

Sınıraşan Boyutlarıyla Nükleer: Türkiye Komşu Ülkeleri Özelinde Risk Değerlendirmesi Örneği

Kader Demiröz¹

Öz

Nükleer, ülkelerin enerji elde etme süreçlerinde düşük maliyetli ve yüksek verimli enerji üretilmesini sağlayan bir yöntemdir. Nükleer enerjiye yönelik ilk girişimler, 1930'lu yıllarda başlamakla birlikte etkili bir kitle imha silahı amacıyla ilk kullanımı 2. Dünya Savaşı'na dayanmaktadır. Nükleer enerjinin kullanımı günümüzde devam etmekte iken -barışçıl amaçlarla kullanılsa dahi- taşıdığı riskler, nükleer enerji kullanımına yönelik yoğun tartışmaları beraberinde getirmektedir. Türkiye de günümüzde nükleer enerji üretmeye yönelik girişimde bulunan ülkelerden biridir. Nükleer santral kurulum faaliyetlerine devam eden Türkiye aynı zamanda komşu ülkelerde bulunan nükleer santraller sebebiyle yüksek risk altındadır. Bu çalışma Türkiye'nin nükleer riske maruziyet düzeyini L matris risk analiz yöntemi ile belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda Türkiye'nin komşusu olan Ermenistan, İran, Bulgaristan, Ukrayna ve Rusya'nın beş farklı tehlike durumuna yönelik risk düzeyini tespit etmek amacıyla hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda sırasıyla Ermenistan/Metsamor Nükleer Santrali, Ukrayna nükleer santralleri, İran/ Buschrehr Nükleer Santrali belirtilen tehlike durumlarında en yüksek risk düzeyine sahip olan ülkeler olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afet, L Matris, Nükleer, Risk Analizi, Türkiye

Nuclear with Transboundary Dimensions: Example of Risk Assessment in Neighbouring Countries of Türkiye

Abstract

Nuclear energy is a low-cost and highly efficient way for countries to generate energy. Although the first attempts to use nuclear energy began in the 1930s, its first use as an effective weapon of mass destruction dates back to World War II. While the use of nuclear energy continues today - even if it is used for peaceful purposes - the risks it carries bring about intense debates on the use of nuclear energy. Today, Turkey is one of the countries attempting to generate nuclear energy. Turkey, which continues to build nuclear power plants, is also under high risk due to the nuclear power plants in neighboring countries. This study aims to determine the level of Turkey's exposure to nuclear risk using the L matrix risk analysis method. In this context, calculations were made to determine the risk level of Turkey's neighbors Armenia, Iran, Bulgaria, Ukraine and Russia for five different hazard situations. In this context, Armenia/Metsamor Nuclear Power Plant, Ukraine nuclear power plants, Iran/Buschrehr Nuclear Power Plant were determined as the countries with the highest risk level in the specified hazard situations.

¹ Arş. Gör., Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, AÇÜ, Artvin
e-posta / e-mail: kaderdemiroz@artvin.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9746-284X

Keywords: Disaster, GIS, Immigration, Sustainable Urban Planning

1. GİRİŞ

Nükleer enerji üretimi günümüzde birçok ülkenin değişik amaçlarla kullandığı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Faydalı olduğu durumların yanında kontrolsüz ve yanlış kullanımından doğabilecek zararlar uzun süreli olmakla birlikte, geniş bir alanı kapsayabilmekte ve trajik sonuçlar doğurabilecek boyutlara ulaşabilmektedir. Bu etkiler nükleer kaza ve saldırı gibi durumlara maruz kalan toplumlarda kitlesel ölümlerin yanı sıra nesiller boyu devam eden anomaliler ve kanser vakalarında artışlara sebep olabilmektedir (AFAD2; Doğruluk vd., 2018; Gökoğlan vd., 2020; Saenko vd., 2011). Özellikle tarihi süreç içerisinde yaşanan bir dizi nükleer felaket buna örnek olarak verilebilmektedir. Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombaları, Çernobil Nükleer Santral Kazası, Fukushima Dai-Ichi Nükleer Santral Kazası, Three Mile Island Kazası ve Kyshytym Kazası bu felaketlerden birkaçı olmakla beraber hali hazırda devam eden nükleer denemeler yine çeşitli riskleri bünyesinde barındırmaktadır (AFAD2; Denk, 2011). Nükleer güç santralleri sebebiyle hava, su ve toprağın kontamine olması ile besin maddelerinde de gözlenebilecek radyasyonun kısa ve uzun vadeli etkileri söz konusudur (Alexakhin vd., 2007). Temelinde nükleer enerjinin bulunduğu çeşitli kaza ve saldırıların etkilerine yönelik yapılan çalışmalarda bu kazaların hastalık insidanslarının artışında etkili bir rol oynadığına yönelik bulgular yer almaktadır (Kara ve Günay, 2013; Douple vd., 2011; Hasegawa vd. 2015).

Türkiye; kuzey, güney, doğu ve batısında nükleer güç santrallerine sahip ülkeler tarafından çevrilidir. Bu sebeple aktif bir nükleer santrale sahip olmasa bile nükleer santrallerin doğuracağı sonuçlar bakımından yüksek riskli bir ülke konumundadır. Nitekim bu duruma örnek olarak nükleer santral kazası ile su ve havaya yayılan radyasyonun bölgede sebep olduğu etkiler verilebilir (Kara ve Günay, 2013). Türkiye' nin sınır ötesi boyutta oluşabilecek kaza ve saldırılara yönelik olarak yaptırımı söz konusu olmasa da bireysel ve kamusal alanlarda alınacak önlemler ve radyasyonun etkilerini azaltabilecek çalışmaların yapılması ile söz konusu etkiler en aza indirilebilecektir. Bu kapsamda sivil savunma, sığınak ve hazırlıklı olma kültürünün yaygınlaştırılması gerekmektedir (AFAD3). Çalışma Türkiye' nin komşu ülkelerinde yer alan nükleer güç ünitelerinden doğabilecek riskleri tanımlamak ve bu kapsamda öneriler sunmak amacıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda nükleer güç ünitesine sahip ve Türkiye' nin komşusu olan beş ülkenin nükleer risk analizi yapılmıştır. Türkiye'ye komşu olan ve çalışmaya dahil edilen ülkelerden olan Ukrayna, Bulgaristan, Rusya Federasyonu, Ermenistan ve İran'da bulunan nükleer güç ünitelerine yönelik nükleer risk analizi farklı tehlike kaynakları açısından L matris yöntemi ile değerlendirilmiştir.

2. ÜLKELERİN GENEL PROFİLİ VE NÜKLEER RİSK DURUMLARINA YÖNELİK DEĞERLENDİRME

Bu kısımda çalışma doğrultusunda belirlenen kriterlere yönelik ülkelerin genel profilleri (gelişmişlik düzeyi, Türkiye ile ilişkiler, geçmiş nükleer santral kaza/saldırı öyküleri, afetsellikleri) ve bu kapsamda nükleer risk düzeylerine yönelik genel bir değerlendirme yapılmıştır. Ermenistan, İran, Bulgaristan, Ukrayna ve Rusya olmak üzere beş ülke çalışmaya dahil edilmiştir.

2.1. Ermenistan ve Metsamor

Ermenistan ile Türkiye sınır komşusu olmakla beraber siyasi sorunlar sebebi ile sınır kapıları yıllardır kapalı olan iki ülkedir (T.C. Dışişleri Bakanlığı1.). Ermenistan'a komşu olan diğer ülkeler ise Azerbaycan, Gürcistan ve İran'dır. Türkiye ve Azerbaycan ile yıllardır siyasi bağlamda anlaşmazlık yaşayan Ermenistan, 1976 yılında ilk nükleer reaktörünü tamamlayarak faaliyete

geçirmiştir (Özdaşlı, 2016). 1976 yılında faaliyete geçirilen Metsamor-1 nolu reaktör 1989'da oluşturduğu tehlike nedeniyle kapatılırken, 1989 yılında kapatılan Metsamor-2 nolu reaktör ise yenileme çalışmaları ile 1995 yılında tekrardan faaliyete geçirilmiştir (Özdaşlı, 2016). Uluslararası alanda yapılan tüm uyarılara rağmen, faaliyet süresini tamamlayan Metsamor-2 Nolu Reaktör'ün 2005 yılında yapılan yenilemeler ve raporlar ile kullanım süresi 2026 yılına kadar uzatılmıştır (IAEA, 2021).

