



## Araştırma Makalesi • Research Article

# Nükleer Güç Santrallerinin Ulusal Güvenlik Unsurları Yönünden İncelenmesi ve Nükleer Güç Santrallerinde Kolluk Uygulamaları

## Investigation of Nuclear Power Plants For National Security Components And Application Of Non-Power Plants

Salih Özer <sup>a,\*</sup>, Özgür Güngör <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Dr. Öğr. Üyesi Salih ÖZER, Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Muş/Merkez.  
ORCID: 0000-0002-6968-8734

<sup>b</sup> Yüzbaşı, Muş Varto İlçe Jandarma Komutanlığı, Muş/Merkez.  
ORCID: 0000-0001-6507-3022

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 18 Eylül 2019  
Düzeltilme tarihi: 20 Nisan 2020  
Kabul tarihi: 02 Mayıs 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Nükleer Güç Santrali  
Kolluk  
Güvenlik  
Nükleer Enerji

### ÖZ

Elektrik enerjisi, bir ülkede sanayinin ve hayatın devamı için önemli bir gereçtir. Enerjinin yerli ve milli kaynaklarla elde edilmesi ve devamlılığının sağlanması çok daha önemlidir. Türkiye, enerji arz güvenliğinin sağlanması amacıyla nükleer santrallerden elektrik üretilmesi ile ilgili adımlarını atmaya başlamıştır. Bu amaçla da Akkuyu ve Sinop Nükleer Güç Santralleri yapımı başlanmıştır. Her ne kadar enerji arz güvenliği açısından nükleer enerji vazgeçilmez bir kaynak ise de bazı hususların dikkatle incelenmesi gerekmektedir. Çünkü nükleer enerji kaynağı olan radyoaktif maddeler her türlü canlı varlığına yönelik doğal bir tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışma da Türkiye’de kurulmaya başlanan nükleer güç santrallerinin oluşturduğu risk ve tehditlere yönelik asayiş ve kamu düzeni ile genel güvenliği sağlamaya yönelik görev alan kurumların bu konudaki alınması gereken tedbirlere yönelik önerileri sıralamaktadır.

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 0518 September 2019  
Received in revised form 20 April 2020  
Accepted 02 May 2020

#### Keywords:

Nuclear Power Plant  
Law Enforcement  
Security  
Nuclear energy

### ABSTRACT

Electrical energy is an important tool for the continuation of industry and life in a country. Obtaining and maintaining energy with domestic and national resources is even more important. In order to ensure the security of energy supply, Turkey has started to take steps related to the production of electricity from nuclear power plants. For this purpose, the construction of Akkuyu and Sinop Nuclear Power Plants has been started. Although nuclear energy is an indispensable resource in terms of energy supply security, some issues need to be carefully examined. Because radioactive substances, which are a source of nuclear energy, pose a natural threat to all types of living beings. This study also lists proposals for measures to be taken by institutions tasked with ensuring public order and general security for the risks and threats posed by nuclear power plants that have started to be established in Turkey.

## 1. Giriş

Artan nüfus ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak enerji tüketimi ve enerjiye duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmakta ve ülkeler bu bağlamda enerji arz güvenliğini sağlamak üzere çeşitli enerji kaynaklarına yönelmektedir (Yılmaz, 2012: 34; Esen, 2016: 281-289).

Enerji arzını sağlamak üzere Türkiye’de hâlihazırda katı, sıvı ve gaz ve fosil enerji kaynakları yanında hidroelektrik, rüzgâr, güneş, jeotermal, bioenerji türleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaktadır. Buna rağmen Türkiye enerji üretiminde dışa bağımlılığını sürdürmektedir (Aykırı, 2017: 50-62). Öyle ki 2020 yılının Şubat ayındaki son rakamlara göre Türkiye tükettiği elektriğin %65’ni ithal etmektedir. Bu

\* Sorumlu yazar/Corresponding author.  
e-posta: s.oz@alparslan.edu.tr

ithalatın içerisinde dolaylı üretim yöntemi olan doğalgaz, kömür ve petrol kökenli yakıtlarından üretilmiş elektrik enerjisi de dahildir (TMMOB, 2020).

Türkiye, birçok alanda enerji yatırımlarını artırmasına rağmen bazı kaynaklardan elektrik üretim maliyetleri son derece yüksektir. Özellikle petrol ve türevi fosil tabanlı enerji kaynaklarına dayalı enerji üretim yöntemi, ekonomik olmamakla birlikte, Türkiye'nin içeride ve dışarıda meydana gelebilecek savaş gibi muhtemel her sıkıntılı durum ülkeyi olumsuz etkileyebilecek sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle ülke topraklarında üretilebilecek yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktadan hareketle, enerji kaynakları sınırlı olan net enerji ithalatçısı konumundaki Türkiye'nin enerji arz güvenliğini sağlamak adına enerji çeşitliliğinin artırılması ve dışa bağımlılığın azaltılması için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin açığa çıkarılması, geliştirilmesi ve iyileştirilmesi büyük önem arz etmektedir (Bayrak ve Esen, 2014:139-158; Esen, 2016)

Enerji sanayinin bel kemiğini oluşturduğu için bunun sürekli ve güvenilir şekilde temin edilmesi de ülkemizin ekonomik olarak gelişmesinin bir başka ayağıdır.

Enerji arzında dışa bağımlılığı asgari düzeye indirmek ve ülke genelinde enerji arz güvenliğini sağlamak üzere Türkiye, mevcut kullanımda olan enerji kaynaklarına nükleer enerjiyi de eklemek üzere Sinop ve Akkuyu Nükleer Güç Santralleri yapımına başlamıştır. Trakya İğneada nükleer tesis yapımı için fizibilite raporunu hazırlamıştır (TAEK, 2019a). Ülkemizde hali hazırda devam eden Akkuyu ve Sinop nükleer güç santrallerinin tamamlanması ile birlikte 1 yılda yaklaşık 80 milyar kWh elektrik enerjisinin üretilmesi beklenmektedir (ROSATAM, 2010; Akkuyu, 2017). Bu rakam ülkemizdeki en büyük barajlardan birisi olan Atatürk barajındaki elektrik enerjisi üretiminde kat be kat fazladır.

