

NÜKLEER ENERJİ ÜRETİMİ ve KULLANIMI KAPSAMINDA KÜÇÜK MODÜLER REAKTÖRLERİN (SMR'LERİN) HUKUKİ DURUMUNUN TÜRKİYE ve BAZI ÜLKELER BAZINDA İNCELEMESİ

GİRİŞ

Bilindiği üzere, artan elektrik talebi karşısında tüm Dünya'da Nükleer enerjinin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Kullanımında olumlu ve olumsuz görüşler bulunmakla birlikte nükleer enerjinin genel olarak kişisel ya da ticari kullanıma sunulması, SMR'ler ile mümkün olmaktadır. SMR'ler tıpkı arazi, çatı, gemi ya da yat üzerine inşa edilen güneş enerjisi panelleri gibi; kişisel ve ticari kullanıma özgülenebilir 300 mw'a kadar elektrik üretebilen küçük reaktörlerdir. Çalışmamızda, nükleer enerjiye duyulan ihtiyaç ve bu kapsamda SMR'lerin kullanımı ile iç hukuklarında nükleer enerji (atom enerjisi) konusunda genel, SMR'lerin kullanım şartları konusunda özel hukuki düzenlemelere yer veren ABD ve Kanada ülke mevzuatları detaylı bir şekilde incelenmiştir. SMR'lerin kullanımına özgü özel olarak hukuki düzenleme barındırmayan Rusya ve henüz nükleer enerji kullanımı konusunda eğitim, çalışma ve kanun yapma aşamalarında olan Çin'in mevzuatlarındaki genel hukuki düzenlemelerden yararlanılmıştır. Ayrıca ülkemizde nükleer enerjinin tarihi ve bugünü incelenmiştir. SMR teknolojisinin ülkemize kazandırılması hususunda kalkınma planlarına değinilmiş ve hukuki açıdan önerilerde bulunulmuştur.

I. NÜKLEER ENERJİYE DUYULAN İHTİYAÇ

Günümüzde enerjiye duyulan ihtiyacın artması; petrol ve doğalgazın bazı ülkelerde geniş rezerv halinde bulunmaması nedeniyle bu ülkelerin ekonomik ya da politik tercihlerinden dolayı bu enerji kaynaklarına erişememe, petrol ve doğalgazın yenilenemeyen enerji kaynakları olmaları, yenilenebilir enerji kaynaklarının ise emre amade olmaması yani doğa koşullarına bağlı olarak yararlanılabilmeme durumunun değişkenlik göstermesi gibi hususlar nedeniyle mevcut kullanılanlardan farklı enerji kaynaklarına yönelinmektedir. Bu kaynaklardan biri de nükleer enerjidir. Nükleer enerji bir diğer deyişle atom enerjisi, günümüzün ve geleceğin önemli enerji kaynakları arasında görülmektedir.

Kullanımının olumlu ve olumsuz olduğu yönünde görüş ayrılıkları bulunan nükleer enerji, genel olarak temiz enerji kaynakları arasında sayılmaktadır. Bunun nedenleri; üretiminde ve sonrasında çok az miktarda karbon (karbondioksit) salması, az yakıtla çok enerji üretilmesi yani enerji üretim yoğunluğunun fazlalığı, rüzgar ve güneş gibi hava koşullarına bağlı olmaması yani emre amade enerji kaynağı olması ve santrallerin uzun yıllar çalışabilmesidir. Atık depolama hususu ise kullanımının olumsuz olacağını dair görüşler arasında yer almakla birlikte ilerleyen teknoloji sayesinde ve duyulan ihtiyaç nedeniyle bu soruna çözüm bulunabileceği düşünülebilir.

II. TÜRKİYE'DE NÜKLEER ENERJİ

Ülkemizde nükleer enerjiden yararlanmak için 1960'lı yıllardan bu yana çeşitli atılımlar yapılmış olsa da günümüzde Akkuyu Nükleer Enerji Santrali'nin ülkemizdeki tek nükleer enerji santrali olduğu bilinmektedir. Ayrıca Sinop ve Kırklareli İğneada'da da nükleer santral kurulması planlanmaktadır. Akkuyu Nükleer'in toplam kurulu gücü 4800 MW olup tam kapasitede çalıştığında Türkiye'nin elektrik ihtiyacının yaklaşık %10'unu karşılayacaktır.

Türkiye'de Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK), Nükleer tesislerin lisanslama, denetim ve güvenlik düzenlemelerinden sorumludur. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) ise politika belirleme ve stratejik yönlendirme sağlar. Öte yandan, ülkemizde henüz SMR konusuna özel ayrı bir mevzuat düzenlemesi bulunmamaktadır. Türkiye'de henüz ticari bir SMR projesi olmamakla birlikte, ETKB bu teknolojiyi stratejik enerji planlarına dahil etmeyi değerlendirmektedir.

III. NÜKLEER ENERJİ ÜRETİMİ KAPSAMINDA KÜÇÜK MODÜLER REAKTÖRLER

Ülke çapında enerji ihtiyacını karşılayabilecek nitelikte büyük ölçekli santrallerin yanı sıra, dünyada da tercih edilen bir nükleer enerji üretim şekli olan Küçük Modüler Reaktörler (Small Modular Reactors – makalenin devamında “SMR'ler” olarak anılacaktır) dikkat çekmektedir. Zira bu tarzda enerji üretimi, adından da anlaşılacağı üzere hem küçük hem de taşınabilir modellerle sağlanmaktadır. Bu sayede tüketicilerin -tıpkı güneş enerjisi panellerinde olduğu gibi- kendi enerjilerini üretip kullanmaları hedeflenmektedir. Dünyada kullanımına başlanmış olan SMR'lerin ülkemizde de kullanılması halinde enerji piyasası aktörlerini önemli ölçüde etkileyeceği, piyasadaki akışı değiştirebileceği gözle görülür bir gerçektir.