Ermenistan insani gelişmişlik düzeyine yönelik hazırlanan son rapora göre Türkiye'nin 31 sıra gerisinde 76. sırada bulunmaktadır (UNDP, 2024). Birçok yönden gelişmişlik düzeyi düşük olan Ermenistan'ın nükleer santral de gerçekleşebilecek kaza, saldırı vb. gibi durumlarda zararları en aza indirmek için gerekli müdahaleyi zamanında yapma ihtimalinin düşük olduğu söylenebilmektedir. Bunun yanı sıra RoSATOM, UAEA (Uluslararası Atom Enerjileri Kurumu) gibi uluslararası kurumların bölgeye intikal ve müdahale süreside zaman alabilmektedir.

Metsamor nükleer enerji santralinin 1 ve 2 numaralı reaktörlerinin 1989 yılında kapanmasına sebep olan nedenlerin başında ise 1988 yılında gerçekleşen Spitak Depremi gelmektedir. Deprem sonrası aldıkları hasardan kaynaklı olarak ve güvenlik önlemleri sebebiyle iki reaktör kapatılmış ve bir süre sonra reaktörler tekrar kullanılmaya başlanmıştır (Özdaşlı, 2016). 6.8 magnitudünde bir depreme sebep olan Spitak Fayının günümüzde deprem oluşturma ihtimali de mevcuttur. Nitekim nükleer santralin kurulma süreci ve sonrasında fay hattı riskini göz önünde bulunduran bölge halkı santralin oluşturabileceği risklere yönelik çeşitli faaliyetlerde bulunmuşlardır (Yüksel, 2020).

Geçmişte yaşanan deprem sebebiyle aldığı hasar ve yaşanan nükleer sızıntılara rağmen kapatılmayan santral, çevresindeki birçok komşu ülke vatandaşı ile kendi bulunduğu topraklardaki vatandaşını tehdit etmektedir. Nitekim nükleer enerjinin insan sağlığı üzerindeki etkisine ilişkin en önemli endişelerden biri radyasyondur. Radyasyon canlı biyolojisine zarar veren ve hatta kansere sebep olan durumlarla karşılaşılmasına sebep olmaktadır (Gürçam, 2022).

Genel hatları ile Ermenistan Metsamor Nükleer Santralinde meydana gelen kaza, saldırı vb. gibi durumlar; Türkiye, Azerbaycan, Ermenistan, Gürcistan ve İran olmak üzere çok geniş bir coğrafyayı tehdit eden bir durum haline gelmektedir (Kerimoğlu, 2016).

2.2. İran ve Bushehr

Türkiye'nin bir diğer sınır komşusu olan İran'da hizmette olan Buschehr-1 adlı nükleer reaktörün yanına iki adet reaktör daha eklenmesi planlanmaktadır (T.C. Dışişleri Bakanlığı²; NTI). Bu reaktörlerin herhangi bir durum sebebiyle zarar görmesi sonucunda İran ve komşu ülkelerde nükleer sızıntıdan kaynaklanan problemler yaşanabilir. Bunun yanı sıra geçmişte örnekleri de görülen siyasi sorunlar ile iç ve dış karışıklıklar nükleer santrale yönelik yapılabilecek terör saldırı ihtimalini de doğurmaktadır (International Crisis Group, 2012: i). Özellikle günümüzde İsrail-Filistin Savaşının bir yansıması olarak devam eden İran-İsrail gerginlikleri; karşılıklı saldırılara, çeşitli sabotajlara ve suikastlere sebep olmuştur (Bingöl, 2024). Bu durum nükleer santrallere yönelik oluşabilecek riskleri beraberinde getirebilmektedir.

Buschehr Nükleer Santrali 2011 yılında faaliyete geçmiştir (World Nuclear Association). Dolayısıyla işletme ömrü henüz dolmamıştır. Bu sebeple kaza vb. gibi durumların gerçekleşmesi söz konusu değildir.

İran ekonomik gelişmişlik düzeyi boyutuyla 20. sırada, teknoloji ve inovasyonda dünyada 71. Sırada iken insani gelişmişlik düzeyi bakımından ise 78. sırada bulunmaktadır. Ekonomik gelişmişlik düzeyi dışında birçok parametrede Türkiye'nin çok gerisinde bulunan İran olası bir kaza, ihmal vb. gibi durumlarda nükleer santrale ve süreç kaynaklı acil durumlara müdahale

konusunda sorunlar yaşayabilme potansiyeline sahiptir (Technology and Innovation Report, 2023; UNDP, 2023).

Afet boyutuyla baktığımızda İran birçok büyük depreme sebep olan fay hatlarının üzerinde bulunmaktadır. Tarih boyunca İran'da şiddetli depremler meydana gelmiştir ve bu depremlerden en büyüğü olan Seravan Depremi yine yakın tarihli sayılabilecek bir dönemde gerçekleşmiştir (TMMOB; Jeoloji Mühendisleri Odası). 2013 yılında nükleer santral yakınında meydana gelen deprem sonucu nükleer santral herhangi bir zarar görmemiş olsa da nükleer santralin bulunduğu eyalette mevcut diri faylar deprem kaynaklı oluşabilecek riskleri artırmaktadır (Ahmadian vd., 2014).

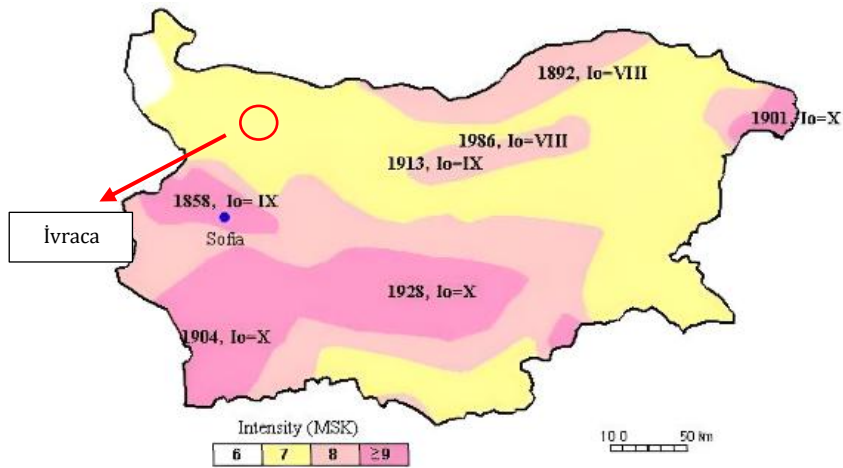
2.3. Bulgaristan ve Kozloduy

Türkiye'nin bir diğer sınır komşusu olan Bulgaristan'da ise hizmette olan Kozloduy 5-6 olmak üzere iki adet nükleer reaktör mevcuttur. Kozloduy nükleer santraline ait 1 ve 2 numaralı reaktör kullanım süresini doldurduğu için hizmet dışı bırakılırken 3 ve 4 numaralı reaktörler ise Bulgaristan'ın Avrupa Birliği'ne üye olmasının ön koşulu olarak hizmet dışı bırakılmıştır (European Union). Belene Nükleer Santrali'nin yapımının durdurulması sonucu maddi kaynaklar Kozloduy Nükleer Santraline 7. Reaktörün yapımı için aktarılmıştır (T.C Ticaret Bakanlığı, 2021). Kozloduy Nükleer Santrali inşaatı 1970 yılında başlamış olup, 1974 yılında santralin 1. ünitesi devreye sokulurken ve 1975 yılında ise santralin 2. ünitesi devreye sokulmuştur. 1980-1982 yılları arasında 4. ve 5. Nükleer güç üniteleri 1987-1991 yılları arasında ise 5. ve 6. nükleer güç üniteleri, devreye sokulmuştur. 1, 2, 3 ve 4. nükleer güç üniteleri 2007 yılına kadar kapatılmıştır (European Union; Kozloduy NPP).