## 2. Nükleer Güç Santrallerinde Elektrik Enerjisi Üretimi

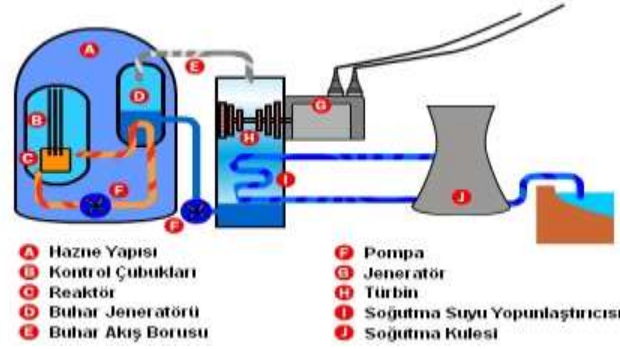
Bu bölümde sadece nükleer enerji santrallerindeki elektrik üretimi kısaca ifade edilmeye çalışılmıştır.

Nükleer santral güç çevrimleri, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan gelişmiş teknolojik yöntemlerden birisidir. Çalışma prensibi incelendiğinde esasen nükleer reaksiyon sonucu ortaya çıkan ısı enerjisinin türbinlerde kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile bir alternatörden elektrik enerjisi üretimi prensibine dayalıdır (TAEK, 2019a). Bu haliyle bu santrallerin termik santraller grubuna dahil olduğu söylenebilmektedir. Nükleer ve termik (kömür ve petrol ürünleri yakan) santraller arasında en büyük fark ısı kaynağıdır. Termik santrallerde fosil kökenli yakıt olan kömür kullanılır. Kömürün yakılması ile elde edilen ısı kazanda suyun buharlaştırılmasında kullanılır. Buharın ısı enerjisi türbinde mekanik enerjiye ve mekanik enerji de alternatörlerde elektrik enerjisine dönüştürülerek üretim gerçekleştirilir (Kaymak, 2008: 1-14).

Nükleer santraller ise biraz daha farklı olarak ısıyı nükleer tepkime çekirdeğinden almaktadır. Bu alandaki elektrik üretimine yönelik ilk çalışmalar 1951 yılında ABD yapımı hızlı üreten reaktörde gerçekleştirilmiştir. Elektrik üretiminin gerçekleştiğini gören ülkeler hızlıca profesyonel santralleri inşa etmeye başlamış ve 1955 yılı civarında ilk nükleer santrallerden olan; Obninsk RUSYA'da, Shippingport

ABD'de, Calder Hail İngiltere'de ve Marcoule Fransa'da işletmeye alınmıştır (Sarıcı, 2019),

Örnek bir nükleer güç santralinin çalışma şeması şekil 1'de verilmeye çalışılmıştır.



Şekil 1. Nükleer Enerji tesisi şematik resmi (TAEK, 2019a; TMMOB 2011).

Nükleer güç santralinde yakıt olarak zenginleştirilmiş uranyum ve toryum kullanılmaktadır. Uranyumun fisyon tepkimesine girerek bölünmesi sonucunda reaktörde yüksek miktarda enerji açığa çıkartma özelliği vardır. Fisyon tepkimesi ile bölünmeye başlayan uranyum çekirdeklerinden çıkan nötronlar çok yüksek bir hızla Uranyum elementinin çekirdek merkezine çarpmaya başlar. Bu çarpışmalar Uranyum çekirdeğini kararsız hale gelmesine neden olur. Kararsız hale gelen çekirdekten başlayan kopmalar ile birlikte büyük bir enerji açığa çıkartarak fisyon tepkimesine neden olur (EİA, 2019a). Bu tepkime sonucunda ortamda hızla oluşan nötronlar yayılmaya başlar ve her önüne gelen Uranyum elementine çarpmaya devam eder. Bu çarpma anından sonra oluşan tepkime zinciri ortamdaki her uranyum atomunun tepkimeye girmesine neden olur. Tepkimeler ilk başladığında eğer kontrol edilmezse durdurulamaz duruma gelir. Bu nedenle bu zincirleme reaksiyonları kontrol etmek için reaktörlerde fazla nötronları tutmaya yarayan ve fisyon tepkimesine girmesini engelleyen üniteler mevcuttur. Bu üniteler sayesinde tepkimeler kontrollü bir şekilde sağlanarak uranyum elementinden güvenilir şartlar dâhilinde elektrik enerjisi üretilmesi mümkün oluyor (EİA, 2019b; Hyper, 2015).

Uranyumun fisyon tepkimesine girmesiyle açığa çıkarılan ısı enerjisi, içerisinde bulunduğu suyun yüksek basınç altında aniden yüksek sıcaklıklı buhar olmasını sağlar. Yüksek basınç altında ısıtılan buhar, elektrik üretme sistemine bağlı türbinlere verilir. Burada işlem artık tamamen bir hidroelektrik santralindeki elektrik üretim aşaması gibidir. Türbin kanatçıklarına çarpan yüksek enerjili buhar, alternatörün istenilen devirde dönerek elektrik enerjisinin üretilmesini sağlar. Alternatörde üretilen elektrik ise iletim hatları vasıtasıyla kullanılacağı yerlere gönderilir. Elektrik üretim aşamasından sonra türbinden çıkan basınçlı fakat sıcaklığı düşmüş buhar, tekrar kullanılmak üzere yoğunlaştırıcıya gönderilir. Buradan yoğunlaşarak su haline gelmesi sağlanır ve tekrar kullanılmak üzere tepkimenin asıl gerçekleştiği ısı üretim bölümüne gönderilir. Bu ısınma ve yoğunlaşma işlemleri birbirini takip eden bir düzende sonsuz döngü şeklinde devam eder (Özkan, 2019).

## 3. Nükleer Enerji Üretiminde Güvenlik Riskleri

Nükleer tepkimelerden enerji üretimi her ne kadar güvenilir görünse de gerekli tedbirlerin alınmaması geri dönülemez sonuçlar ortaya çıkartabilir. Çünkü radyoaktif maddeler ve bu

maddelerin atıkları DNA zincirinde bozulmaya neden olabilmektedir. Bunun yanında maruz kalma düzeyine bağlı olarak insan DNA'sında değişikliğe sebep olarak hücrelerin yok olmasına, kanser vakalarına, genetik değişimlere ve mutasyona uğrama şeklinde her türlü canlılığın sağlığına yönelik bir tehdit oluşturabilmektedir. Bu nükleer maddeler silah olarak kullanılması durumunda ısı, blast ve radyasyon etkileriyle kitle imha silahı tehlikesi yaratabilmektedir (Yeyin, 2015: 139-143).