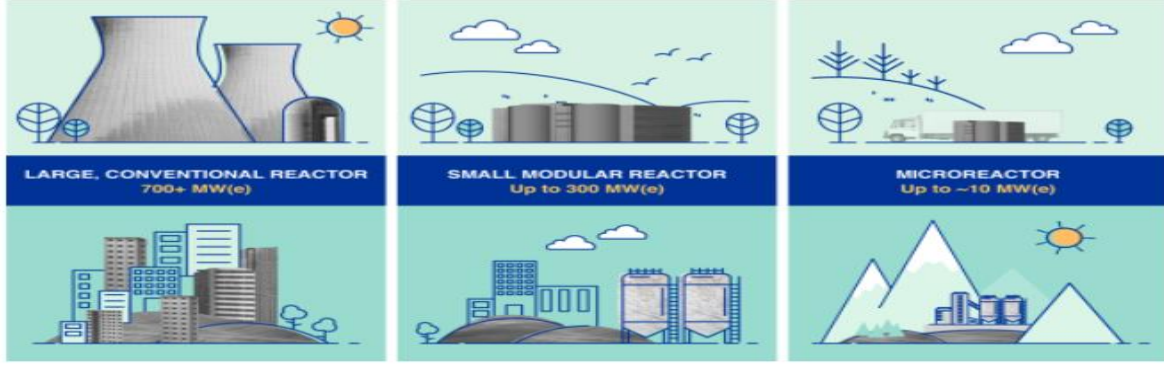
Küçük Modüler Reaktörler, elektrik üretim kapasitesi 300 MWe'yi aşmayan, fabrikasyon süreçleriyle önceden imal edilip sahada monte edilebilen ileri nesil nükleer enerji sistemleridir. Nispeten düşük başlangıç sermayesi ihtiyacı, kademeli kapasite artırımı imkânı ve yüksek düzeyde güvenlik sağlayan pasif sistemleri sayesinde, konvansiyonel büyük ölçekli nükleer santrallere teknik ve ekonomik açıdan sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır. SMR teknolojisi, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin enerji dönüşüm politikalarında düşük karbonlu, güvenilir ve esnek enerji üretimi açısından stratejik bir araç olarak görülebilmektedir.

SMR'ler geleneksel nükleer güç reaktörlerinin üretim kapasitesinin yaklaşık üçte biri kadar üretim yapmaktadır. Yoğun bir şekilde ve düşük miktarda karbon salımlı elektrik üretebilen SMR'lerin kısımları şöyle tanımlanabilir:

- Small (Küçük): Fiziksel olarak geleneksel bir nükleer güç reaktörünün boyutunun çok küçük bir kısmıdır.

- Modular (Modüler): Sistemlerin ve bileşenlerin fabrikada monte edilmesini ve kurulum için bir ünite olarak bir yere taşınmasını mümkün kılmaktadır.
- Reactors (Reaktörler): Nükleer fisyonla yararlanarak ısı üretilen enerji üretmektedir.

SMR'ler; küçük alan ihtiyacı, düşük ilk yatırım ve modüler (yani parçalara ayrılabilen ve kolay taşınabilen) kurulum avantajlarına sahiptir. SMR'ler, iklim dostu enerji üretimi, esnek kurulum ve pasif güvenlik sistemleri sayesinde yeni nesil nükleer teknolojiler arasında öne çıkmaktadır. Ancak SMR'ların yaygınlaşmasında en önemli belirleyici faktörlerden biri, etkin ve öngörülebilir lisanslama süreçlerinin varlığıdır. Bununla birlikte SMR'ler için lisanslama süreçleri halen gelişmektedir. Bu bağlamda SMR'leri tüketicilerinin kullanımına sunmak isteyen ülkelerin bu konuda hukuki düzenlemeler yapması önem arz etmektedir. ABD, Kanada, Rusya ve Çin; SMR konusunda öncü ülkeler arasında yer almaktadır.



Small modular reactors (SMRs) have a power capacity of up to 300 MW(e) per unit. Many SMRs, which can be factory-assembled and transported to a location for installation, are envisioned for markets such as industrial applications or remote areas with limited grid capacity. (Image: A. Vargas/IAEA)

*Görsel: <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-are-small-modular-reactors-smrs>

IV. KÜÇÜK MODÜLER REAKTÖRLERİN HUKUKİ SÜREÇLERİNİN BAZI ÜLKELER BAZINDA İNCELENMESİ

SMR'ler için özel uluslararası bir hukuk sistemi bulunmamasıyla birlikte IAEA güvenlik standartları çerçevesinde bazı ülkeler hem genel hem özel hukuki düzenlemeler barındırmakta, bazıları ise genel düzenlemelerden yola çıkarak hareket etmektedir.

SMR'lere ilişkin lisanslama süreçleri dünyada öne çıkan belli ülke örnekleri vardır. Bunlar arasında ABD, Kanada, Birleşik Krallık, Fransa, Rusya ve Çin'dir. Dikkat edilirse bu ülkeler aynı zamanda Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi (BMGK) Daimî Üyeleri olup uluslararası nükleer düzenine ilişkin söz sahibi ülkelerdir. Aşağıda Çin dışındaki dört ülkenin lisanslama çalışmalarına değinilecek olup Türkiye ile ilgili de dersler çıkarılmaya çalışılacaktır.

A. ABD'DEKİ HUKUKİ DÜZENLEMELER

“SMR” terimi, ABD Enerji Bakanlığı'nın (DOE) tanımıyla uyumlu olarak, 300 MWe veya daha az elektrik üreten nükleer enerji santralleri olarak tanımlanmaktadır. ABD'de SMR dahil olmak üzere tüm ticari nükleer tesisler için izin alma süreçleri, teknik ve düzenleyici bir çerçeveye dayanmaktadır. Süreçlerin hukuki dayanağı esas olarak 1954 Atom Enerjisi Kanunu'na (Atomic Energy Act of 1954) ve Federal Mevzuat Kodu'na (Code of Federal Regulations - CFR) dayanmaktadır. AEA genel düzenlemeler CFR ise daha özel düzenlemeler içermektedir. Bu düzenlemelere göre ABD'deki süreçlerin hukuki temelleri şu şekildedir:

1. 1954 Atom Enerjisi Kanunu'nda Yer Alan Düzenlemeler

Anılan Kanun, nükleer enerjinin (atom enerjisinin) ABD ülkesinde hem sivil hem de askeri kullanımını düzenlemekte olup enerjinin ticari, tıbbi ya da araştırma amaçlı kullanılabilmesine izin vermektedir. Kanuna göre, ticari nükleer tesislerin inşası ve işletimi için lisans alınmasını şarttır.