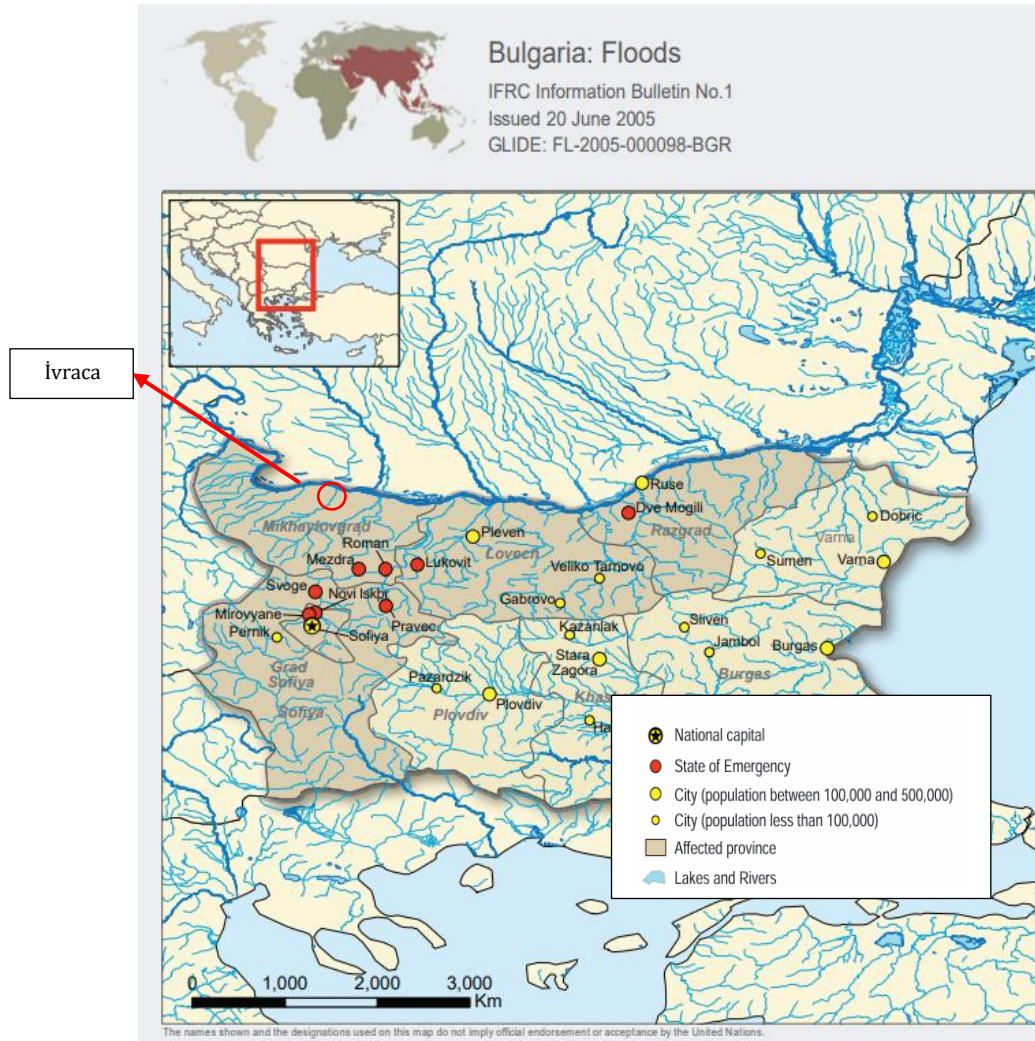
Kozloduy Nükleer Santralinin reaktörlerinin bakım ve yükleme işlemleri sırasında kazaların meydana gelmesi (TAEK Bülteni, t.y.) ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişmişlik İndeksi doğrultusunda değerlendirildiğinde Bulgaristan her ne kadar Türkiye'nin oldukça gerisinde bulunsada bulunduğu konum itibarı ile Balkan Devletleri arasında Avrupa Birliği (AB) üyesi olan ülkelerden biridir. AB'ye henüz üye olmasının yanı sıra AB fonları ve aldığı destekler sayesinde gelişmişlik ve refah düzeyi artmış bir ülkedir (UNDP, 2023). Tüm bunların yanı sıra konum bakımından birçok AB üye devletine yakın olması, oluşabilecek bir kaza sonucu AB ülkelerinin en yüksek düzeyde etkilenmesine sebep olabilecektir. Dolayısıyla AB bu bölgede herhangi bir kaza gerçekleşmemesi adına maksimum ilgiyi gösterebilecek ve gerçekleşmesi durumunda ise müdahale için gerekli olabilecek tüm kaynakları devreye sokabilecek potansiyeldedir. Türkiye ise bu kapsamda Türkiye Atom Enerjisi Kurumu-TAEK (yeni adı ile TENMAK) tarafından hem Metsamor hem de Kozloduy Nükleer Enerji Santrallerine yakın olarak konuşlandırılmış toplam 32 adet olmak üzere ülke genelinde ise 111 radyasyon erken uyarı ağı oluşturmuştur (NDK; Yıldırım ve Örnek, 2007).

Şekil 1 Bulgaristan sismik risk haritasını göstermektedir. Haritada sismik yoğunluk (intensity) 6 (en az, beyaz renk) 9 ve üzeri (en fazla, koyu pembe) olarak belirtilmiştir. İvraca sarı renkle belirtilen ve sismik risk yoğunluğunun nispeten düşük olduğu bir bölgede yer almaktadır. Bulgaristan tarihinde birçok büyük depreme şahitlik etmiştir (Trifonova vd. 2012). Her ne kadar deprem kaynaklı yıkıma maruz kalsa da santralin bulunduğu İvraca şehrinin sismik risk haritasında en risksiz bölgede olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Şekil 2 ise Bulgaristan'daki sel risk haritasını göstermektedir. Haritada belirtilen kırmızı noktalar sel bakımından acil durum bölgelerini, yıldız ile gösterilen nokta başkenti, sarı noktalar ise (şeklin büyüklüğüne göre) nüfus yoğunluğunu göstermektedir. Sel riski incelendiğinde ise (Şekil 2) yine İvraca bölgesinin sel acil durumları bakımından en risksiz bölgelerden birinde bulunduğu görülmektedir. Bu kapsamda Kozloduy Nükleer Santralinin bulunduğu İvraca şehri sel ve deprem bakımından en risksiz bölgelerden birinde yer almaktadır. Fakat değişen iklim dinamikleri ile bu riskin her zaman söz konusu olduğu söylenebilir.



Şekil 1. Bulgaristan Sismik Risk Haritası (Tzenov ve Betov, 2009: 42)



Şekil 2. Bulgaristan Sel Risk Haritası (Reliefweb, 2005)

Bilgiç ve Gündüz (2021) tarafından yapılan bir çalışmada Kozloduy Nükleer Santralinde yaşanabilecek herhangi bir kaza durumunda Türkiye'nin en yoğun nüfuslu bölgesini etkileyebilecek bir senaryonun söz konusu olduğunu ve kritik düzeylere ulaşabileceğini belirtmektedir.

2.4. Ukrayna ve Zaporijya

Türkiye'nin bir diğer sınır komşusu olan Ukrayna'da ise hizmette olan Rivne, Zaporijya, Hmel'nitski ve Güney Ukrayna olmak üzere 4 farklı nükleer santralde toplamda 15 adet nükleer reaktör yer almaktadır (EnergoAtom). Bahsi geçen nükleer santrallerin ülkenin kuzeybatısı, güney ve güneydoğusunda yer aldığı (T.C. Millî Savunma Bakanlığı) düşünülürse Ukrayna için ciddi bir risk teşkil ettiği söylenebilir. Bunun yanı sıra nükleer geçmişine bakıldığında -Çernobil nükleer santral kazası- Avrupa ve Türkiye açısından ciddi tehlikeleri bünyesinde barındırdığı söylenebilir.