Nükleer tehditler, nükleer malzemelerin parçalanması (filyon) veya iki atomun birleşmesi (füzyon) sonucu yıkıcı basınç dalgasının, kör edebilecek kuvvetli ışığın, öldürücü radyasyonun, yüksek ısının açığa çıktığı ve radyoaktif maddelerin kilometrelerce etrafa yayıldığı durumları ifade etmektedir (Manisalgil ve Yurt, 2018:50-53).

Genel olarak enerji kaynakları, enerji depolama tesisleri, enerji üretimi ile ilgili santraller ve enerji nakil hatları ülkelerin güvenlik ve savunmasında önemli yer tutan kritik tesisler arasında yer almaktadır (Akgün, 2012: 20-80). Askeri bir bakış açısı ile kritik tesislerin hedef olabilme sebeplerinden bazılarını şu şekilde özetlemek mümkündür;

- Harp silah ve teçhizatları ile bunların üretiminde ihtiyaç duyulan enerjiden yoksun bırakarak savunma gücünü kırmak. Burada Elektronik Harp ve Hava Savunma Sistemlerinin etkisiz hale gelmesi ile füzeler ve uçaklara açık hedef olmak,
- Harp silah ve teçhizatları ile bunların üretiminde ihtiyaç duyulan enerjiden yoksun bırakarak savunma gücünü kırmak. Her türlü motorlu taşıt ile çalışan askeri silahların (tank, uçak vb.) yakıtızsız kalarak hareket edememesi,
- Enerji depolama tesislerinin ve enerji kaynaklarının herhangi bir saldırı ile fiziki olarak zarar görmesiyle oluşacak dolaylı tahribat yaratmak. Hidroelektrik santrallerinin (HES) barajlarının vurulması ile yerleşim alanları, diğer kritik tesisler ve tarım alanlarının sular altında kalması ile şehirlerin ve yolların kullanılamaz duruma getirilmesi,
- Enerji depolama tesislerinin ve enerji kaynaklarının herhangi bir saldırı ile fiziki olarak zarar görmesiyle oluşacak dolaylı tahribat yaratmak. Doğalgaz, petrol, LNG vb. depolama alanlarının vurularak büyük oranda tahribat ve yangınlar ile buradan çıkan kimyasal dumanların insanlar üzerinde etki oluşturmasını sağlamak,
- Vatandaşların günlük yaşamlarının idamesi için gerekli besin maddelerinin üretilmesini sağlayan fabrikalara elektrik enerjisi sağlayan tesislerinin tahrip edilmesi ile gıda ihtiyacının karşılanamaması ve halkın harp azim, kararlılığı ile moral ve motivasyonunu kırarak hükümete olan desteğini çekerek harp alanında mağlubiyete yönlendirmek. Gıda fabrikalarının elektrik enerjisi yoksunluğu ile üretim yapamama duruma gelmesi,
- Yapım, bakım, onarım ve işletme maliyetleri nedeniyle hedef ülkeyi ekonomik yönden zarara uğratarak harpten çekilmeye zorlamak şeklinde sayılabilmektedir.

Bu hususlar kritik öneme sahip enerji kaynakları, bunlara ilişkin santraller ve enerji nakil hatlarının uluslararası savaş hallerinde ve terörist örgütlerin terör eylemlerinde karşı kuvvetlerin açık hedeflerinde yer almasına sebep olmaktadır.

Nükleer maddeler nükleer silah olarak kullanılması durumunda basınç, termal enerji, ani nükleer radyasyon ve

kalıntı radyasyon şeklinde oluşan etkileri ile canlı varlıklara ve doğal yaşam alanlarına ciddi zararlar verebilmektedir. Tarihte yaşanan nükleer santral kazalarının sonuçları aynı nükleer silahların kullanılması gibi yıkıcı sonuçlar ortaya çıkartmıştır. Ve tüm sonuçlar ömür boyu süren kalıcı hasarlara da neden olmuş o arazilerin kullanılmasının önüne geçmiştir. Nükleer tesislerin yada nükleer maddelerin silah olarak kullanımına yönelik sayılan bu hususlar dikkate alındığında, kişi ve küçük gruplara, bina ve tesislere terör yoluyla zarar verebilmesi mümkündür. Bu durumda nükleer enerjinin sadece harp durumundaki büyük etkilerinin yanı sıra; varlığını duyurmak, sürdürmek ve nihai amaçlarını kabul ettirmek isteyen terör örgütlerinin suikast ve sabotaj gibi terör eylemlerinde kullanmasına olanak sağlayabilecek güçtedir (AFAD, 2019).

Öyle ki tarih bize nükleer maddelerin, kitle imha silahı olarak kullanılmasının iki büyük örneğini göstermiştir. Bunlardan ilki 9 Ağustos 1945'de Nagazaki'ye atılan atom bombası diğeri ise yine Japonya'nın Hiroşima kentine 6 Ağustos 1945'de atılan bir başka atom bombası saldırısıdır. Atılan iki bombasının sonucunda yaklaşık 220.000 insanın öldüğü ve kentlerin tamamının kullanılamaz hale geldiği bilinmektedir. Yapılan araştırmalar, etkilerinin halen kuşaktan kuşağa geçtiğini de söylemektedir (Aliağaoğlu ve Temurçin, 2003). Ülkeler bu hadiseden sonra nükleer silahlarla her ne kadar denemelerde bulunmuş olsalar da bir daha silah amaçlı olarak nükleer bomba kullanılmamıştır.

Nükleer teknolojinin keşifleri ve çeşitli kullanımının yarattığı derin korku ve beklentilere cevap olarak 1957 yılında Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) kurulmuştur. IAEA, nükleer maddelerin silah olarak veya pratik, kullanışlı bir araç olarak nükleer teknolojiyle ilgili her alanda tartışmalı uygulamalarıyla direk olarak ilgilenen bir kuruluştur (IAEA, 2010).

IAEA, atom enerjisinin dünyadaki barış, sağlık ve refah üzerindeki katkısını hızlandırmaya ve büyütme çalışmak; mümkün olduğu sürece, kendisi veya isteği üzerine veya gözetimi veya kontrolü altında sağlanan yardımın, herhangi bir askeri amaç için başka bir şekilde kullanılmamasını sağlamakla görevlidir.