1.1 Lisans Verme Yetkisi ve Kapsamı

Nükleer enerjinin ticari amaçlarla kullanımında lisanslama için kanun boyunca “Komisyon” olarak anılan **Atomik Enerji Komisyonu** görevli ve yetkilidir. Kanun'un Ticari Lisanslar'ı düzenleyen 103. Maddesine göre;

a. Komisyon, işbirliği anlaşması kapsamında, Madde 123 uyarınca düzenlenen anlaşma şartları altında, **sanayi veya ticari amaçlarla kullanım** veya üretim tesislerini eyaletler arası ticarete devretmek, almak, üretmek, imal etmek, edinmek, sahip olmak, kullanmak, ithal veya ihraç etmek isteyen kişilere **lisans verme yetkisine sahiptir**. Bu lisanslar, Komisyonun bu Kanunun amaçlarını gerçekleştirmek üzere kural veya düzenlemeyle belirleyeceği şartlara tabi olarak verilecektir. Buna göre;

b. Komisyon, aşağıdaki koşulları sağlayan başvuru sahiplerine bu lisansları münhasır olmayan şekilde verecektir:

(1) Önerilen faaliyetlerin, kullanılacak özel nükleer madde veya kaynak maddesi miktarına orantılı olarak faydalı bir amaca hizmet etmesi;

(2) Sağlığı korumak ve can veya mal kaybı tehlikesini en aza indirmek için Komisyonun kural olarak belirleyeceği güvenlik standartlarına uymaya ve bunları gözlemlemeye hazır ve donanımlı olmak;

(3) Komisyonun ortak savunma ve güvenliği teşvik etmek ve halkın sağlık ve güvenliğini korumak için gerekli gördüğü teknik bilgi ve verileri Komisyona sunmayı kabul etmek. Bu bilgiler yalnızca ortak savunma ve güvenlik ile halk sağlığı ve güvenliğini koruma amaçları için kullanılacaktır.

c. Bu bölüm uyarınca, ABD yetki alanı dışında bulunan kişi veya faaliyetlere lisans verilemez; ancak, Madde 123 uyarınca düzenlenen işbirliği anlaşması kapsamında üretim veya kullanım tesislerinin ihracı ile Madde 109 hükümleri buna istisnadır. Komisyonun bilgisi veya makul sebebi varsa, yabancı bir kişi, yabancı bir şirket veya yabancı bir hükümet tarafından sahip olunan, kontrol edilen veya hakim olunan herhangi bir kişi, şirket ya da kuruluşa lisans verilemez. Ayrıca, Komisyonun kanaatine göre, lisans verilmesi ortak savunma ve güvenlik ile halkın sağlık ve güvenliğine zarar verecek kişilere lisans verilemez.

d. Bu bölüm veya Madde 104 b. uyarınca verilen her kullanım tesisi lisansı, lisans koşulu olarak, Komisyonun normal işletme için belirlediği izin verilen limitlerin üzerinde fisyon ürünleri salınımına neden olabilecek herhangi bir kaza durumunda, lisans sahibinin derhal Komisyonu bilgilendirmesini gerektirir. Bu koşulun ihlali, Komisyonun takdirine bağlı olarak lisans iptali sebebi olabilir. Bu bölümün yürürlüğe girdiği tarihte yürürlükte olan kullanım tesisi lisansları, Madde 187 uyarınca Komisyon tarafından bu koşulları içerecek şekilde derhal değiştirilecektir.

e. Kanun, nükleer silah üretimini çok açık ve net bir şekilde yasaklamaktadır.

1.2 Lisans Süresi

Anılan kanun maddesine göre her lisans, Komisyon tarafından lisans verilecek faaliyetin türüne bağlı olarak belirlenen ve operasyonların başlamasına izin verilen tarihten itibaren **kırk yılı** aşmayan belirli bir süre için verilir ve bu sürenin sonunda yenilenebilir.

2. Federal Düzenlemeler Kanunu (Code of Federal Regulations - 10 CFR Part 50 ve Part 52)

SMR lisanslama süreci, Nuclear Regulatory Commission (NRC) tarafından yürütülmekte olup Code of Federal Regulations'un 10. Başlığının 50. bölümü madde madde incelenmiştir.¹ Bu düzenlemelere göre SMR lisanslama süreci, bazı temel aşamadan oluşmaktadır:

2.1 10 CFR Part 50

Bu hükme göre nükleer enerji tesisleri için önce inşaat izni verilir. Daha sonra birleşik lisans başvurusu yapılır. Bu süreç, geleneksel lisanslama sürecidir.

2.2 10 CFR Part 52

Daha modern, birleşik lisanslama süreci (Combined License - COL) ve tasarım sertifikasyonları için düzenlemeler içerir. SMR'ler için genellikle bu kısım altında başvuru yapılır.

¹ ABD'de kanun sistematığı ülkemizdekinden farklı olduğundan, başlık numaraları cümle başında yer almaktadır. aşağıda yer alan "10 CFR Part 50" ifadesi, CFR'nin 10. Başlığının 50. Bölümü anlamına gelmektedir.

10 CFR Part 52'ye göre başvurular, tasarımların sertifikalandırılması için yapılmaktadır. SMR'ler için alınacak sertifika, standart tasarım sertifikasıdır.

Tasarım Sertifikası (Design Certification–DC): Reaktörün tasarımı, güvenlik sistemleri, kontrol mekanizmaları ve acil durum senaryoları gibi teknik açılardan kapsamlı bir incelemeye tabi tutulur. Bu aşamada tasarım onaylandığında, farklı sahalarda tekrar teknik değerlendirme yapılmasına gerek kalmaz. Örneğin, NuScale SMR 2020 yılında NRC'den tasarım sertifikası olarak bu süreci başarıyla tamamlamıştır.

Birleşik Lisans (Combined License–COL): Yatırımcılar, tasarımı onaylanmış bir reaktörü belirli bir sahaya kurmak için COL başvurusu yapar. COL, hem inşaat hem de işletme iznini kapsar. İnşaat tamamlandığında, tesisin belirlenen güvenlik kriterlerini karşıladığı gösterildiği takdirde, ek başvuruya gerek kalmadan işletme izni otomatik olarak geçerli olur. **Vogtle Units 3 & 4** projeleri bu modeli kullanmıştır.

Bu yapı, hem yatırımcılar için teknik belirsizliği azaltmakta hem de düzenleyici kurumun yükünü hafifletmektedir. Aynı zamanda, SMR teknolojisinin modüler ve tekrarlanabilir doğasına uygun bir esneklik sunar.