Bir nükleer santralin kullanım ömrü yaklaşık 40 yıl olmakla birlikte – yeni nesil reaktörlerde 60 yıl- (TENMAK) Ukrayna'da faaliyet süresi dolan ve tahrip olması sebebiyle kapatılan nükleer reaktörler mevcuttur (AFAD1). Hali hazırda faaliyetlerine devam eden nükleer reaktörler ise kullanım süresi tamamlanmayan reaktörlerdir. Kullanım süresini doldurması sebebiyle ciddi tahribata sebep olabilecek nükleer reaktörlerin mevcudiyeti risk oluşturmaktadır.

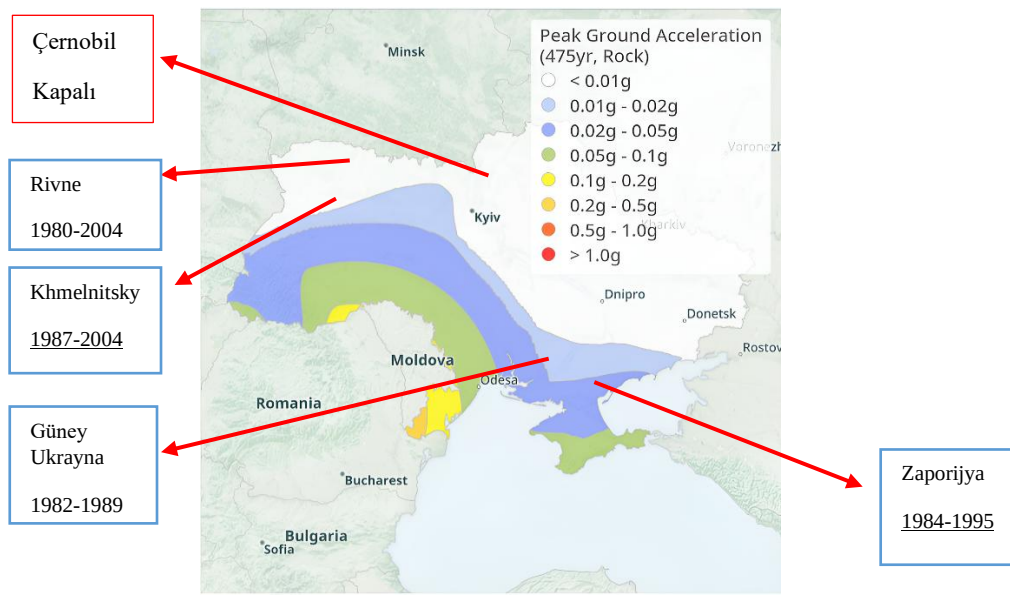
2014 yılından itibaren Rusya ve Ukrayna arasında devam eden gerginlik ve savaşlar karşılıklı olarak saldırıları beraberinde getirmiştir. Bu süreç içerisinde şüphesiz en çok korkulan durum ikinci Çernobil vakasının tekrar gerçekleşmesidir. Özellikle Rusya'nın Zaporijya Nükleer Santrali'ni ele geçirmesi ve bu süre zarfında nükleer santral ve santrale ilişkin sistem bilgilerinin düzenli olarak alınamaması endişeleri daha fazla artırmıştır (IAEA, 2022). Zaporijya Nükleer Santrali Rus askeri güçlerinin silahlı müdahalesine ve 2024 yılında yoğun bir şekilde İHA saldırılarına maruz kalmıştır (Energoatom News; IAEA, 2022). Avrupa' nın en büyük nükleer santrali olan Zaporijya Nükleer Santralinin zarar görmesi şüphesiz ciddi sorunları beraberinde getirebilme potansiyeline sahiptir (Energoatom News). Özellikle Mayıs 2025 itibari ile Rusya ve Ukrayna Arasındaki gerginlikler hat safhaya tırmanmış ve Rusya bu doğrultuda çeşitli saldırılar gerçekleştirmiş ve hala yeni saldırıları planlarına yönelik hazırlıklarına devam etmektedir. Rusya bu süreçte Ukrayna'nın en büyük ikinci kenti olan Kharkiv'e yaz saldırısı yapmak için 50.000 asker konuşlandırmış, birçok hava aracı ile hava saldırıları yapmıştır. Bunun yanı sıra Donetsk ve Sumi bölgelerinde iki taraf arasında yoğun çatışmalar yaşanmıştır (The Sun, 2025; Cadena SER, 2025). Bunun yanı sıra Zaporijya nükleer santraline yönelik ele geçirme çalışmaları iki tarafı da riske atmaktadır (Anadolu Ajansı, 2025; Euronews, 2025).

Bunun yanı sıra nükleer santrallerde çeşitli sebeplere bağlı olarak kazalar meydana gelmektedir. Ukrayna SSCB (Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği) döneminde yaşadığı Çernobil Faciası ile bu durumu trajik bir şekilde yaşamıştır. Bunun yanı sıra çeşitli nükleer santrallerde yaşanan kazalar ise nükleer santral kazalarının varlığını sık sık hatırlatmaktadır (AFAD1).

Gelişmişlik düzeyine bakıldığında Ukrayna, insani gelişmişlik raporuna göre Türkiye, Ermenistan, Bulgaristan, Rusya ve İran'ın gerisinde 100. sırada yer almaktadır (UNDP, 2023). Ülkede hali hazırda devam eden savaş ve karışıklıklar her geçen gün Ukrayna'nın gelişmesi önünde bir engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum nükleer reaktörlerde gerçekleşen olası bir arıza ve/veya aksilik durumunda Ukrayna'nın bu durumu tespit etme ve müdahale etme sürecinde problemler yaşamasına sebep olabilmektedir. Bunun yanı sıra yeri geldiğinde Rusya kontrolüne geçebilen Zaporijya nükleer santralinde gerçekleşen herhangi bir kazanın Rusya tarafından bildirilmemesi

olası bir durumdur (Cavlak ve Doğan, 2019)². Şüphesiz bu durum nükleer santraller bakımından ciddi riskleri beraberinde getirmektedir.

Şekil 3 Ukrayna'daki sismik risk haritasını ve nükleer reaktörleri göstermektedir. Bir yerde deprem sarsıntısı sırasında oluşan maksimum yer ivmesini gösteren haritada en yüksek ivme koyu kırmızı renkle gösterilmiş, en düşük ivme ise beyaz renk ile gösterilmiştir. Doğal afetler boyutuyla değerlendirildiğinde Ukrayna bünyesinde 6.8 magnitudünde deprem yaşamış bir ülkedir (UNDRR). Yukarıdaki şekil Ukrayna' daki deprem risk haritasını ve kurulu nükleer santralleri göstermektedir. Çernobil dışında bulunan diğer tüm nükleer santrallerde faal nükleer reaktörler mevcuttur. Nükleer santraller bölgelerin deprem riski göz önünde bulundurularak tasarlanmaktadır (International Atomic Energy Agency, 2022). Şekil 3'ten hareketle nükleer santrallerin bulunduğu bölgeler çok büyük depremlerin yaşanmadığı bölgeler olması sebebiyle meydana gelebilecek depremlerin sistemlerde hasarlara sebep olması, ani güç kesintileri, soğutma sistemlerinin çalışmaması gibi durumlara sebep olması düşük olasılıklıdır.



Şekil 3. Ukrayna Sismik Risk Haritası ve Nükleer Santral Konumları (Yazar Tarafından Düzenlenmiştir) (UNDRR; EnergoAtom Arşiv)

2.5. Rusya Federasyonu

Türkiye'nin bir diğer sınır komşusu olan Rusya'da hizmette olan birçok nükleer santral bulunmaktadır. Ülkede yer alan nükleer santrallerin birçoğu ülkenin batısında Ukrayna sınırına yakın bir alanda konuşlandırılmış durumdadır. Rusya, Ukrayna ve Türkiye açısından birçok riski bünyesinde barındırmaktadır.

