

Enerji Sektöründe Güncel Konular #11

Küçük Modüler Reaktörlere (SMR) Genel Bir Bakış

Enerji sektörü, güncel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak amacıyla hızlı bir dönüşüm içerisinde. Geleneksel nükleer reaktörlere göre daha küçük, güvenli ve esnek bir alternatif vaat eden Küçük Modüler Reaktör (*Small Modular Reactor* "SMR") teknolojisi, enerji sektörünün bu hızlı dönüşüm sürecinde önemli bir rol oynayabilir. Bu yazımızda, SMR'ler bakımından, dünyadaki ve Türkiye'deki gelişmeleri inceledik.

1. Küçük Modüler Reaktör ("SMR")

SMR veya küçük modüler reaktör, 300 MegaWatt'a ("MW") kadar kurulu güce sahip, yani bir geleneksel nükleer reaktörün yaklaşık üçte biri kapasitede, çok reaktörlü kümeler halinde inşa edilebilen reaktörleri ifade etmektedir.¹ SMR'lerin popüler bir konu haline gelmesinin başlıca sebepleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Konvansiyonel nükleer reaktörlerin belirli bir proje alanı için özel olarak tasarlanması gerekmekte, bu da yanında yüksek tasarım ve inşaat maliyetleri getirmektedir. Buna karşılık, SMR'ler genellikle standart olan tasarımları sayesinde, konvansiyonel reaktörlere kıyasla daha düşük maliyetle, daha küçük alanlarda hızlıca inşa edilebilmektedir.
- SMR'ler, modüler yapıları sayesinde ihtiyaç doğması halinde ek reaktör entegre edilerek kapasite artırımı yapılmaya elverişlidir. Modüler yapıları ayrıca reaktör çekirdeği, soğutma sistemleri ve diğer bileşenlerinin üretilmesini, taşınmasını ve montajını kolaylaştırarak, işçilik maliyetlerinde düşüş sağlamaktadır.
- Konvansiyonel nükleer santrallerin üreteceği yüksek enerji miktarını karşılayacak yeterli altyapının bulunmadığı durumlarda sisteme bağlantı sağlanması için ek altyapı yatırımı yapılması gerekebilecekken, düşük kurulu güce sahip SMR'lerin ek altyapı maliyeti olmaksızın sisteme bağlanması mümkün olabilecektir.
- SMR'ler, vadettikleri esneklik sayesinde hibrit yenilenebilir enerji santrallerinde enerji üretim sürekliliği hem de şebeke istikrarı sağlamak amacıyla kullanılabilir.

¹ International Atomic Energy Agency (IAEA) "Small Modular Reactors: A New Nuclear Energy Paradigm" raporu s. 1-3, URL: <https://nucleus.iaea.org/sites/smr/Shared%20Documents/Small%20Modular%20Reactors%20a%20new%20nuclear%20energy%20paradigm.pdf>.

Pratik ve maliyet avantajları sayesinde, fosil yakıtlarına erişilebilir bir alternatif sunan SMR'lerin, enerji üretiminin çeşitlendirilmesinde ve karbon emisyonunu azaltma hedeflerine ulaşmakta rol oynayabileceği düşünülmektedir.

2. Dünyadaki SMR Gelişmeleri

Enerji ihtiyacı, karbon emisyonu ve enerji güvenliği gibi endişelerle dünyadaki SMR teknolojilerine yönelik çalışmalar hızını artırmış, birçok devlet SMR projelerini desteklemeye başlamıştır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (*International Energy Agency*) 2022 yılında açıkladığı verilere göre, dünyada güncel olarak teknoloji ve lisans hazırlığı düzeylerine göre farklılıklar gösteren yaklaşık 70 farklı SMR tasarımı geliştirilmekteydi.²

Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği'nin 2023 yılında yayınladığı politika notunda ise, günümüzde dünya genelinde aktif iki SMR olduğu raporlanmaktadır.³ Bunlardan ilki Rusya'da faaliyet gösteren Akademik Lomonosov isimli, yüzer nükleer güç santralidir. Aralık 2019'da şebekeye bağlanmış ve Mayıs 2020'de tam kapasiteyle işletmeye alınan Akademik Lomonosov, 140 metre uzunluğunda ve 30 metre genişliğinde bir gemide inşa edilmiştir ve 35 MWe kapasiteli iki küçük boyutlu nükleer reaktör sisteminden oluşmaktadır.⁴ Santral, kuzey kutup bölgesindeki ulaşılması zor bölgelere enerji tedariki sağlama amacıyla tasarlanmıştır. İkincisi, Çin menşeli Shidao Körfezi Nükleer Güç Santrali'nde yer alan HTR-PM reaktörüdür. Aralık 2023'te ticari faaliyete başlayan HTR-PM, dünyanın ilk modüler yüksek sıcaklık gaz soğutmalı reaktörü olma özelliğine de sahiptir.⁵