2.3. Başvuruların İdari İncelemesi

Beş üyeden oluşan Nükleer Düzenleme Komisyonu'na (The Nuclear Regulatory Commission) bir başvuru yapıldıktan sonra komisyon, sertifika sürecini başlatacak ve uygulanacak prosedürleri belirtecektir. Komisyon, duruşma yapılarak belgelerin incelenmesine karar verebilir.

Standart tasarım sertifikası başvurusu hakkında bir sertifikalandırma işlemi yürütüldükten ve Reaktör Koruma Tedbirleri Danışma Komitesi tarafından sunulacak raporu aldıktan sonra Komisyon, başvurunun Atom Enerjisi Kanunu ve Komisyon yönetmeliklerine uygun olması ve gereken diğer şartları taşıması halinde başvurunun konusu olan tasarım için bir **standart tasarım sertifikası** düzenleyebilir.

2.4 Saha İzinleri

Üretim veya kullanım tesisi için inşaat izni sahibi, nihai güvenlik analiz raporunun sunulması sırasında bir işletme lisansı için başvuruda bulunacaktır.

Sertifikanın alınmasından sonra erken saha izni verilir. Erken saha ruhsatı verildiği tarihten itibaren en az 10 en fazla 20 yıl geçerlidir.

2.5 Lisanslama

İnşaat izni veya erken saha izni alındıktan sonra lisans başvurusunda bulunulur.

Komisyon, aşağıdakilerin tespit edilmesi halinde, tam süreye kadar bir işletme lisansı verebilir:

- (1) Tesisin inşası, yapı izni ve değiştirilmiş başvuruya, Kanun hükümlerine ve Komisyonun kurallarına ve yönetmeliklerine uygun olarak önemli ölçüde tamamlanmıştır; ve
- (2) Tesis, değiştirilmiş haliyle başvuruya, Kanun hükümlerine ve Komisyonun kurallarına ve yönetmeliklerine uygun olarak işletilecektir; ve
- (3) (i) İşletme ruhsatı ile yetkilendirilen faaliyetlerin halkın sağlığını ve güvenliğini tehlikeye atmadan yürütülebileceği ve (ii) bu faaliyetlerin bu bölümdeki düzenlemelere uygun olarak yürütüleceği hususunda makul güvence mevcuttur; ve
- (4) Başvuru sahibi, bu bölümdeki düzenlemelere uygun olarak işletme lisansı tarafından yetkilendirilen faaliyetlerde bulunmak için teknik ve mali açıdan yeterliliğe sahiptir.

Lisanslandırılmış güç reaktörü veya yakıt tesisi, NRC müfettişi veya bölge yöneticisi tarafından denetlenir.

2.6. Çevre Raporu

Bir nükleer güç reaktörü, test tesisi, yakıt yeniden işleme tesisi veya Komisyon tarafından inşaatının veya işletiminin çevre üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenebilecek diğer üretim veya kullanım tesisi için bir inşaat izni, işletme lisansı, erken saha izni, birleşik lisans veya üretim lisansı başvurusuna, bu bölümün 51. kısmının A alt kısmı uyarınca gerekli olan bir Çevre Raporu eşlik etmelidir.

Bölümün 51. Kısımına göre; Komisyon, bir izin, lisans veya diğer bir yetki belgesi ya da bunların tadili veya yenilenmesi için başvuruda bulunan kişilerden ya da bir kural koyma talebinde bulunan dilekçe sahiplerinden, çevresel bilgi sunmalarını talep edebilir. Rapor, aşağıdaki hususları içermelidir :

1. Önerilen eylemin çevreye etkileri, önemleri ölçüsünde analiz edilir.
2. Uygulama durumunda kaçınılmayacak olumsuz çevresel etkiler açıklanır.
3. Önerilen eyleme alternatifler detaylı biçimde ele alınır ve çevresel etkiler karşılaştırmalı sunulur.
4. Çevrenin kısa vadeli kullanımları ile uzun vadeli verimliliğinin korunması ilişkisi değerlendirilir.
5. Kaynakların geri döndürülemez ve geri alınamaz kullanımı irdelenir.

3. Atık Yönetimi

ABD'deki düzenlemelerde radyoaktif atıklar yönünden düşük seviyeli ve yüksek seviyeli atık bertarafı ayrımı yapılmıştır ve atık yönetimi süreci bu seviyelere göre ayrı ayrı yönetmeliklerle düzenlenmiştir.

B. KANADA'DAKİ HUKUKİ DÜZENLEMELER

1. Nükleer Güvenlik ve Kontrol Kanunu (NSCA)

Kanada'da nükleer enerji tesisleri ve kullanımı ile ilgili genel kanun, Nükleer Güvenlik ve Kontrol Yasası'dır. (SC 1997, c. 9) Bu kanunda nükleer enerjinin kullanımında genel olarak Kanada Nükleer Güvenlik Komisyonu (CNSC – Canadian Nuclear Safety Commission), lisanslar, sorumluluklar, suçlar ve cezalar düzenlenmiştir. SMR'ler dahil tüm küçük ve büyük reaktörler Class I A nükleer tesisler olarak tanımlanmakta; lisanslama süreci bu temel yasaya dayanmaktadır.

2. Düzenleyici Belge (REGDOC – Regulatory Document)

REGDOC, Kanada Nükleer Güvenlik Komisyonu'nun yayımladığı düzenleyici belgelerin (regulatory documents) kısa adıdır. REGDOC, CNSC tarafından yayımlanan rehber niteliğinde düzenleyici hükümler dizisidir. REGDOC'lar kanun veya yönetmelik olmayıp CNSC tarafından lisanslama süreçlerinde resmi referans alınan bağlayıcı belgelerdir. Küçük modüler reaktörler (SMR'ler) bu özel düzenleme ile hukuki dayanağa kavuşmuştur. Düzenleme; küçük modüler reaktör (SMR) tesisinin sahasını hazırlama, inşa etme, işletme veya devre dışı bırakma lisansı başvurusunu desteklemek amacıyla Kanada Nükleer Güvenlik Komisyonu'na (CNSC) sağlanması gereken bilgiler hakkında rehberlik sağlamakla birlikte küçük modüler reaktör sahipleri için ek bilgiler de içermektedir.

2.1. Lisanslama

Kanada'da SMR lisansı almadan önce hem teknik anlamda hem de çevresel anlamda bazı belgelerin alınması gerekmektedir. Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) tarafından uygulanan lisanslama sistemi, tasarım ön değerlendirme sürecine güçlü vurgu yapar. Bu süreç, Vendor Design Review (VDR) olarak adlandırılır ve gönüllülük esasına dayanır.