Sabotaj ve saldırılar haricinde de nükleer tesislerle ilgili yapılan çalışmalar sırasında bazen insan faktöründen bazen de doğa olaylarından kaynaklanan kazalar oluşabilmektedir. Bu nedenle nükleer kaza ve olayların derecesi ve yapılması gereken tedbirler Uluslararası Atom Enerji Ajansı'nın 1996 yılında ortaya koyduğu bazı kriterler üzerinden değerlendirilmektedir. Bu kriterlere Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Kazalar Ölçütü (INES) adı verilmektedir. INES'e göre nükleer kazalar en büyüğü 7 olmak üzere azalan bir skalaya göre değerlendirilir (Dayday, 2011). Bu kazaların bazılarını örnek vermek gerekir ise;

Three Miles Island Nükleer Santral kazası: INES kriterlerine göre "ciddi kaza" sınıfındadır ve 6. dereceden derecelendirilmektedir. Kaza, 1979 yılında ABD'de, Pensilvanya Eyaleti'ndeki Three Miles Island nükleer santralinde gerçekleşmiştir. Kazanın sebebinin insan hatasına dayalı olduğu bilinmektedir. Olay soğutma sistemindeki bazı vanaların kapalı unutulmasından kaynaklanmıştır. Bu durum koruyucu kabuğun erimesine neden olmuştur. Fakat hemen önlem alınarak koruyucu dış güvenlik kabuğunun sızdırmaz kapısı kapatılarak radyasyon başka bir kabuk içerisine hapsedilmiş ve kazanın daha büyük etkileri önlenmiştir. Bu

kazanın sonucunda bir çevre felaketi yaşanmamış, kimse radyasyon hastalığına uğramamıştır (Başoğlu, 2019).

Çernobil Nükleer Santral kazası: INES kriterlerine göre “büyük kaza” sınıfındadır ve 7. dereceden derecelendirilmektedir. Kazanın nedeni nükleer santrallerin uyması gereken Uluslararası standartların yok sayılarak güvenlik kriterlerinin ikinci plana itilmesidir. Kaza sonrasında yapılan incelemelerde nükleer tesisin reaktöründe dış güvenlik kabuğu bulunmadığı, çalışanların mesleki bilgi ve tecrübelerinin yeterli olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. 1986 yılında gerçekleşmiş ve radyasyon yerel ve dünya ölçeğinde çevre problemlerine yol açmıştır. Kaza sonrasında nükleer tesislerin güvenlik kriterleri gözden geçirilmiş ve bu tür reaktörlerin üretiminden vazgeçilmiştir (Sputnik, 2019; Başoğlu, 2019).

Fukushima Santrali Kazası: INES kriterlerine göre “yerel kaza” sınıfındadır ve 4. dereceden derecelendirilmektedir. Kaza tarihin en büyük depremlerinden birisi olarak kabul gören doğa olayının sonucunda nükleer santraldeki soğutmanın yetersizliği ile ortaya çıkmıştır. Yetersiz soğutmaya 8,9 büyüklüğünde depremden hemen sonra oluşan tsunami dalgaları neden olmuştur. Tarihin en büyük depremi aynı zamanda tarihin en büyük tsunami dalgasını da beraberinde getirmiştir. Nükleer santraldeki kaza oluşan soğutma yetersizliğinin neticesinde reaktör içi sıcaklığı aniden yükseltmiş ve kızgın buharın ayrılarak hidrojen ve oksijene oluşturmasına neden olmuştur. Bunun peşinden ayrılan hidrojenin patlaması sonucu kaza meydana gelmiştir (Duman, 2011).

Nükleer tesislerin barışçıl amaçlar dışında kullanımı doğrudan harp silahı olarak kullanılması şeklinde iken, karşıt ülkelerin veya terörist örgütlerin yukarıda sayılan enerji kesintisi, kaza ve radyasyona sebep olmak, hedef ülkede ekonomik zarara yol açmak gibi çeşitli amaçlarla üretim ve atık tesislerinin hedef alınarak bir güvenlik riski taşıdığı ortadadır.

Burada “güvenlik” teriminin iki farklı boyutta alınması gerekmektedir. Bunlardan birincisi; radyoaktif maddeler ve atıklar nedeniyle meydana gelebilecek zararlara karşı radyasyon güvenliği; ikincisi ise nükleer tesisler, radyoaktif maddeler ve atıkların barışçıl amaçlar dışında kullanımına yönelik askeri ve kolluk güçleri tarafından emniyet ve güvenliğin sağlanması şeklindedir. Güvenliğin çok farklı boyutları ile ele alınması ise hayati öneme sahiptir. Klasik anlamda kara, hava ve denizden gelebilecek riskler değil, istihbaratı, casusluk ve siber saldırı tehditleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Nitekim Stuxnet vakası diye bilinen bir olay ile nükleer tesislerin ele geçirildiği ya da sabotaj yapıldığı durumlar yaşanmaktadır (Tuin, et al. 2019). Bilindiği gibi nükleer santraller bilgisayarla kontrol edilmekte ve kendilerine ait kapalı sistem otomasyonları mevcuttur. Bu vaka nükleer santralin bilgisayar ağlarını ve otomasyon sistemini hedef alan önemli bir saldırdır. Siber saldırı İran’ın Natanz kentindeki nükleer yakıt zenginleştirme tesislerini hedef almıştır. Söz konusu saldırı, çok karmaşık ve karışık casus bilgisayar yazılımlarının kullanılarak tesisin kullanılamaz duruma getirilmesi üzerine planlanmıştır. Saldırının tespit edilmesi yıllar sürmüş ve tespitinden sonra saldırı anında kullanılan programların adına Stuxnet ismi verilmiştir (Karnouskos, 2011: 4490-4494) Siber saldırı sonrasında tesis neredeyse kullanılamaz hale gelmiştir. Stuxnet, saldırısı ile ilgili elde