Avrupa'daki gelişmelere baktığımızda, Haziran 2021'de Avrupa Komisyonu, Avrupa sanayisinin önemli aktörlerini bir araya getirerek Avrupa'da alternatif SMR tasarımları geliştirmelerini sağlamak amacıyla, SMR'ler üzerine ilk çalıştayını düzenlemiş ve 4 Nisan 2023 tarihli deklarasyonunda da SMR'lerinin güvenliği için araştırma, yenilik, eğitim ve öğretime öncülük etmeye devam edeceğini belirtmiştir.⁶ Ayrıca Komisyon, SMR teknolojisi üzerinde çalışma gerçekleştirmek ve yakın zamanda SMR'lerin kurulmasını temin etmek üzere en kısa sürede bir Avrupa endüstri ittifakı kurmak için çalışmalar yürütmektedir.⁷

Birleşik Krallık'ta ise hükümet tarafından SMR üreticisi seçimi için yapılan yarışmanın ilk aşamasında, aralarında Rolls Royce ve GE-Hitachi gibi şirketlerin de bulunduğu altı şirket seçilmiş ve hükümet 2024 yılının baharında yarışmanın bir sonraki aşamasını başlatacağını açıklamıştır.⁸

² International Energy Agency (IAE) "Nuclear Power and Secure Energy Transitions" raporu s. 79, URL:<https://www.iea.org/reports/nuclear-power-and-secure-energy-transitions>.

³ Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği "Küçük Modüler Reaktörler (SMRs)" raporu s. 9, URL:<https://sefia.org/wp-content/uploads/2023/11/sefia-kucuk-moduler-reaktorler-SMRs-1.pdf>.

⁴ "Akademik Lomonosov Floating Nuclear Co-Generation Plant", URL: <https://www.power-technology.com/projects/akademik-lomonosov-nuclear-co-generation-russia/?cf-view>.

⁵ "China's demonstration HTR-PM enters commercial operation", URL: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Chinese-HTR-PM-Demo-begins-commercial-operation>.

⁶ "Commission Declaration on EU Small Modular Reactors (SMRs) 2030: Research & Innovation, Education & Training", URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/commission-declaration-eu-small-modular-reactors-smrs-2030-research-innovation-education-training-2023-04-04_en.

⁷ "European Nuclear Energy Forum 2023 discusses benefits of European Small Modular Reactors (SMRs) initiative" URL: https://energy.ec.europa.eu/news/european-nuclear-energy-forum-2023-discusses-benefits-european-small-modular-reactors-smrs-2023-11-07_en.

⁸ "Rolls-Royce" among six firms shortlisted for British small nuclear plants, URL: <https://www.reuters.com/business/energy/rolls-royce-shortlisted-uk-seeks-small-nuclear-plant-developers-2023-10-02/>.

3. Türkiye’de SMR

Dünyada gelişimi yoğun bir ilgiyle takip edilen SMR teknolojisinin, enerjideki dışa bağımlılığını ve fosil yakıt kullanımını azaltmak için yenilenebilir ve nükleer enerji alanlarında yüksek hedefleri olan Türkiye açısından da önem arz etmektedir. Türkiye Ulusal Enerji Planı kapsamında, 2035 yılında nükleer enerjinin, toplam enerji üretimi içindeki payının %11,1’e, 2053 yılında ise %29,3’e çıkarılması hedeflenmektedir.⁹ Bu hedeflere ulaşılabilmesi için Türkiye’nin 30 yıllık süreçte 20 GigaWatt’tan fazla kapasite elde etmesi gerekecektir.

Hem ulusal enerji hedeflerine ulaşmak hem de karbon emisyonunun önüne geçmek için konvansiyonel nükleer enerji santrali projelerinin yanı sıra SMR teknolojileri de Türkiye’de dikkat çekmiş ve bu konuda adımlar atılmaya başlanmıştır. 2020 yılında, Elektrik Üretim Anonim Şirketi’nin bir iştiraki olan EUAS International ICC ve Rolls-Royce arasında SMR’lerin teknik, ekonomik ve hukuki uygulanabilirliği ile üretim imkânlarını değerlendirmek üzere bir mutabakat zaptı imzalamıştır.¹⁰ Türkiye, ayrıca, SMR alanında ABD, İngiliz ve Fransız şirketleriyle işbirliği yapmayı değerlendirmekte ve özel sektör vasıtasıyla ve yerli katkıyla SMR yatırımlarının geliştirilmesi için iş modeli, saha belirlenmesi ve yasal çerçevenin kurulması için çalışmalar yürütmektedir.¹¹ ABD Dışişleri Bakanlığı Nükleer Enerji Kıdemli Danışmanı Justin Friedman ise yaptığı bir açıklamada, SMR teknolojisine ilişkin Türkiye’de verimli görüşmeler gerçekleştirdiklerini ve ABD menşeli birçok firmanın Türkiye piyasasına ilgi duyduğunu belirtmiştir.¹²