Terrestrial Energy (IMSR) ve **GE Hitachi (BWRX-300)** gibi birçok firma, tasarım ön değerlendirme sürecine başvurmuştur. Bu süreç, tasarımcıya teknik eksikleri önceden giderme şansı verirken, CNSC'nin de yeni teknolojilere hazırlık yapmasına olanak tanır.

2.1.1 Ön Lisans İncelemesi (VDR Süreci)

Başvuru/teklif sahibi genellikle bir lisans başvurusunda bulunmadan önce, reaktör tasarımı ön lisans incelemesine tabi tutulur. Bu aşama VDR aşaması olarak adlandırılır. VDR, lisansla

sonuçlanmasa da bir reaktör tasarımının genel güvenlik ilkeleriyle uyumlu olup olmadığını değerlendirir. Süreç üç aşamadan oluşur:

- 1) Güvenlik yaklaşımının genel değerlendirmesi,
- 2) Teknik sistem bazlı analizler
- 3) Lisans başvurusuna hazırlık.

Bununla birlikte başvuru, lisans başvurusuyla aynı anda da ön lisans sürecine girebilir. Bu süreçlerde sözleşme yapılmaktadır. Ancak bu süreç bir lisanslama süreci olmayıp CNSC (Komisyon) tarafından herhangi bir karar alınmasını gerektirmez ve CNSC'nin potansiyel bir projeye ilgili karar almasını engelleyebilecek herhangi bir kararla sonuçlanmaz. VDR, lisanslama sürecinden ayrıdır ve birincil amacı, teklif sahibini tasarımın genel kabul edilebilirliği konusunda bilgilendirmektir.

VDR sürecinde CNSC, satıcıyla sabit bir iş kapsamına dayalı bir hizmet sözleşmesi yapar ve bu sözleşme kapsamında satıcı, Kanada düzenleyici gereklilikleri ve tasarımının evrimleştiği bu gereklilikleri nasıl karşılayabileceği konusunda kapsamlı bir anlayışa sahip olabilir. Benzer şekilde, bu sözleşme CNSC'nin sunulan belirli teknoloji hakkında daha iyi bir anlayış geliştirmesine yardımcı olur.

2.1.2 Çevresel İnceleme

REGDOC'un 24. maddesinin 4. Fıkrasına göre; SMR faaliyeti yürütülürken, çevrenin korunması, kişilerin sağlığı ve güvenliği, ulusal güvenliğin sürdürülmesi ve Kanada'nın kabul ettiği uluslararası yükümlülüklerin uygulanması için gerekli tedbirler alınmak zorundadır.

2.1.3 İnşaat Lisansı

NCSA'nın 26. maddesinin f bendine göre nükleer enerjiyle çalışan bir aracı inşa etmek, işletmek, devre dışı bırakmak veya terk etmek ya da nükleer enerjiyle çalışan bir aracı Kanada'ya getirmek faaliyetleri, ancak lisans alınmasıyla mümkündür.

REGDOC 2.1.1'e göre Reaktör Tesisi İnşaat Lisansı, Kanada'da bir reaktör tesisi inşa etmek için CNSC'ye başvuruda bulunup lisans almayı zorunlu kılmaktadır.

2.1.4 Lisans Başvurusundan Önceki Hazır Bulundurulması Gereken Belgeler

Lisans başvurusundan önce; proje tanıtım dosyasının, çevresel etki raporunun, çevresel koruma programının, reaktör tasarımı ve güvenlik dosyasının, yönetim sistemi dokümanının, yerli-halk danışma kayıtlarının ve atık yönetim planının CNSC'ye sunulması gerekmektedir.

2.1.5 Lisans Başvurusu

Tüm lisans başvuruları onay için CNSC'ye sunulur. Lisans başvurusunda bulunurken, teklif sahibi önerilen faaliyetlerin güvenli bir şekilde nasıl yürütüleceğine ve tüm geçerli gereklilikleri nasıl karşılayacağına dair açıkça ifade edilmiş açıklamalar sağlamalıdır.

CNSC lisanslama sürecinde kademeli bir yaklaşımın uygulanabileceğini kabul etmektedir. Kademeli yaklaşımda Kanada'nın kabul ettiği sağlık, emniyet, güvenlik, çevre ve uluslararası yükümlülüklerin uygulanmasına ilişkin göreceli riskler bir tesis veya aktivitenin özellikleri değerlendirilir.

Komisyon, derecelendirilmiş bir yaklaşımı yansıtan başvuruları değerlendirirken, birincil düşüncesi riskin makul bir seviyede olduğunun gösterilmesini sağlamaktır. Buna şunlar dahildir:

1. Düzenleyici gereklilikler karşılanmalıdır.
2. Temel güvenlik fonksiyonları yeterli olmalıdır.
3. Risk ihtimallerinin gerçekleşmesi halinde yapılacaklar bakımından derinlemesine savunma gösterilmiş olmalıdır.
4. Güvenlik marjları uygun ve tesisin yaşam döngüsü boyunca belirli tehlikelerle uyumlu olmalıdır.

2.1.6 Lisans Süresi

NSCA'nın 24. maddesine göre; CNSC, lisans sahibinin, lisansta belirtilen süre boyunca, kanununun 26(a) ila (f) maddelerinden herhangi birinde tanımlanan herhangi bir faaliyeti yürütmesine yetki veren lisans sınıfları belirleyebilir. Buna göre SMR'lerin lisanslanmasında genel olarak bir süre kısıtlaması bulunmamaktadır. Bununla birlikte lisanslar uygulamada 1 yıldan 10 yıla kadar verilebilmektedir.

2.2. Radyasyon Koruması

Radyasyon koruması, Radyasyon Koruması Yönetmelikleri uyarınca bir radyasyon koruma programının uygulanmasını kapsar. Bu program, bireylerin aldığı kontaminasyon (kirlenme/bulaşma) seviyelerinin ve radyasyon dozlarının makul ölçüde elde edilebilecek en düşük seviyede (ALARA – As Low As Reasonably Achievable)² izlenmesini, kontrol edilmesini ve bu seviyede tutulmasını sağlamalıdır.