Şekil 4 Rusya Federasyonu'nda mevcut nükleer santrallere yönelik haritaları göstermektedir. Haritada kırmızı renkler santrallerin bulunduğu noktaları, sarı, mor ve gri noktalar reaktör tiplerini ve sayılarını göstermektedir. Rusya'da faaliyet süresi dolan ve kapatılan 6 adet nükleer reaktör mevcuttur (TENMAK Nükleer Santral Ömrü; IAEA, 2017). Günümüzde faaliyetlerine devam eden nükleer reaktörlerin içerisinde ise kullanım süresi dolan fakat hala faaliyetine devam eden nükleer reaktörler yoğun olarak mevcuttur (IAEA, 2017). Bu durum Rusya'da mevcut olan nükleer reaktörlerin kullanım süresine bağlı olarak zarar görme olasılığını artırmakla beraber Rusya'yı risk düzeyi bakımından yüksek riskli bir ülke konumuna getirmektedir.

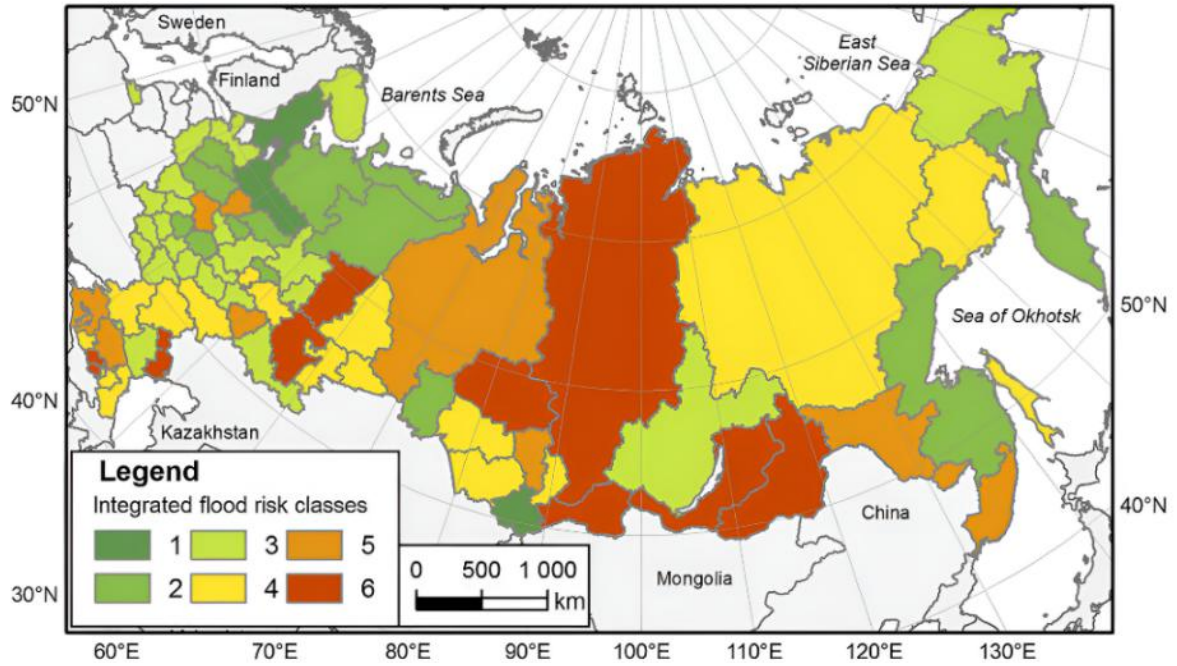
² Bu durum Putin' in yönetim anlayışından kaynaklanmaktadır. Her ne kadar Putin tarafından kabul edilmese de Rusya'da yönetim otoriter devlet anlayışına dayanmaktadır. Ayrıca Bkz. Cavlak ve Doğan, Siyasal Kültür ve Yönetim Şekli: Putin Dönemi Rusya



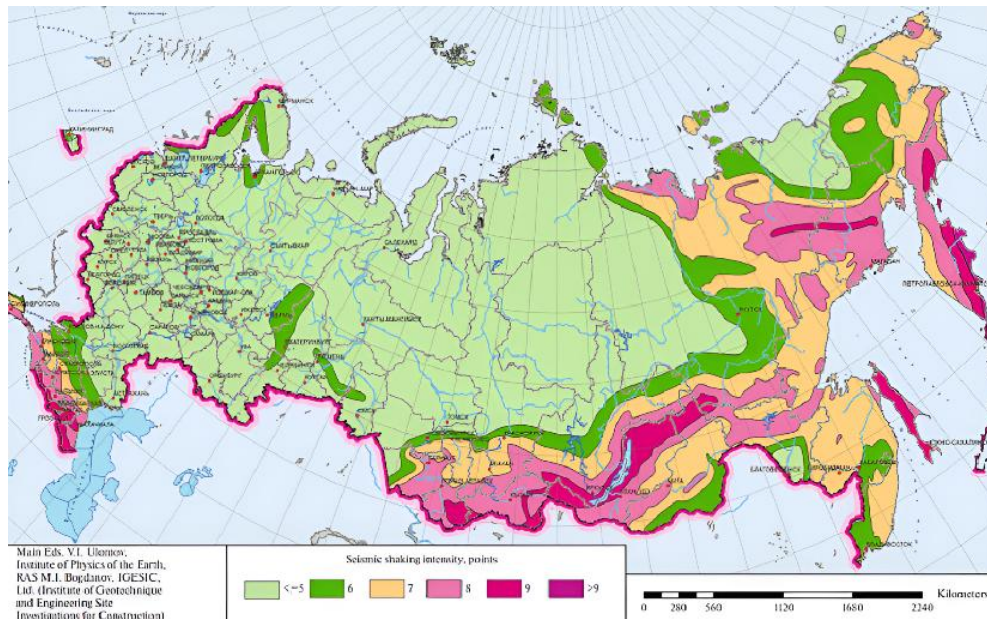
Şekil 4. Rusya Federasyonu Nükleer Santral Haritası (IAEA, 2017)

Şekil 5 Rusya'daki sel risk haritasını göstermektedir. Harita kapsamında sel riski derecelendirmesi koyu yeşil renkten (en az, 1 ile derecelendirilmiştir) kırmızıya (en fazla, 6 ile derecelendirilmiştir) doğru gitmektedir. Şekil 4 ve Şekil 5' ten hareketle Rusya' daki kurulu nükleer santrallerin sel riski düşük bölgelerde olduğu görülmektedir.

Şekil 6 ise Rusya' nın sismik enerji yoğunluğu haritasını göstermektedir. Haritada sismik enerji yoğunluğu açık yeşilden (en az) koyu pembeye (en fazla) doğru gitmektedir.



Şekil 5. Rusya Federasyonu Sel Risk Haritası (Frolova vd., 2017)



Şekil 6. Rusya Federasyonu Genel Sismik Bölgeler Haritası (Zavyalov, A. D. vd. 2019).

Rusya'da kurulu olan nükleer güç ünitelerinin ağırlıklı olarak Ukrayna sınırına yakın olduğu görülmektedir. Hali hazırda devam eden savaş sebebi ile her ne kadar etkileri Ukrayna'yı da etkileyecek olsa da savaş sırasında yapılan saldırılarda nükleer güç ünitelerinin zarar görme ihtimali mevcuttur. Bu durum nükleer güç ünitelerinden kaynaklı risklerin yüksek risk skoruna sahip olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra belirtilen bölge itibari ile sismolojik hareket yoğunluğuna yönelik şekil yukarıda verilmiştir. Şekil 6'dan hareketle nükleer güç ünitelerinin kurulu olduğu batı bölgesinde sismolojik yoğunluğun az olduğu ve bu durumun risk skorunu en az seviyeye indirdiği söylenebilir. Afet boyutu ile orman yangınlarının son yıllarda ağırlıklı olarak görüldüğü Rusya'da bu yangınların ise ülkenin kuzeydoğu ve doğu kesimlerinde görülmesi (LeMonde, 2024) kontrol edilememesi durumunda özellikle kuzeydoğuda olan Bilibino Nükleer Güç Santralini etkilemesi söz konusu olabilmektedir.

