hızlandırıcıları ve maden teknolojileri alanlarında ülkeye ve insanlığa hizmet etmek, Türkiye'nin rekabet gücünü artırmak ve sürekli kılmak, inovasyon ihtiyacını karşılamak, yeni ürünlerin üretimini ve var olanların geliştirilmesini sağlamak, araştırmacılara bilimsel ortam temin etmek, kamu ve özel hukuk kişileri ile iş birliği yaparak bilimsel araştırmalar yapmak, yaptırmak, bu araştırmaları koordine etmek, teşvik etmek, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine katkı sağlamak, bilimsel, teknik ve idari çalışmaları yapmak, yaptırmak, düzenlemek, desteklemek, iş birlikleri kurmak ve koordine etmek olarak belirlenmiştir.

### **Ar-Ge Ekosisteminde TENMAK'ın Geleceği: Nereye ve Nasıl?**

Enerji, nükleer ve maden teknolojileri alanlarında küresel ölçekte lider bir kurum olma vizyonuna sahip TENMAK, uzun vadede enerji, nükleer ve maden teknolojileri alanlarında yerleşme oranlarını artırmak suretiyle arz güvenliğini sağlamayı ve dışa bağımlılığı azaltma yolunda Ar-Ge faaliyetleri gerçekleştirecektir. Gelişen sanayi, artan nüfus ve gelir düzeyi ile beraber yeraltı/yerüstü kaynaklarına ve enerjiye olan ihtiyacın artmasının yanı sıra dünyadaki teknolojik gelişmelere uygun altyapının ülkemize kazandırılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda TENMAK, enerji, nükleer ve maden teknolojileri alanlarında ihtiyacı karşılayacak inovasyon çalışmaları yürütmektedir.

Enerjide önemli rolü olan madenlerimizin etkin ve verimli kullanılması, nükleer enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve temiz enerji teknolojilerinin transferi ile beraber enerjide dışa bağımlılığın azaltılması hedeflenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları başta olmak üzere tüm enerji kaynaklarından temiz enerji üretimine yönelik süreçlerdeki ürün ve teknolojilere ilaveten enerji verimliliği alanlarında faaliyetler ile enerji kaynaklarının üretimi, iletimi, dağıtımı ve tüketimi süreçlerindeki ürün ve teknolojilere ilişkin yerleştirme çalışmaları yürütmek de TENMAK'ın vizyonu arasındadır.

Enerji, nükleer ve maden teknolojileri; tıp, endüstri, tarım, eğitim-araştırma gibi pek çok alanda oldukça yaygın bir kullanıma sahiptir. Söz konusu alanda yürütülen faaliyetlerin, güçlü, sürdürülebilir ve rekabetçi bir sektör oluşturulması için ulusal yenilik sistemi oluşturmak ve değer zinciri geliştirmek gerekmektedir. Kurumsal, sektörel ve ulusal Ar-Ge kapasitesinin artırılarak yenilik ekosistemi ve değer zinciri geliştirmek TENMAK'ın önemli

bir görevidir. Bu vizyon doğrultusunda TENMAK'ın stratejik konumlama tercihinin önemli bileşenleri şu şekildedir:

- Ulusal Kalkınma ve Rekabet Gücü Çalışmaları ile Entegre Olma
- Öncü ve Yönlendirici Olma
- Enerji ve Temiz Enerjiye Odaklanma
- Nükleer Teknolojiyi Barışçıl Amaçlar İçin Kullanma
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB)'ninin Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşlarının Teknoloji İhtiyaçlarına Öncelik Verme
- Kesişen Ar-Ge Alanlarına Öncelik Verme

Özet olarak TENMAK görev alanları doğrultusunda; Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü ve Nadir Toprak Elementleri Araştırma Enstitüsü'nün tek çatı altında toplanması ve Temiz Enerji Araştırma Enstitüsü ve Enerji Araştırma Enstitüsü ile enerji, nükleer ve maden teknolojileri alanlarındaki faaliyetlerin tek elden yürütülmesi amacıyla kurulmuştur. Ar-Ge ekosisteminin ihtiyaçları göz önüne alınarak oluşturulan bu yapılanma kesişen hizmetleri dikkate alarak Ar-Ge kültürünü arttırmayı ve bir sinerji oluşturmayı amaçlamaktadır.