Bu Güvenlik ve Kontrol Alanı (SCA) aşağıdaki özel alanları kapsamaktadır:

1. ALARA'nın uygulanması, bir diğer ifadeyle radyasyon dozlarının makul ölçüde en düşük düzeyde izlenmesi,

² "Makul Ölçüde Ulaşılabilir En Düşük Düzeyde" olarak Türkçe'ye çevrilebilen **ALARA ilkesi**, radyasyona maruziyetin **yasal sınırların altında tutulmasının yetmediği**, bunun ötesinde maruziyetin **teknik, ekonomik ve sosyal olarak makul olan en düşük seviyeye indirilmesi** gerektiğini vurgulamaktadır.

2. İşçi doz kontrolü,
3. Radyasyon koruma programı performansı,
4. Radyolojik tehlike kontrolü,
5. Halkın maruz kalabileceği öngörülen tahmini dozun aşıp aşılmadığının kontrol edilmesi.

2.3. Çevre Koruma

Kanada Çevre Koruma Yasası ve Kanada Çevresel Değerlendirme Yasası genel düzenlemeler olmakla birlikte SMR'ler konusunda çevresel önlemler REGDOC'ta yer almaktadır. REGDOC'a göre, çevreyi korumak CNSC'nin yetki alanının bir parçasıdır. CNSC, lisans kararları verilirken tüm lisanslı faaliyetlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesini ve dikkate alınmasını sağlamakla yükümlüdür. Bu, lisans sahibinin lisanslı bir faaliyet yürütürken çevrenin ve kişilerin sağlık ve güvenliğinin korunması için yeterli tedbirleri alıp almayacağına ilişkin Komisyonun kararını desteklemek için kullanılan bilgilerin bir incelemesidir.

REGDOC 2.1.9'a göre Çevre Koruma hususunda Güvenlik ve Kontrol Alanı (SCA) Programları, tesislerden veya lisanslı faaliyetlerden kaynaklanan tüm radyoaktif ve tehlikeli madde salımlarını ve bunların çevre üzerindeki etkilerini tespit eden, kontrol eden ve izleyen programları kapsar.

Bu Program; atık su ve emisyon kontrolü (salınımlar), çevre yönetim sistemi, değerlendirme ve izleme, halkın korunması, çevresel risk değerlendirmesi özel alanlarını kapsamaktadır.

Çevre Koruma Programını ve bu Programa verilmesi gereken önemi değerlendirirken başvuru sahibi; hassas yaşam alanlarına ve halka yakınlık, çevresel yollar (hava, su, toprak koşulları, atıklar), operasyon türü (yerinde yakıt ikmali, atık depolama, vb.), salınımların kimyasal özellikleri (tipleri ve konsantrasyonları), yayın hacmi, tesis türleri, tesisin yaşı, çevresel risk değerlendirme sonuçları hususlarını dikkate almalıdır.

2.4. Atık Yönetimi ve Kontrolü

CNSC'nin atık yönetimi konusuna verdiği önem bakımından, başvuru sahibi; atık kategorileri (sıvı, katı, karışık atık), atık sınıfları (düşük, orta ve yüksek), atık hacmi, yerinde atık işleme, yerinde depolama, finansal garantilerden oluşan hususları dikkate almalıdır.

Genel Nükleer Güvenlik ve Kontrol Yönetmeliği'nin 3(1)(j) paragrafına göre;

"Lisans başvurusu şu bilgileri içerecektir:

(j) lisans verilecek faaliyetten kaynaklanabilecek herhangi bir radyoaktif atık veya tehlikeli atığın adı, miktarı, biçimi, kökeni ve hacmi, lisans verilecek faaliyetin sahasında depolanabilecek, yönetilebilecek, işlenebilecek veya bertaraf edilebilecek atıklar dahil ve bu atığın yönetimi ve bertarafı için önerilen yöntem"

Genel Nükleer Güvenlik ve Kontrol Yönetmeliği'nin 3(1.1)(b) paragrafına göre, "Komisyon veya Kanunun 37(2)(c) paragrafı uyarınca yetkilendirilmiş bir görevli, Komisyon veya görevlinin, başvuranın [...] (b) bu faaliyeti yürütürken çevrenin korunması, kişilerin sağlığı ve güvenliği ve ulusal güvenliğin sağlanması ve Kanada'nın kabul ettiği uluslararası yükümlülüklerin uygulanması için gereken önlemler için yeterli tedbirleri alıp almayacağını belirlemesini sağlamak için gerekli olan diğer bilgileri talep edebilir."

Ayrıca Etki Değerlendirme Kanunu'nun 2.maddesinde tanımlaması yapılmış “**analist**”, SMR'lerin denetlenebilmesi için CNSC tarafından atanabilmektedir. Böylece SMR'lerin atık kontrolü, ülkenin hukuki düzenlemelerine uygun olarak gerçekleştirilmektedir.

C. RUSYA'DAKİ HUKUKİ DÜZENLEMELER

Rusya'da mevcut nükleer santrallerin durumu ve geliştirilmesi, programların planlanması ve karar alınması, santrallerin emniyet ve güvenlik bakımlarından geliştirilmesi ve gelişmiş nükleer santrallerin kullanıma adapte edilmesi hususlarında, Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu nezdinde Ülke Nükleer Güç Profilleri (Country Nuclear Power Profile) düzenlemesi kabul edilmiştir. **170 Numaralı Federal Nükleer Enerji Kanunu –(21 Kasım 1995)**

(Federal Law No.170 of 21 November 1995 On The Use Of Atomic Energy)

Anılan kanun 2001 yılında değişikliğe uğramış olup Rusya'da nükleer enerji kullanımı bu kanunla düzenlenmiştir. Kanun'un 3. Maddesine göre nükleer tesisler, nükleer reaktörler içeren yapılar ve kompleksler, atom enerji santralleri, gemiler ve diğer araçlar, uzay araçları ve uçan araçlar, diğer taşıma ve taşınabilir tesisler bu kanunun uygulama alanıdır.

Kanun'un 10. Maddesine göre nükleer enerji politikası Federal Yürütme Organının Yetkileri kapsamında olup bahsi geçen organın görevleri; “Devlet nükleer politikası ile ilgili temel kararları almak; nükleer santrallerin, radyasyon kaynaklarının, nükleer materyal ve atık depolarının yer seçimi, inşası ve işletimine yönelik düzenleyici şartları onaylamak ve uygulamak; bu kapsamda lisanslama, denetim ve güvenlik standartlarını geliştirmek; nükleer tesislerin güvenliğinin sağlanması amacıyla gerekli normları düzenlemek ve bunlara uyulmasını sağlayacak kontrolleri yürütmek” şeklinde belirtilmiştir.