Gelişmişlik düzeyine bakıldığında ise Rusya insani gelişmişlik indeksine göre Türkiye'nin 11 sıra aşağısında bulunmasının yanı sıra ekonomik gelişmişlik düzeyi bakımından dünyanın en büyük 11. ekonomisine sahiptir (T. C. Ticaret Bakanlığı, 2024; UNDP, 2024). Bunun yanı sıra nükleer santralde meydana gelebilecek herhangi bir kaza ya da aksilik durumunda gelişmişlik düzeyi kaynaklı müdahale sürecinde oldukça hızlı davranması söz konusudur nitekim dünyada en fazla bilinen atom enerji kurumlarından olan ROSATOM'un ulusal ve uluslararası birçok alanda çalışmaları devam etmekte ve bu konuda tecrübeli bir ülke konumundadır. Fakat insani gelişmişlik indeksi doğrultusunda değerlendirildiğinde (154. Sırada) Rusya yönetiminin otokratik anlayışının olası bir felakette kendi yönetimini zor durumda bırakmamak adına sessiz kalması beklenebilir bir durumdur (Global Peace Index, 2019). Nitekim bu duruma yönelik örnekler birçok ülkede yaşanabilmektedir.

3. YÖNTEM

Bu çalışma Türkiye'yi ciddi boyutlarda etkileyebilecek nükleer enerji santrallerine sahip olan ülkelerin nükleer risk analizini L Matris Risk Yöntemi kullanarak analiz etmeyi amaçlamaktadır.

L matris risk analizi bir olayın olasılığı ve gerçekleşmesi durumunda risk derecesini saptamak için kullanılmasını sağlayan yöntemdir. İş sağlığı ve güvenliği alanında yoğun olarak kullanılan

bu yöntem bir işletme olması sebebiyle nükleer reaktörlerin risk analizini yapmak için de kullanılabilir. Bunun yanı sıra L matris risk analiz (5x5) yöntemi, risklerin belirlendiği ve belirlenen risklere yönelik skorların oluşturulduğu, sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirildiği bir yöntemdir (Doğan ve Keskin, 2023). Genel itibari ile L matris risk analizi yöntemi her ne kadar iş sağlığı ve güvenliği alanındaki risklerin tespit edilmesi amacıyla sıklıkla kullanılsa da literatürde afet risklerinin tespiti, arama kurtarma faaliyetleri sırasında risklerin tespiti, üretimde gıda güvenliği, çevresel risk analizi vb. gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Öney, 2012; Çelik vd. 2024; Güner, 2017; Lafcı ve Öztekin, 2020). Dolayısıyla nükleer enerji santrallerinin bir tesis olması, olası bir aksaklıkta çevredeki birçok canlıya/unsura etkisi olması ve risk barındırması sebebiyle bu çalışmada L matris risk analizi yöntemi kullanılmıştır.

L Matris Risk Analizi yöntemi, olasılık ve etki faktörlerinin 5'li derecelendirme sistemine göre puanlanması ve bu puanların çarpımı ile risk seviyelerinin sayısal olarak belirlenmesini sağlayan bir yöntemdir (Adem, 2022). Çalışma kapsamında kullanılan risk kriterleri; nükleer santralin kullanım süresi, geçmiş kaza/saldırı geçmişi, jeopolitik tehdit seviyesi, teknolojik altyapı, Türkiye'ye olan coğrafi uzaklık, meteorolojik taşıma riski ve etkilenecek nüfus yoğunluğu gibi değişkenleri kapsamaktadır (Bedir vd.,2024).

Risk değerlendirme sürecinde kullanılan L tipi matris yöntemi, iki temel bileşen olan "olasılık" ve "etki"nin puanlandırılmasına dayanır. Bu kapsamda Tablo 1'de risklerin gerçekleşme olasılığı ile etkilerinin derecelendirilmesine ilişkin puanlama sistemi sunulmuştur. Olasılık düzeyi, geçmiş olay sıklığı ve bölgesel tehditlerin yoğunluğu gibi kriterlere göre belirlenirken; etki düzeyi, olayın Türkiye üzerindeki sağlık, çevre ve nüfus etkilerine göre puanlanmıştır. Bu kapsamda olasılık ve etki faktörlerinin derecelendirilmesi ve açıklaması aşağıdaki tablolarda verilmiştir;

Tablo 1. Olasılık ve Etki faktörlerinin derecelendirilmesi ve tanımlanması (İSG Risk Analizi, 2024)

Derece	Olasılık	Etki
1	Gerçekleşme ihtimali çok az	İşyerinde müdahale edilen hafif yaralanmalar
2	Gerçekleşme ihtimali az	İşyeri dışında tıbbi müdahale gerektiren işgünü kayıpsız hafif yaralanmalar
3	Gerçekleşme ihtimali var (Her zaman mümkün)	10 günden daha az iş günü kaybı ile sonuçlanan yaralanmalar
4	Gerçekleşme ihtimali yüksek	10 gün ve daha fazla iş günü kaybı ile sonuçlanan ağır yaralanmalar
5	Gerçekleşme ihtimali çok yüksek	Kalıcı iş göremezlik veya ölümle sonuçlanan yaralanmalar

Olasılık puanlaması, nükleer olayın gerçekleşme sıklığı veya potansiyelini; etki puanı ise olayın Türkiye üzerindeki olası sonuçlarını yansıtmaktadır. Bu kriterlere göre risk skoru; 1 (çok düşük) ile 5 (çok yüksek) arasında derecelendirilmiş olasılık ve etki puanlarının çarpımıyla hesaplanmıştır. Risk seviyeleri renk kodlu matrisle (Tablo 2) görsel olarak sınıflandırılmış ve değerlendirilmiştir (Bedir vd., 2024). Koyu kırmızı ile gösterilen alanlar en yüksek riskli alanlar, kırmızı ile gösterilen alanlar yüksek riskli alanlar, turuncu ile gösterilen alanlar orta riskli alanlar, sarı ile gösterilen alanlar düşük riskli alanlar, yeşil ile gösterilen alanlar ise kabul edilebilir riskleri barındıran ve en az riskli alanlardır.

Tablo 2'de ise, olasılık ve etki skorlarının çarpımıyla elde edilen risk puanlarının renkli matris sistemine göre nasıl sınıflandırıldığı görsel olarak sunulmuştur. Bu sınıflandırma, çok düşük riskten (yeşil) kabul edilemez derecede yüksek riske (koyu kırmızı) kadar beş seviyede değerlendirme yapmayı mümkün kılmaktadır. Böylece her bir nükleer santral için farklı tehlike türlerine yönelik hesaplanan risk skorları bu matris üzerinden karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır (Bedir vd.,2024).

Tablo 2. L Matris Risk Analizi Uygulama Tablosu (Bayraktar vd, 2019)

OLASILIK DERECE	ETKİ DERECE					
	✖	Çok Yüksek (5)	Yüksek (4)	Orta (3)	Düşük (2)	Çok Düşük (1)
	Çok Yüksek (5)	25	20	15	10	5
	Yüksek (4)	20	16	12	8	4
	Orta (3)	15	12	9	6	3
	Düşük (2)	10	8	6	4	2
	Çok Düşük (1)	5	4	3	2	1

Önlem alınması gerekli olan en önemli kısım koyu kırmızı ve kırmızı alanlar olmakla beraber bu alanlar katlanılamayacak riskler olarak tanımlanmaktadır. Turuncu ve sarı alanlar ise kabul edilemez riskleri bünyesinde barındırmaktadır dolayısıyla en acil şekilde önlem alınmasını gerektiren durumları bünyesinde barındırır. Yeşil alanlar ise kabul edilebilir riskleri bünyesinde barındıran kontrol faaliyetleri bakımından düşük önceliğe sahip alanları göstermektedir.

L matris risk analizi yöntemi, sebep/ sonuç analizlerinde tercih edilen bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Doğan ve Keskin, 2023). Bu yaklaşım, afet yönetimi ve çevresel risk analizlerinde sıkça kullanılan nicel-nitel karma tekniklerden biridir. Özellikle karmaşık tehlikelerle başa çıkmak için sistematik ve karşılaştırılabilir analiz yapma imkânı sunmaktadır (Adem, 2022). Bu kapsamda çalışmada ilgili ülkelerdeki nükleer reaktörlerin zarar görmesine sebep olabilecek unsurlar ve nükleer reaktörlerin zarar görmesi durumunda doğuracağı sonuçların detaylı analizi yapılmıştır.