edilen bulgular saldırının iki aşamada gerçekleştirildiğini göstermektedir. Casus yazılım ilk olarak Simatic WinCC Step7 yazılımına yönelik ele geçirme işleminde kullanılmaktadır. Bu aşamada, uranyum-235 ayırıştırması ve konsantrasyonu için gerekli olan santrifüjün motorların hızını belirleyen Programlanabilen Mantık Kontrolörleri’ni (Programmable Logic Controller, PLC) programı kontrol altına almıştır. PLC’ler, endüstriyel üretim sektörlerindeki otomasyonda kullanılan sayısal bilgisayarlardır. Basit yazılımlar ile büyük makineleri kontrol edebilirler. Dolayısı ile basit yazılımların ele geçirilmesi için karmaşık ve yüksek satırlı programlara ihtiyaç yoktur. Virüs, ikinci aşamada ise PLC’lerin ürettiği santrifüjleri besleyen elektrik akımlarının frekansını sürekli olarak değiştirmektedir. Elektrik akımının frekansının değişmesi PLC sistemine bağlı motorların bozulmasına neden olmakta ve zenginleştirme süresinin aksamasına sağlamaktadır (Tian vd., 2020:291-300). Bunun yanında virüs word, pdf ve benzer dosyalara sızarak bu dosyalardaki bilgilerin belirli adreslere mail ile gönderilmesini de sağlamıştır. Elde edilen veriler virüsün hem sabotaj hem de bilgi casusluğu için kullanıldığını açıkça göstermektedir (Çelik, 2013: 137-175; Chen, 2010: 100-112).

#### 4. Türkiye’de Nükleer Enerji İşleyişini Düzenleyen Kurumlar

Çalışmada nükleer enerjinin kullanım ve kontrolüne yönelik ülkemizdeki kurum ve kuruluşlar ile bunlara görev ve sorumluluk veren mevzuatlar incelenmekte ve kamu kurum kuruluşlarına öneriler sunulmaktadır.

Türkiye’de nükleer enerji ile ilgili araştırmalar uzunca süreden beri devam etmektedir. Bu anlamda birçok tesis bulunmaktadır. Bu kurumların bazıları ölçüm yaparak araştırma faaliyetleri yürütürken bazıları bu faaliyetlerin denetimlerini yürütmektedir.

##### 4.1. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK)

Ülkemizde nükleer enerjinin geliştirilmesi, araştırma faaliyetleri ve hukuki işleri düzenlemek üzere 6821 sayılı yasa ile 1956 yılında Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliği adı altında faaliyetler başlamıştır. Kurulan kurum Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı görev ve sorumluluğuna benzer yapıdadır. Gelişen teknolojik yatırımlar ve nükleer enerjinin ülkemizde kullanılması ile birlikte 1982 yılında 2690 sayılı Yasa ile yine Başbakan’a bağlı olarak Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) adı ile yeniden yapılanmıştır (TAEK, 2019c). Kurum faaliyetlerini 2018 yılına kadar devam ettirmiştir. 2018 yılında çıkan 30479 sayılı Cumhurbaşkanlığının 4 Nolu Kararnamesi ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlı olarak teşkilatlanmıştır. Kurum kurulduğu tarihten bu güne kadar kuruluş felsefesinde bulunan eğitim faaliyetlerine devam etmiştir. Bunun için özel sektöre ve kamu kurum kuruluşlarına birçok alanda sertifikalı eğitimler vermektedir. Bunun yanına nükleer enerjinin temellerini atacak eğitim amaçlı reaktörler, sağlık alanında kullanılan nükleer araçların kontrolü ile ilgili işlemleri de yapmıştır. Ayrıca radyasyon ölçümü ve kamuya danışmanlık hizmeti vermeye de devam etmektedir.

##### 4.2. Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK)

“02/07/2018 tarihli ve 30702 Sayılı Nükleer Düzenleme Kurumunun Teşkilat Ve Görevleri İle Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun Hükmünde Kararname

ile nükleer enerjinin barışçıl kullanım ilkesi esas alınarak, nükleer enerji ve iyonlaştırıcı radyasyona ilişkin faaliyetlerin yürütülmesi sırasında çalışanların, halkın, çevrenin ve gelecek nesillerin iyonlaştırıcı radyasyonun olası zararlı etkilerinden korunmasına yönelik uygulanması gereken temel ilke ve esaslar ile tarafların sorumluluklarını ve bu faaliyetler üzerinde düzenleyici kontrol yetkisini haiz Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) teşkil edilmiştir” (Yönetmelik, 2019).

## 5. Kolluk ve Güvenlik Kuvvetleri Mevzuatında Nükleer Enerji İle İlgili Düzenlemeler

Her ne kadar nükleer işlerle ilgili kurumlar işleyiş ve muayene yönünden kontrolle görevliyse bu işin aynı zamanda adli boyutunu yürütmekle yükümlü kurumlar ve bunların mevzuatlarının da bu anlamda düzenlenmesi son derece önemlidir. Bu anlamda Türkiye’de en büyük asayiş denetleme kurumu olarak görülen emniyet ve jandarma teşkilatının bu konudaki görev ve yetkisi bir yönetmelikle düzenlenmektedir.

Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Yönetmeliği 3. maddesinde;

*“Asayiş: Hukuka uygun ve gerekli önlemlerin alınması sonucu, Devlete, topluma, kişilere, mal ve eşyalara yönelik tehlike, kaza ve sabotajların söz konusu olmadığı bir ortamı, düzensizlik ve karışıklıkların önlendiği, hayatın normal akışının sağlandığı hali, dirlik ve düzenin varlığı konusunda kamuda oluşan yerleşik ve yaygın inancı,*

*Emniyet: Devlete, topluma, kişilere, mal ve eşyalara yönelik tehlike, kaza ve sabotajları önlemek için alınan hukuka uygun önlemlerin tümünü ve bu önlemlerin alınmış bulunduğu hali,*

*Kamu düzeni: Emniyet ve asayiş, huzur ve sükun, genel sağlık ve genel ahlak unsurlarından oluşan, hak ve hürriyetlerin tam olarak kullanımına elverişli ortamı,*

*Genel kolluk: Kamu düzeninin korunmasını sağlayan, mevzuatla verilen görevleri yerine getiren ve silah kullanma yetkisini haiz Bakanlığa bağlı jandarma, sahil güvenlik ve polisi,*

*Özel kolluk: Devlet ve yetkili diğer kamu tüzel kişilerince, özel kanunlar çerçevesinde kurulup teşkilatlandırılan, kendi görev alanında güvenliği sağlamak amacı taşıyan ve jandarma, sahil güvenlik ve polis dışındaki kolluk birimlerini, ifade eder.”* (Anonim, 2020) şeklinde tanımlanmıştır.