Rusya'da SMR'lerin kullanımı konusunda özel hukuki düzenleme yapımı süreci devam etmektedir.SMR'ler reaktör tesisi kapsamına girmekte olduğundan, SMR'lerin kullanımı konusunda Federal Nükleer Enerji Kanunu uygulanmaktadır.

1.1 Lisans

Kanun'un 32. Maddesine göre Nükleer Tesislerin, Radyasyon Kaynaklarının ve Depolama Noktalarının İşletmeye Alınması ve Devreye Alınması Nükleer tesisler, radyasyon kaynakları ve depolama noktaları, atom enerjisi kullanan söz konusu tesislerin tasarımında öngörülen

üretim ve evsel amaçlı tesislerle birlikte işletmeye alınır. Nükleer tesisler, radyasyon kaynakları ve depolama noktaları, işletme kuruluşlarının, bunların işletilmesi için ilgili devlet güvenlik düzenleme organları tarafından verilen izinlere (lisanslara) sahip olması halinde işletmeye alınır. SMR dahil tüm nükleer tesisler için çevresel etki değerlendirmesi dahil gerekli tüm düzenlemeleri yapan ve lisansları veren resmi otorite Rosatom'dur.

Rusya, nükleer projelerde daha merkezî ve hızlandırılmış bir lisanslama modeli uygulamaktadır. Rostechnadzor tarafından yürütülen süreçte, sahaya özel teknik ve güvenlik incelemeleri yapılır. Dünyanın ilk ticari SMR'si olan Akademik Lomonosov (yüzer nükleer santral) bu modelle lisanslamıştır. Karasal SMR projeleri olan RITM-200 için de benzer süreçler işletilmektedir.

Ancak Rusya'da batıdaki ülkelerde olduğu gibi bağımsız bir tasarım sertifikası sistemi bulunmamakta; lisanslama daha çok saha-temelli yürütülmektedir.

1.2 Çevre Koruma

Kanunun 30. maddesi, Rusya'da nükleer tesislerin, radyasyon kaynaklarının ve depolama noktalarının nerede ve nasıl inşa edileceğine dair temel güvenlik kurallarını düzenlemektedir. Bu tesislerin yer seçimi ve inşası konusunda ekonomik, savunma, çevresel ve sosyal faktörlerin dikkate alınacağı, projelerin çevresel etki açısından değerlendirileceği belirtilmektedir. Tüm inşaat faaliyetleri, devletin yetkili kurumu olan Rosatom tarafından denetlenmektedir.

1.3 Radyasyon Koruması

Kanunun 59. maddesi, çevreye radyasyon nedeniyle verilen zararların tazmininden işletmeci kuruluşun sorumlu olduğunu belirtmektedir. Bu tür zararlar için dava açma yetkisi, çevre korumadan sorumlu devlet organlarının yetkilendirdiği kamu kurumlarına aittir.

1.4 Atık Yönetimi ve Kontrolü

Federal Nükleer Enerji Kanunu Madde 44'e göre nükleer maddeler, radyoaktif maddeler ve radyoaktif atıkların işlenmesi alanındaki devlet politikası, bu maddelerin kabulü, oluşumu, kullanımı, fiziksel korunması, toplanması, kaydı ve muhasebesi, taşınması ve depolanması sorunlarının kapsamlı şekilde çözülmesini sağlamayı amaçlar. Nükleer maddeler, radyoaktif maddeler ve radyoaktif atıkların işlenmesi alanındaki devlet politikası, bu Federal Yasa ve nükleer maddeler, radyoaktif maddeler ile radyoaktif atıkların işlenmesinin düzenlenmesine ilişkin diğer yasalar tarafından belirlenir.

D. ÇİN HALK CUMHURİYETİ'NDEKİ HUKUKİ DÜZENLEMELER

Çin'de, Nisan 2025'te Ulusal Halk Kongresi'nin (NPC) ikinci incelemesinden geçen Atom Enerjisi Yasası taslağı yasama onay sürecindedir. SMR'lerin dünya genelinde kullanımı ve yaygınlaşması sebebiyle Çin, ülkemizin de katılımcı olduğu uluslararası etkinlikler düzenlemektedir. Bu etkinliklerde SMR'lerin kullanıma uygun hale getirilmesi konusunda

düşünceleri sürdürülmektedir. Halihazırda SMR'lere yönelik bu tarz çalışmalar sürdürülmektedir ve SMR'lere ilişkin mevzuat hazırlık aşamasındadır. Bu nedenle çalışmamızın bu kısmında, genel kanun olan NSL'de yer alan düzenlemelere değinilecektir.

1. Nükleer Güvenlik Yasası (Nuclear Safety Law)1 Ocak 2018'de yürürlüğe giren kanunda Çin sınırları ve yargı alanındaki tüm nükleer tesisler, nükleer maddeler ve radyoaktif atıklar ile nükleer enerjinin yönetim, sorumluluk ve denetimi düzenlenmektedir.

1.1 İzinler

Kanun'a göre, lisanslama sürecine geçmeden önce inşaat izni alınmaktadır. İnşaat süreleri 5–10 yıla yayılabilir, ancak resmi olarak "en fazla 10 yıl" kuralı bulunmamaktadır; uzatım için başvurulabilir.

1.2 Lisans

İşletme lisansı, tasarım ömrü esasına dayalıdır. Bu süre genellikle 30–40 yıl olmakla birlikte, süre bitmeden önce yeniden değerlendirme ile uzatma yapılabilir. SMR'lerin lisanslama süreci, geleneksel yöntemlerle sürdürülmektedir. Kanun'a göre yer seçimi, inşaat, işletme ve devre dışı bırakma aşamaları için ayrı lisans gerekmektedir. Denetim Devlet Konseyi'ne bağlı Nükleer Güvenlik Dairesi'ne aittir. Bu daire aynı zamanda ulusal güvenlik planları da oluşturmaktadır. Daireye bağlı teknik destek birimleri lisans incelemesi yapmakta, uzman komite danışmanlık hizmeti sunmaktadır.

1.3 Çevre Koruma

Nükleer madde kullanan işletmelerin, hırsızlık, kayıp veya kötüye kullanımı önlemek için fiziksel güvenlik, muhasebe ve gizlilik sistemleri kurmaları zorunludur.