3.1. Değerlendirme Kriterleri

Çalışmaya dahil edilen beş (5) farklı tehlike durumu Türkiye ve çevresinde mevcut nükleer santrallerin daha öncesinde maruz kaldığı tehlikeler doğrultusunda şekillenmiştir. Bu kapsamda her nükleer santral için geçerli olmasa dahi komşu ülkelerde mevcut nükleer enerji santrallerinden en az biri belirtilen tehlike durumları ile en az bir kere karşılaşmıştır. Gelişmişlik düzeyi ise toplumların kırılganlık düzeyini belirten bir unsur olmakla birlikte aynı zamanda teknolojik ve ekonomik gelişmişlik düzeyi gibi parametreler, nükleer santrale yönelik yapılabilecek saldırılara (siber saldırılarda dahil olmak üzere) karşı müdahale kapasitesini artıran bir unsur olması sebebiyle tehlike kategorisine dahil edilmiştir. Bu kapsamda tüm ülkelere yönelik;

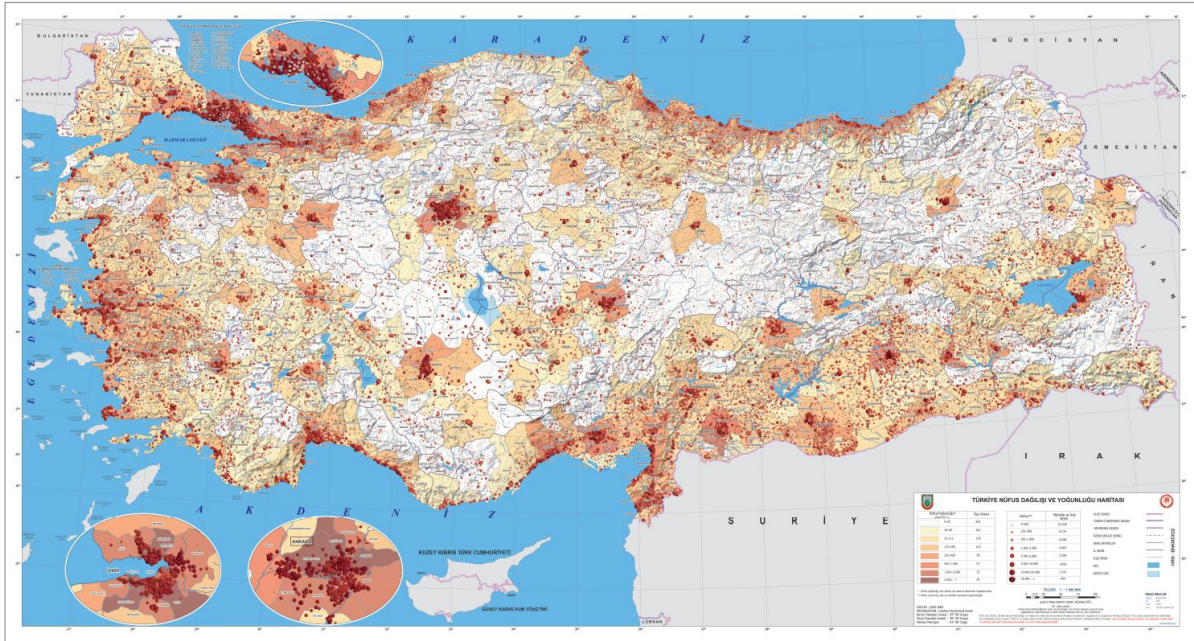
1. Nükleer Santralin Kullanım Süresini Doldurması
2. Nükleer Santrale Karşı Düzenlenebilecek Saldırı/ Savaş, Terör
3. Kazalar, Sistemlerin Devre Dışı Kalması
4. Gelişmişlik Düzeyi, Müdahale Kapasitesi
5. Afet (Doğa Kaynaklı) olmak üzere beş farklı tehlike durumuna yönelik değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmada etki derecesinin değerlendirilmesinde; Ermenistan, İran, Ukrayna, Rusya ve Bulgaristan'da bulunan ilgili nükleer santrallere yönelik Türkiye özelinde etki edebileceklerin bölgelerin nüfus dağılımı ve yoğunluğunun yanı sıra bu santrallerin ülkeye olan uzaklıkları ve faal reaktörlerin yapım yılı doğrultusunda değerlendirme yapılmıştır. Bu kısımda ağırlıklı olarak Türkiye'ye de etkisi büyük olan Çernobil Nükleer Enerji Santrali Kazası baz alınarak değerlendirmeler yapılacaktır.

Şekil 7, Türkiye nüfus dağılımını ve yoğunluk haritasını göstermektedir. Haritada bölgelerin nüfus yoğunluğu beyaz renkten (nüfus yoğunluğu en az) kırmızıya (nüfus yoğunluğu en fazla) doğru gitmektedir. En yoğun nüfuslu bölgenin Marmara bölgesi olduğu ve ağırlıklı olarak kıyı

bölgelerinde nüfusun yoğunlaştığı görülmektedir. Ermenistan Metsamor Nükleer Enerji Santrali Türkiye'ye en yakın nükleer enerji santrali olması ve yapım yılının eski olması sebebiyle yüksek risk arz etmektedir (Gökeri vd., 2012). Her ne kadar nüfus yoğunluğu bölgede az olarak görünse de etki alanının geniş olması sebebiyle olası bir aksilikte (kaza, sabotaj vb.) Türkiye için yüksek risk arz etmektedir. Çernobil Nükleer Santral Kazası sonrası yapılan bilimsel araştırmalarda radyasyonun çeşitli yollarla (deniz, hava) **1700 km** uzaklığa kadar yayıldığı gözlemlenmiştir (Pala, 2006; Türkkan, 2006). Bu durum Metsamor Nükleer Santrali'nde kaza, sabotaj vb. gibi aksiliklerden kaynaklanan radyasyon yayılımının, geniş bir alanda etkisini gösterebileceğinin kanıtıdır dolayısıyla bu alandaki bireylerin hayatını kaybetmesine, bölgede tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin ciddi şekilde etkilenmesine sebep olma potansiyeli yüksektir. Bu sebeple **etki derecesi beş (5)** olarak tanımlanabilmektedir. Bunun yanı sıra santralin yapım yılının eski olması, daha önce kazaların meydana gelmesi ve deprem sebebiyle bir süre faaliyetlerine ara verilmesi riski artıran başka bir etmendir (IAEA, 2021; Özdaşlı, 2016).

İran Bushehr Nükleer Enerji Santrali ise 2005 yılında kurulmuştur (IAEA İran, 2009). Bushehr nükleer santralin Türkiye'ye olan uzaklığı yaklaşık **1098 km**'dir (Şekil 8). Bunun yanı sıra İran'dan Türkiye'ye dökülen akarsu bulunmaması sebebiyle bu yolla etki söz konusu değildir. Fakat meteorolojik koşullar ile radyoaktif maddenin taşınması mümkündür nitekim 1986 yılında Ukrayna Çernobil Nükleer Enerji Santrali kazası sebebiyle radyoaktif madde hava akımlarıyla Türkiye'de dahil olmak üzere Avrupa'nın büyük bir kısmına yayılmıştır (Atakan, t.y.: 2). Uzaklık, nüfus yoğunluğu, coğrafi ve meteorolojik koşullar göz önünde bulundurulduğunda İran Bushehr Nükleer Enerji Santrali'nde gerçekleşecek olan kaza, sabotaj vb. gibi olumsuz durumların oluşturacağı sonuçların **etki derecesi beş (5)** olarak tanımlanabilmektedir. Bunun en önemli sebebi ise radyoaktif maddenin çeşitli yollarla Türkiye'ye taşınması durumunda ölümle sonuçlanabilecek tabloları beraberinde getirmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 7. Türkiye Nüfus Dağılışı ve Yoğunluk Haritası (HGM)

Şekil 8. İran'daki Bushehr Nükleer Enerji Santrali ve bu santralin Türkiye'ye en yakın uzaklığını göstermektedir. Bulgaristan Kozloduy Nükleer Enerji Santrali ise Türkiye'ye **530 km** uzaklıktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 45). Bulgaristan Kozloduy Nükleer Enerji Santrali'nde meydana gelebilecek kaza, sabotaj vb. gibi aksiliklerden kaynaklanan radyasyon yayılımı, yoğun nüfuslu olan Marmara ve Ege bölgesini etkileyecek tablolara sebep olma potansiyeline sahiptir.