3713 sayılı Terörle Mücadele Kanununda terör: *“Terör; cebir ve şiddet kullanarak; baskı, korkutma, yıldırma, sindirme veya tehdit yöntemlerinden biriyle, Anayasada belirtilen Cumhuriyetin niteliklerini, siyasî, hukukî, sosyal, laik, ekonomik düzeni değiştirmek, Devletin ülkesi ve milletiyle bölünmez bütünlüğünü bozmak, Türk Devletinin ve Cumhuriyetin varlığını tehlikeye düşürmek, Devlet otoritesini zaafa uğratmak veya yıkmak veya ele geçirmek, temel hak ve hürriyetleri yok etmek, Devletin iç ve dış güvenliğini, kamu düzenini veya genel sağlığı bozmak amacıyla bir örgüte mensup kişi veya kişiler tarafından girişilecek her türlü suç teşkil eden eylemlerdir”* şeklinde tanımlanmıştır.

Jandarma teşkilatının görev ve sorumlulukları arasında nükleer tesislerin sorumluluk alanında olduğu ile ilgili bir konu olmamasına rağmen Jandarma teşkilatı Türkiye’deki kırsal alanlarda ve sorumluluk alanına girdiği tüm asayiş

olaylarına doğrudan müdahale etme yetkisi bulunmaktadır. Öbür taraftan Türkiye’de kurulan iki nükleer tesisin jandarmanın sorumluluk alanına girmesine rağmen henüz yönetmelik ya da yönergelerinde bu konu ile doğrudan ilişkili olan bir düzenlemeleri bulunmamaktadır. Nükleer konularla ilgili güncellenmiş bir yönerge ilave edilmemiştir. Dünyada bu konular belirli kanunlarla düzenlenmektedir. Türkiye’de ise tesislerin kimler tarafından korunacağı tesis içerisindeki asayiş olaylarında jandarmanın duruma ne şekilde müdahale edeceği belirsizliğini korumaktadır.

Nükleer enerjinin üretimi, buna ilişkin hammadde, atık ve tesislerin oluşturduğu güvenlik riskleri de azımsanmayacak bir asayiş olayıdır. Buna göre nükleer tesisler, doğa olayları, insan faktörüne bağlı kazalar, saldırı, casusluk ve sabotajlar ile savaş hallerinin kamu düzeni, güvenliği ve asayişine yönelik önemli riskler taşımaktadır. Akkuyu ve Sinop Nükleer Güç Santralleri yapımı ile ülkemiz, ulusal güvenlik, kamu düzeni, emniyet ve asayişine yönelik bu güvenlik riskleri ve tehditlerine açık hale gelmiş; bunlara yönelik tedbirler geliştirmesi ve alması zorunlu hale gelmiştir.

Ülkemizin jeostratejik konumu; harp ve terör alanlarına yakınlığı da düşünüldüğünde bu riskler artırmaktadır. Nitekim Nükleer tesislerin kurulmasında yer seçimi kriterlerinde de coğrafi konumu, nüfus ve çevreye etkileri gibi niteliklerde hesaba katılmaktadır.

Devletlerin başka ülke topraklarındaki nükleer tesisleri barışçıl amaçlar dışında kullanılmak istemesi durumunda tehlikenin yaratılabilmesi için iki temel unsurdan birisi insan faktörü, diğeri ise elektronik sistemlerdir. Şöyle ki; bilgi güvenliği, casusluk faaliyetleri, fiziki zarar verme gibi hususlar doğrudan insan eliyle gerçekleştirilebileceği gibi; uzaktan erişimle elektronik bilgi sistemleri ve yazılımlarına müdahale ile de gerçekleştirilebilir. Nitekim her elektronik sistem ve yazılımın yaratıcısı da yine “insan” faktörüdür. Bu nedenle tesisin ilk kurulum aşamasından itibaren bu durumların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Öyle ki; savaş ortamında istenilen zararın meydana getirilebilmesi amacıyla karşı kuvvetler tarafından füze ve roket sistemleri ile fiziki saldırıya uğramasının yanında, siber saldırı şeklinde uzaktan erişim gerçekleştirilmesi de mümkündür (Gerçekler, 2013:91-121).

Stuxnet saldırısında nükleer güç reaktörüne müdahalenin sınırlı olması kuvvetli sabotajı ve herhangi bir patlamaya meyil vermemiştir. Fakat bu casus yazılımın sistemin nerelerine sızdığı ve sistem üzerindeki yetkilerinin hangi aşamada olduğu da bilinmemektedir. İlerleyen süreçlerde benzer ve daha ağır bir vakanın yaşanmayacağı, nükleer reaktörün harp devletlerinden birinin ya da terörist unsurlar eliyle uzaktan erişimle tamamen kontrol dışına çıkartılması ya da patlatılması durumlarının oluşmayacağı manasına da gelmemektedir. Buda nükleer tesislerin savaş zamanında önemli bir hedef ve savaşın tarafını değiştirebilecek nitelikte güç unsuru olduğunu göstermektedir.

Nükleer tesise gelen radyoaktif maddenin nakli; reaktörde işleme süreci ve atık haline gelmesinden sonra atık tesisine nakil işlemi ile bunların muhafazası aynı etkenler kapsamında kamu düzeni, emniyet ve asayiş yönünden önemlidir. Çünkü hali hazırda bu atıklardan nükleer silah yapımında kullanılmakta ve bunların satışı ya da hırsızlığı uluslararası terörizm kapsamında değerlendirilmektedir. Bu nedenle bu tür nakil işlemleri için önceden planlı ve programlı bir sürecin

işletilmesi tüm güvenlik görevlilerinin teyakkuza geçirilerek önlem almasını sağlaması hayati öneme sahiptir. Öyle ki buna benzer kaçakçılık olayları ülkemizde nükleer tesis olmamasına karşın son dönemde sık sık görülmeye başlanmıştır. Çünkü sınırlarımızın hemen ötesindeki Ortadoğu’da var olan iç karışıklık bu tür kaçakçılık işlerinin artmasına da neden olmuştur. Bunlardan birisi de yakın zamanda ele geçirilen nükleer tesis atığı olan Kaliforniyum (Cf) elementidir. 12 Mart 2019 tarihinde Diyarbakır İl Jandarma Komutanlığı ekiplerince icra edilen operasyonda radyoaktif bir madde olan ve nükleer silah başlığında kullanılan 7 gr Cf maddesi satış pazarlığında ele geçirilmiştir. Benzeri kaçakçılık vakaları geçtiğimiz yıllarda farklı illerde yaşanmıştır (CNNTÜRK, 2019).