Nükleer tesis işletmecileri; atık su ve çevresel radyasyon izleme verilerini kamuya açıklamak zorundadır.

İşletmeci, tesis çevresinde radyonüklid türleri ve konsantrasyonlarını izlemeli, bu verileri zamanında ve doğru şekilde bildirmelidir. Aksi halde 100.000 – 500.000 Yuan arasında para cezası uygulanır.

1.4 Atık Yönetimi ve Kontrolü

Kanun'a göre atıklar düşük/orta ve yüksek düzeyli olarak sınıflandırılır. Düşük/orta düzeyli atıklar: yüzeye yakın veya orta derinlikte bertaraf edilir. Yüksek düzeyli atıklar: derin jeolojik alanlara gömülür. İşletmelerin atık miktarını azaltmaları ve güvenli şekilde bertaraf etmeleri zorunludur.

V. TÜRKİYE'DE KÜÇÜK MODÜLER REAKTÖRLERİN DURUMU ve ÖNERİLER

Temmuz 2025 tarihi itibarıyla Türkiye'de küçük modüler reaktörler henüz kullanıma başlamış değildir. Ancak, bu teknoloji Türkiye'nin enerji planlamasında potansiyel bir seçenek olarak değerlendirilmekte ve çeşitli kurumlar tarafından takip edilmektedir. Türkiye'de hâlihazırda NDK tarafından yürütülen lisanslama yapısı, Akkuyu NGS tecrübesiyle büyük ölçekli reaktörlere uygundur.

TÜBİTAK tarafından yayımlanan 2024 yılı faaliyet raporunda küçük modüler reaktörler, füzyon teknolojileri ve ileri nesil reaktörler gibi yeni teknolojilere yönelik çalışmalar yapmak, ülkemizin On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) arasında yer almakla birlikte aynı raporda nükleer teknoloji alanında yerli ve yenilikçi uygulamalar geliştirilmesi amacıyla Ar-Ge çalışmalarının destekleneceği, ilave nükleer güç santrali kapasitesi oluşturmak için küçük modüler reaktör teknolojilerine yönelik girişimlerin hızlandırılacağı hususu, Orta Vadeli Program (2024-2026) arasında yer almaktadır.

Bu kapsamda yukarıda belirtilen ülke mevzuatlarından ABD'nin yanında özellikle Kanada'nın detaylı ve sistematik hukuki düzenlemelerinden faydalanılarak ülkemizde de gerekli hukuki düzenlemelerin yapılması önerilebilir.

SMR teknolojisinin seri üretime dayalı, modüler ve esnek doğası göz önüne alındığında, Türkiye için de **iki aşamalı bir lisanslama modeli** uygundur:

Tasarım Ön Değerlendirme / Tip Onayı (ABD DC / Kanada VDR benzeri): Bu model ile NDK tarafından geliştirilecek teknik kriterlere göre tasarımın güvenlik uygunluğu değerlendirilir. Süreç sonunda bağlayıcı olmayan, ancak yönlendirici bir "ön değerlendirme görüşü" verilir.

Birleşik Lisanslama (ABD COL benzeri): Tasarımı önceden onaylanan bir SMR, saha bazlı çevresel ve güvenlik değerlendirmeleri ile birlikte tek bir başvuru ile hem inşaa hem işletme lisansı alabilir. Bu model hem yatırım sürecinin önünü açar hem de düzenleyici kurumun teknik denetim kapasitesini odaklı şekilde kullanmasını sağlar. Uluslararası iş birlikleri (IAEA, NRC, CNSC vb.) ile süreç desteklenebilir.

SONUÇ

Nükleer enerjinin gerek ticari gerekse evsel mahiyette günlük kullanımları açısından SMR'ler büyük önem arz etmektedir. Dünya çapında genişleyen enerji ihtiyacı göz önünde bulundurulduğunda, nükleer enerjinin kontrollü kullanımı sayesinde temiz enerji kaynağı olarak görülebileceği ve kullanımının yaygınlaşabileceği kanaati mevcuttur.

Bu kapsamda çalışmamızda; dünyada ekonomik ve teknolojik anlamda önde gelen ülkeler olan ABD, Kanada ve Rusya'nın nükleer enerji mevzuatları dahil SMR'ler için var olan mevzuat hükümleri incelenmiş, henüz yerleşik mevzuatı bulunmayan ancak bu konuda nitelikli uluslararası çalışmalar yürütüp yeni yasa hazırlama sürecinde olan Çin'e değinilmiştir. Çalışmamız kapsamında Türkiye için hukuki düzenlemeler konusunda örnek alınacak ülke mevzuatları bakımından önerilerde bulunulmuş ve ülkemizde SMR'ler konusunda atılması planlanan adımlara değinilmiştir.

Alternatif ve temiz enerji kaynağı olan SMR'lerin enerji sektörünü kökten değiştirme potansiyeli bulunmakla birlikte kullanımı açısından ülkemizde mevzuat hükümlerine duyulan ihtiyacın yakın zamanda karşılanmasına yönelik çalışmalar sürmektedir.

KAYNAKÇA

Enerjide Son Seçim: Nükleer Enerji Metin Yıldırım* ve İbrahim Örnek1 1Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 27310 Gaziantep

<https://www.govinfo.gov/content/pkg/COMPS-1630/pdf/COMPS-1630.pdf>

<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part052/full-text.html>

Radioactive Waste From Uranium Mining and Milling :

<https://www.epa.gov/radtown/radioactive-waste-uranium-mining-and-milling>

Government of Canada, REGDOC 1.1.5 <https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/acts-and-regulations/regulatory-documents/published/html/regdoc1-1-5/>

https://www.wto.org/english/thewto_e/acc_e/rus_e/wtaccrus58_leg_269.pdf

<https://www.caea.gov.cn/english/n6759361/n6759362/c6792991/content.html>

<https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-holds-first-training-course-on-nuclear-law-in-china>

https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/2025-03/TUBITAK_2024_Yili_Faaliyet_Raporu.pdf

Bize ulařın

Nükleer Enerji uygulamaları ve regülasyonu ile ilgili sormak istediđiniz sorular için info@clapartners.net adresine e-posta gönderebilirsiniz.

Web: www.clapartners.net

Tel: 0312 440 70 75

Adres: Uđur Mumcu cad. No:64 GOP Çankaya Ankara