### **Sonuç ve Değerlendirme**

Millî teknoloji hamlesi kapsamında önemli başlıklar arasında yer alan enerji, nükleer ve maden teknolojilerinin tüm alanlarında Ar-Ge merkezi olacak bir yapıda kurulan TENMAK güçlü bir mirasa sahiptir. Kamu kurum ve kuruluşlarına başta ulusal güvenlik, gıda güvenliği gibi alanlarda sağladığı teknik destekler, radyolojik metroloji fonksiyonu, büyük bilim faaliyetleri ile tesis ve atık yönetimi tecrübesi TENMAK'ın önemi ortaya koymaktadır.

TENMAK, burs ve destek programları, yürüttüğü stratejik uluslararası ilişkiler, oluşturacağı politika metinleri, yürüttüğü ve desteklediği projeler, genişleteceği endüstriyel ürün ve hizmet gamı ile görev alanlarında Ar-Ge faaliyetlerine hız kazandıracak, teknolojik ve ticari çıktılara önem verecek ve Ar-Ge okur-yazarlığını arttıracaktır. Gerek küresel düzenlemeler gerekse ülkemizin enerjinin tüm alanlarında duyduğu ihtiyaçlar nedeniyle faaliyete geçen TENMAK öncelikli olarak yüksek teknoloji hazırlık seviyesine sahip projelere destek vermeyi amaçlamakla birlikte niş alanlara da odaklanacaktır. Stratejik madenlerimiz, nadir toprak elementlerimiz, nükleer alanındaki bilgi birikimimiz ışığında enerji alanındaki Ar-Ge ihtiyaçlarını karşılayarak ülke ekonomisine katkı sağlanması önemli bir hedefdir.

Tüm görev alanları değerlendirildiğinde sağlıktan eğitime, arkeolojiden sanayiye pek çok alan ile etkileşimi bulunan TENMAK kendisine verilen rolü etkin bir şekilde yürütmek için kurumsal kapasitesini sürekli geliştirmeye ve adımlarını hızlandırmaya odaklanmıştır.

## Kaynakça / References

- Babaçoğlu, S., Akgün, İ., & Kayhan, A. A. (2014). Sistem geliştirme projelerinde kullanılan olgunluk değerlendirme araçları üzerine bir literatür araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 13(1), 1-36.
- Babaçoğlu, S. (2014). *Sistem Geliştirme Projelerinde Teknik Risk Analizi* [Doktora Tezi, Kara Harp Okulu]. YÖK Ulusal Tez merkezi.
- Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı Yayınları. (2021). *Türkiye'nin Yeşil Kalkınma Devrimi*. İstanbul.
- Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı Yayınları. (2019). *Sürdürülebilir Kalkınma amaçları Değerlendirme raporu*.
- Dağ, O. (2020). *Türk Savunma Sanayii İçin Bir Ar-Ge Yol Haritası* [Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. OpenMETU. <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/45134>
- Dilara, A., & Karış, Ç. (2019). Türkiye'de enerji ithalatı ve cari açık üzerine bir değerlendirme. *Adyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 380-412.
- Mankins, J. C. (1995). *Technology readiness levels: A white paper*. <http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl/trl.Pdf>
- Naimoğlu, M. (2021). Fourier Yaklaşımıyla Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Enerji Kayıplarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Almanya Örneđi. *Journal of Economics and Research*, 2(1), 59-68.
- Naimoğlu, M., & Özbek, S. (2022). İngiltere'de Enerji Ar-Ge Harcamaları ile Enerji Tüketimi İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Analizi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 10(1), 35-45.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). *Frascati kılavuzu 2015: araştırma ve deneysel geliştirme taramaları için önerilen standart uygulama*. OECD.
- TENMAK. (2022). *Stratejik Plan 2022-2026*. <https://www.tenmak.gov.tr/kurumsal/stratejik-plan/category/5-stratejik-plan.html>
- Türkan, E., & Yaşa, A. A. (2021). Ar-Ge Harcamaları ve Politikalarında Seçili Ülkeler ve Türkiye Karşılaştırması. *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 32-62.