İsrail Suriye’nin Deyr ez Zor eyaletindeki El Kubar isimli nükleer tesisi 2007 yılında hava hareket ile vurularak başka ülkelerin nükleer tesis edinmesinin önüne geçmesini sağlamıştır (Eliaçık, 2018: 300). Bu durumun iki önemli ayağı mevcuttur. Birincisi İsrail Suriye’nin nükleer tesis yaparak ekonomik büyümesine mani olmasını sağlamakta iken diğer taraftan nükleer silahlanmasına da mani olmak istemektedir.

Ayrıca tüm bunların yanında hayatın içerisinde olan yaralanma veya ölümlerle biten kaza, kavga gibi olayların nükleer tesislerde meydana gelmesinde; emniyet ve asayişini sağlamakla görevli olan kolluk kuvvetlerinin bu olaylara müdahale etmesi, suç var ise suçluyu yakalaması, olay yerinde incelemelerde bulunması ve delilleri toplaması da gerekmektedir. Bu kapsamda ise; yeni bir alan ve mekân olarak nükleer tesisler kolluk kuvvetlerinin müdahale ve hareket tarzlarını geliştirmesini gerektirecektir. Ülkemizde Akkuyu ve Sinop projeleriyle Nükleer Santrallerin kurulması yönünde enerji arzına yönelik atılan adımlar ulusal güvenliğin sağlanması açısından birtakım sıkıntıları da beraberinde getirmektedir. 702 Sayılı Nükleer Düzenleme Kurumunun Teşkilat Ve Görevleri İle Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 5. Maddesinde “*Bu Kanun Hükmünde Kararname kapsamındaki faaliyetlerden nükleer tesis ve radyoaktif maddelerin emniyetine ilişkin gerekli işbirliği ve destek Dışişleri Bakanlığı, Milli Savunma Bakanlığı, Milli İstihbarat Teşkilatı Başkanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü, Sahil Güvenlik Komutanlığı, Jandarma Genel Komutanlığı ve ilgili diğer kamu kurum ve kuruluşları tarafından sağlanır.*” hükmü ile ulusal güvenlik, emniyet ve asayişle ilgili kurumlara görev ve sorumluluk yüklenmiştir.

Her ne kadar mevzuatta yapılan değişiklikler ile tüm sorumluluk Nükleer Düzenleme Kurumuna atılmış olsa da aslında bu mevzuatta bahsedilen kurumlara başta AFAD, UMKE gibi kurumlarında dahil edilmesi ve bir an önce tüm kurumların katıldığı bir koordinasyon toplantısı ile acil eylem planlarının oluşturulması şarttır.

## 6. Sonuç

Elektrik enerjisinin düzenli ve kesintisiz üretilmesi elektrik enerjisini kullanan makinelerin çalışması için hayati öneme sahiptir. Ülkelerin elektrik enerjisini yerinde üretmesi ve elektrik enerjisini üretirken kullandığı kaynaklarında yerel olması ülke güvenliği açısından son derece önemlidir. Bu nedenle dünyada birçok nükleer enerjiden faydalanmaktadır. Nükleer enerji belirli güvenlik sınırları dahilinde kullanıldığında son derece güvenilirdir. Fakat tesislere gelecek bir sabotaj, doğal afet gibi etkenler tesislere güvenlik zafiyeti oluşturabilmektedir. Bunun yanında nükleer tesislerden

malzeme çalınması ya da atıkların çalışması kurulu olan ülkedeki kitle imha silahı üretimi ile ilgili riskleri artırmaktadır.

Bu nedenle artık Türkiye’nin nükleer enerji ile ilgili önlemleri söylemden öteye geçmeli ve aşağıdaki öneriler çerçevesinde işlemlerini gerçekleştirmelidir.

- Türkiye’de bu alanla ilgili kolluk kuvvetlerinin mevzuatında eksik olan yönetmelik ve yönergeler biran önce çıkartılarak sorumluluk alanları tam olarak belirlenmelidir.
- Nükleer Santraller ve atık tesisleri ile radyoaktif atıkların naklinde görevli personelin istihbari yönden ayrıntılı olarak güvenlik araştırmasından geçirilmesi gerekmektedir.
- Nükleer tesislerinin iç ve dış fiziki/cebri harp ve terör saldırısına karşı savunma sistemleri ile korunmasının sağlanmalıdır.
- Nükleer tesislerinin kurulumundan itibaren güvenlikle ilgili sorumluluğu olanların belirlenmesi ve tesisin yapımında görev alması gerekmektedir. Böylelikle tesisi daha iyi tanımış olacaktır.
- Yaşanmış örneklerle göre doğal afetler veya teknik sorunlar sonucunda meydana gelen kazalara yönelik acil müdahale eylem planları hazırlanmalıdır.
- Bu acil müdahale eylem planları hem il genelinde hem de ülke boyutunda AFAD ve UMKE’nin dahil edilmesi gerekmektedir.
- Güvenlik ve kolluk kuvvetlerinin tesis içerisinde ve dışarısında meydana gelebilecek tehdit ve tehlikelere karşı eğitim faaliyetlerini hızlı bir şekilde tamamlaması gerekmektedir.
- Hem tesisler ile ilgili deneyimli hemde radyasyon ile ilgili deneyimli ve nitelik personelin tesislerin kurulduğu illerde görevlendirilmesi gerekmektedir.
- Kolluk kuvvetleri içerisinde sadece bu alana yönelik birimler kurulmalıdır.
- İlgili birimlerde görevlendirilecek kolluk elemanlarının müfredatlarına nükleer tesislerin çalışma prensibi, nükleer radyasyondan korunma ve önlemleri ile nükleer tesislerde yaşanacak olaylara müdahale ile ilgili derslerin konulması gerekmektedir.
- Tesislerin kurulduğu bölgelerde elektronik bilgi sistemleri ve bilgisayar yazılım ve ağlarına yönelik siber güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir.