4. Hukuki Açından SMR’ler

Türk mevzuatında SMR’lere ilişkin henüz özel bir düzenleme bulunmamaktadır. Türkiye’de nükleer alandaki faaliyetler, Nükleer Düzenleme Kanunu¹³ tahtında ve Nükleer Düzenleme Kurumu’nun denetimi kapsamında yürütülmektedir. Ayrıca nükleer kaynaklar kullanılarak elektrik üretimi faaliyetleri de Elektrik Piyasası Kanunu¹⁴ uyarınca lisans yükümlülüklerine tabidir.

SMR’lere ilişkin henüz özel bir düzenleme bulunmaması sebebiyle, Türkiye’de geliştirilecek SMR projeleri de konvansiyonel nükleer reaktörlere uygulanan genel hükümlere tabi olacaktır. Fakat SMR teknolojileri hem pratik hem mali anlamda pek çok avantaj vadetmekle birlikte kendine has riskleri de beraberinde getirmektedir. Mevcut düzenlemeler konvansiyonel nükleer güç tesisleri esas alınarak hazırlandığı için, SMR teknolojisinin gelişmesiyle birlikte sağlayacağı pratik avantajların, özellikle izin ve lisans prosedürleri bakımından karşılık bulması ve aynı zamanda yeni teknolojinin getirdiği risklere karşı uygun güvenlik tedbirlerin alınabilmesi için mevzuatta da güncelleme yapılması gerekebilecektir.

⁹ Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Türkiye Ulusal Enerji Planı, URL: https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3%BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf.

¹⁰ “Rolls-Royce ile EÜAŞ mini nükleer santral geliştirecek”, URL: <https://www.enerjigunlugu.net/rolls-royce-ile-euas-mini-nukleer-santral-gelistirecek-36592h.htm>.

¹¹ “Sarı: 4. nükleer santral projesi için saha araştırmalarımız devam ediyor”, URL: <https://www.enerjigunlugu.net/sari-4-nukleer-santral-projesi-icin-saha-arastirmalarimiz-devam-ediyor-54595h.htm>.

¹² “ABD’li uzman, SMR teknolojisinde Türkiye piyasasını cazip bulduklarını bildirdi”, URL: <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/abdli-uzman-smr-teknolojisinde-turkiye-piyasasini-cazip-bulduklarini-bildirdi/3094360>.

¹³ 8 Mart 2022 tarih ve 31772 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

¹⁴ 30 Mart 2013 tarih ve 28603 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

5. Sonuç

SMR'ler, pratik ve mali açıdan pek çok avantaj sunarak ekonomik ve sürdürülebilir enerji üretimi için çekici bir seçenek haline gelmektedir. SMR'ler, enerji üretiminde çeşitlilik sağlamak ve fosil yakıtların payını azaltmak açısından alternatif projelere açık olan Türkiye piyasası için önemli bir fırsat olabilecektir.



Nazlı Başak Ayık
Müşavir



Salih Kartal
Avukat



Deren Bayar
Stajyer Avukat

[Çakmak Avukatlık Ortaklığı](#)

www.cakmak.av.tr

Bu doküman müvekkilimize ve ilgili diğer kişilere genel bilgi sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Bu doküman kapsamında sağlanan bilgiler hukuki tavsiye olarak kabul edilemez. Herhangi bir durum için özel olarak bir hukuki tavsiye almaksızın yalnızca bu dokümanda yer alan bilgiler dikkate alınarak işlem yapılmamalıdır.

Bu doküman web sitemiz dışındaki web sitelerine bağlantılar içerebilir. **Çakmak Avukatlık Ortaklığı**'nin kendi web sitesi dışındaki web sitelerine ilişkin hiçbir sorumluluğu yoktur ve diğer web sitelerinde yer alan bilgi, içerik veya sunumların doğruluğunu onaylamaz veya bunlar hakkında açık veya zımni herhangi bir garanti vermez.

Bu doküman ve içeriği telif hakkı ile korunmaktadır ve **Çakmak Avukatlık Ortaklığı**'nin önceden yazılı izni olmaksızın çoğaltılamaz veya tercüme edilemez.