## **Yazarlar Hakkında / About Authors**

**Prof. Dr. Abdulkadir BALIKÇI | Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu | Abdulkadir.BALIKCI[at]tenmak.gov.tr | ORCID: 0000-0003-2621-1570**

1992 yılında Gazi Üniversitesi'nden mezun olmuştur. 1996 yılında yüksek lisans, 2003 yılında ise doktora derecesini New York University Tandon School of Engineering (New York Polytechnic Üniversitesi) Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği bölümünden almıştır. 2004 yılında Gebze Teknik Üniversitesi (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü) Elektronik Mühendisliği bölümünde öğretim üyesi olarak göreve başlamış ve halen aynı üniversitede akademik faaliyetlerine devam etmektedir. Dr. Balıkçı New England - ISO şirketinde 2000-2003 yılları arasında elektrik iletim sistemleri Planlama Mühendisi olarak çalışmıştır. 2014- 2020 tarihleri arasında TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü Enstitü Müdürlüğü ve Yönetim Kurulu Başkanlığı görevlerinde bulunmuştur. Demiryolu teknolojileri alanında Ar-Ge faaliyetlerinde bulunmak üzere Kasım 2019'da kurulan Raylı Ulaşım Teknolojileri Enstitüsü'nün (RUTE) Ağustos 2020 tarihine kadar kurucu Enstitü Müdürü ve Yönetim Kurulu Başkanı olarak görevine devam etmiştir. Ağustos 2020'de Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu kurucu Başkan'ı ve 2021 Ocak ayında Kurum Başkan'ı ve Yürütme Kurulu Başkan'ı olarak atanmıştır.

**Prof. Dr. Abdulkadir BALIKÇI | The Turkish Energy, Nuclear and Mining Research Agency | Abdulkadir.BALIKCI[at]tenmak.gov.tr | ORCID: 0000-0003-2621-1570**

Prof. Abdulkadir Balıkçı graduated from Gazi University in 1992. He received his master's degree in 1996 and his doctorate in 2003 from New York University Tandon School of Engineering (New York Polytechnic University) Electrical and Computer Engineering. He started working at Gebze Technical University in 2004 and still continues his academic activities at the same university. Prof. Balıkçı worked as an electrical transmission system planning engineer at New England - ISO between 2000-2003. He served as an Institute Director at TÜBİTAK MAM Energy Institute between 2014-2020. He continued his duty as the founding Institute Director and Chairman of the Board of Railroad Transportation Technologies Institute (RUTE), which was established in November 2019 to carry out R&D activities in the field of railway technologies, until August 2020. He was appointed as the founding President of the Turkish Energy, Nuclear and Mining Research Agency (TENMAK) in August 2020 and as the President of the Agency and the Chairman of the Executive Board in January 2021.

**Dr. Harun Türker KARA | Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu | harun.kara[at]tenmak.gov.tr | ORCID: 0000-0003-1613-3572**

Dr. Harun Türker Kara 2006 yılında Marmara Üniversitesi İngilizce İktisat Bölümünden lisans, 2013 yılında Gazi Üniversitesi Yönetim Bilimleri Bölümünden Yüksek Lisans, 2019 yılında Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi İngilizce Finans ve Bankacılık Bölümünden Doktora derecesi almıştır. 2007 yılında başladığı iş hayatında TÜBİTAK ve TCMB'de çalışmıştır. 2021 yılından itibaren TENMAK'ta çalışmakta ve halen Endüstriyel İlişkiler ve Sözleşmeler Koordinatörlüğünü yürütmektedir.

**Dr. Harun Türker KARA | The Turkish Energy, Nuclear and Mining Research Agency | harun.kara[at]tenmak.gov.tr | ORCID: 0000-0003-1613-3572**

Dr. Harun Türker Kara received his undergraduate degree from Marmara University, Department of Economics in 2006, his master's degree from Gazi University's Department of Management Sciences in 2013, and his PhD from Ankara Yıldırım Beyazıt University, Department of Finance and Banking in 2019. He worked at TÜBİTAK and CBRT in his business life, which he started in 2007. He has been working at TENMAK since 2021 and still works as the Industrial Relations and Contracts Coordinator.