## Kaynakça

- Aliağaoğlu, A., & Temurçin, K. (2003). Nükleer enerji ve tartışmalar ışığında Türkiye’de nükleer enerji gerçeği. *Cografî Bilimler Dergisi*, 1(2), 25-39.
- Akgün, İ. (2012). *Kritik tesislerin korunması için güvenlik riski değerlemesi*, (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, S.B.E, İstanbul.
- AFAD, (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı). Nükleer Tehditler raporu, (2019). <https://www.afad.gov.tr/tr/23740/Nukleer-Tehditler>. (Erişim, 30.04.2020).
- Aykırı, M. (2017). Enerjide dışa bağımlılık ve sağlıklı büyüme: Türkiye örneği. *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 50-62.

- Anonim, (2020). *Jandarma Teşkilat, görev ve Yetkileri Kanunu*, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2803.pdf>
- Başoğlu, C. (2019). TMI-2 Kazası, [http://www.nukleer.web.tr/nukleer\\_kazalar/tmi2.html](http://www.nukleer.web.tr/nukleer_kazalar/tmi2.html) (Erişim, 30.04.2020).
- Bayrak, M., & Esen, Ö. (2014). Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Arayışlar. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(3), 139-158.
- Chen, T.M. (2010). Stuxnet, The Real Start of Cyber Warfare?, *IEEE Network*, 12(3), 100-112.
- CNNTÜRK, (2019). Diyarbakır'da nükleer madde operasyonu, <https://www.cnnturk.com/turkiye/diyarbakirda-nukleer-madde-operasyonu>. (Erişim, 30.04.2020).
- Çelik, Ş. (2013). Stuxnet saldırısı ve Abd'nin siber savaş stratejisi: uluslararası hukukta kuvvet kullanmaktan kaçınma ilkesi çerçevesinde bir değerlendirme, *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 15(1), 137-175.
- Dayday, N. (2011). *Nükleer enerji ve nükleer santral kazaları*. Ankara: Türkiye Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi (TASAM) Rapor No:245.
- Duman, V. (2011). *Fukuşima Nükleer Santral Kazası*. Ankara:TMMOB Fizik Mühendisleri Odası, Rapor No:12.
- Eliaçık, C. F. (2018). *Uluslararası hukuk bağlamında nükleer santrallerin siber güvenliği*. Ankara:Seçkin Yayınları.
- Esen, Ö. (2016). Security of the energy supply in Turkey: Prospects, challenges and opportunities. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(2), 281-289.
- EİA, (Energy Information Administration) (2019a). How a nuclear reactor makes electricity. <http://www.world-nuclear.org/nuclear-basics/how-does-a-nuclear-reactor-make-electricity.aspx>, (Erişim, 30.04.2020).
- EİA (Energy Information Administration) (2019b). Nuclear power comes from nuclear fission. <http://www.world-nuclear.org/nuclear-basics/how-does-a-nuclear-reactor-make-electricity.aspx> (Erişim, 30.04.2020).
- Gerçekler, N. (2013). Küresel Felaket: Nükleer Terörizm, Uluslararası Hukuk Çerçevesine İlişkin Bir Değerlendirme, *Savunma Bilimleri Dergisi*, 12(1):91-121.
- Hyper Physics, (2015). Nükleer Filyon, <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/nucene/fission.html> (Erişim, 30.04.2020).
- IAEA, (Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu), (2010). History [.https://www.iaea.org/about/overview/history](https://www.iaea.org/about/overview/history) (Erişim, 30.04.2020).
- Kaymak, Ö. (2008). Nükleer Enerji. *Yıldız Teknik Dergisi*, 8(4), 1-14.
- Karnouskos, S. (2011). Stuxnet worm impact on industrial cyber-physical system security. *In Proc. IECON, Melbourne, VIC, Australia*, 4490-4494.
- Manisalılı, A., & Yurt, A. (2018). İyonlaştırıcı Radyasyonun Hücresel ve Moleküler Düzeydeki Etkileri, *Düzce Medical Journal*, 20(2), 50-53.
- Özkan, E. (2019). Nükleer enerjilerde elektrik üretimi, <https://www.muhendisbeyinler.net/nukleer-santrallerde-enerji-uretimi/> (Erişim, 30.04.2020).
- ROSATAM, (2010). Akkuyu nükleer güvenlik sistemi 'projenin tarihçesi'', <http://www.akkunpp.com/projenin-tarihcesi>, erişim tarihi 1.02.2017 (Erişim, 30.04.2020).
- Sarıcı, E.L. (2019). *Nükleer santral nasıl çalışır*. Ankara:Nükleer Santraller Daire Başkanlığı, Rapor: TR980005.
- Sputnik, (2019). 10 soruda Çernobil kazası nasıl meydana geldi.<https://tr.sputniknews.com/infografik/201906101039303385-10-soruda-cernobil-kazasi/> (Erişim, 30.04.2020).
- TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) (2019a). Nükleer Reaktörlerde Elektrik Nasıl Üretilir. <http://www.taek.gov.tr/tr/sik-sorulan-sorular/136-nukleer-enerji-ve-nukleer-reaktorler-sss/1032-reaktorde-elektrik-nasil-uretilir.html> (Erişim, 30.04.2020).
- TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu), (2019b), Nükleer Enerjiye Neden İhtiyaç Var?. <http://www.taek.gov.tr/tr/2016-06-09-00-43-55/135-gunumuzde-nukleer-enerji-rapor/838-bolum-02-nukleer-enerjinin-temel-rensipieri.html> (Erişim, 30.04.2020).
- TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu), (2019c). Tarihçe, <http://www.taek.gov.tr/tr/kurumsal/services.html> (Erişim, 30.04.2020).
- Tian, J., Tan, R., Guan, X., Xu Z., & Liu,T. (2020). Moving Target Defense Approach to Detecting Stuxnet-Like Attacks. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 11(1): 291-300.
- TMMOB (Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odası Birliği), (2011). *Nükleer Enerji Raporu*. Ankara:Fizik Mühendisleri Odası, Rapor No:2.
- TMMOB (Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odası Birliği), (2020). Türkiye Elektrik Üretimine Kaynak Bazlı Dağılımı.[http://www.emo.org.tr/ekler/c5aa4d5e03b92df\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/c5aa4d5e03b92df_ek.pdf). (Erişim, 30.04.2020).
- Yeyin, N. (2015). Radyasyonun Biyolojik Etkileri, *Nucl Med Semin*, 1(3), 139-143.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.