Meriç Nehri ve Tuna Nehri Bulgaristan’ da doğan ve Bulgaristan’dan geçen iki nehir olmakla birlikte Ege Denizi ve Karadeniz’e dökülmektedirler (T.C. Dışişleri Bakanlığı³; Erkal ve Topgöl, 2015). Akarsular, olası hava koşulları, uzaklık ve bölgedeki nüfus yoğunluğu sebebiyle gerçekleşecek olan kaza, sabotaj vb. gibi olumsuz durumların oluşturacağı sonuçların **etki derecesi beş (5)** olarak tanımlanabilmektedir. Nitekim radyoaktif maddenin çeşitli yollarla Türkiye’ye taşınması hemen olmasa bile uzun vadede ölümle sonuçlanabilecek tablolarla karşılaşılmasına sebep olmaktadır.



Şekil 8. Türkiye ve İran Bushehr Nükleer Enerji Santrali Arasındaki Mesafe (km) /Kuş Uçuşu (Google Maps)

Şekil 9. Ukrayna’daki Zaporijya Nükleer Enerji Santrali ve bu santralin Türkiye’ ye en yakın uzaklığını göstermektedir. Ukrayna Zporijya Nükleer Enerji Santrali’nin Türkiye’ye uzaklığı yaklaşık **605 km**’dir. Ukrayna yukarıdaki örneklerde verildiği üzere tarihte ciddi bir nükleer enerji santrali kazası (Çernobil Nükleer Enerji Santrali Kazası) yaşamıştır. Bu kaza çeşitli coğrafi ve meteorolojik koşullar sebebiyle Avrupa kıtasının yanı sıra birçok ülkeyi etkilemiştir (Atakan, t.y.: 2). Çernobil’ e oranla hem Avrupa’ nın en büyük nükleer enerji santrali olması hem de Türkiye’ ye uzaklığının daha az olması bu santrali olası bir kaza, sabotaj, saldırı durumunda daha riskli kılmaktadır (Google Maps; IAEA, 2024). Akarsular³, olası hava koşulları, uzaklık ve bölgedeki nüfus yoğunluğu (Karadeniz ve Marmara bölgesini etkileme potansiyeli mevcuttur) sebebiyle gerçekleşecek olan kaza, sabotaj vb. gibi olumsuz durumların oluşturacağı sonuçların **etki derecesi beş (5)** olarak tanımlanabilmektedir (Google Earth). Nitekim radyoaktif maddenin çeşitli yollarla Türkiye’ye taşınması hemen olmasa bile uzun vadede ölümle sonuçlanabilecek tablolarla karşılaşılmasına sebep olmaktadır.

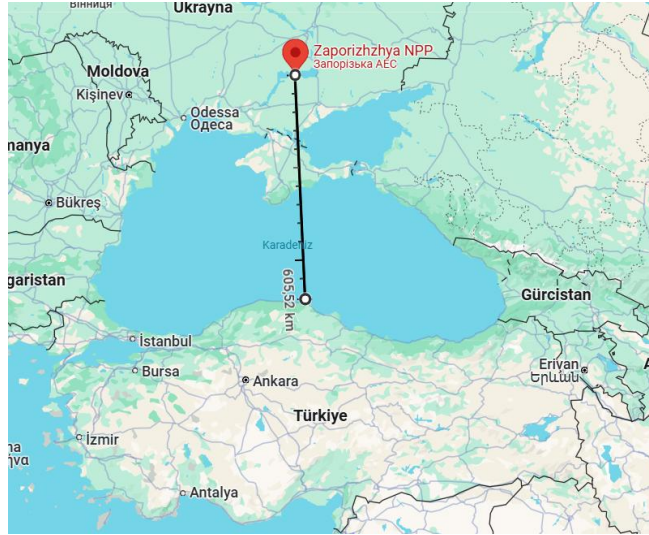
Ülkelerin Genel Profili ve Nükleer Risk Durumlarına Yönelik Değerlendirme⁴ bölümünde verilen bilgilerin yanı sıra Rusya’ da mevcut karışıklıklar nükleer enerji santrallerine yönelik riski artırmaktadır. Özellikle santrallerin ülkenin batı sınırında anlaşmazlık ve sıklıkla çatışmalar yaşadığı bir ülke olan Ukrayna’ya yakın olması riski artırmaktadır.

Şekil 10 Rusya’da mevcut nükleer enerji santrallerinin Türkiye’ye en yakın kuş uçuşu mesafelerini göstermektedir. Türkiye’ye en uzak nükleer enerji santrali Bilibino en yakın nükleer enerji santrali ise Volgodonsk/ Rostov Nükleer Enerji Santrali’dir. Volgodonsk/ Rostov Nükleer Enerji Santralinin Türkiye’ye mesafesi **662 km**’dir ikinci en yakın santral ise Balakova Nükleer Enerji

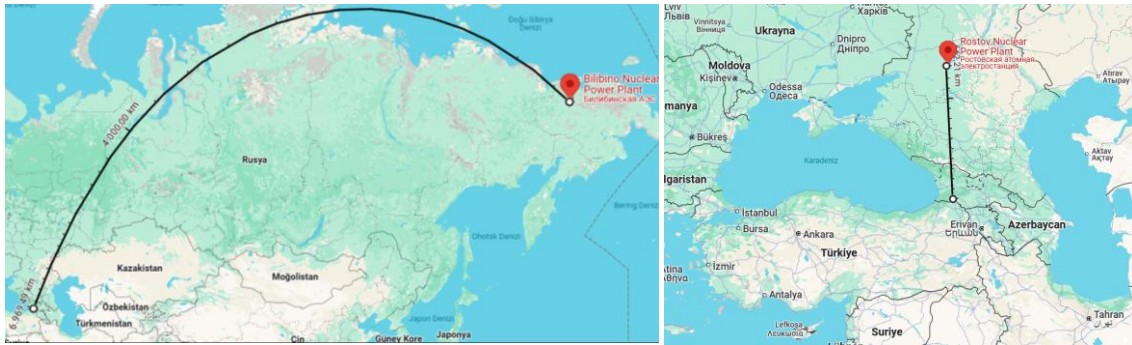
³ Zaporijya’ dan geçen Dinyeper Nehri başta olmak üzere birçok nehir Karadeniz havzasında bulunmaktadır. Detaylar için atıfta verilen Google Earth linkini inceleyebilirsiniz.

⁴ Bkz. 2. Ülkelerin Genel Profili ve Nükleer Risk Durumlarına Yönelik Değerlendirme başlığı altında incelenen 2.5. Rusya Federasyonu kısmı

Santralidir (**1221,08 km**). Türkiye'yi etkileyen bir kaza olan Çernobil Nükleer Enerji Santrali Kazası sonrası radyoaktif maddeler Türkiye dahil birçok ülkeye çeşitli yollarla taşınmıştır. Rusya ve Sibirya üzerinden gelen ve Türkiye' de etkili olan birtakım meteorolojik olayların (Poyraz gibi) yanı sıra diğer coğrafi koşullar (akarsular) ile radyoaktif kirlenme durumu söz konusu olabilir. Akarsular, olası hava koşulları, uzaklık ve bölgedeki nüfus yoğunluğu (Karadeniz ve Marmara bölgesini etkileme potansiyeli mevcuttur) sebebiyle gerçekleşecek olan kaza, sabotaj vb. gibi olumsuz durumların oluşturacağı sonuçların **etki derecesi beş (5)** olarak tanımlanabilmektedir.



Şekil 9. Zaporijya (Zaporizhzhya NPP) Nükleer Enerji Santrali Arasındaki Mesafe (km) /Kuş Uçuşu (Google Maps)



Şekil 10. Rusya' nın Türkiye Sınırına En yakın ve En Uzak Nükleer Enerji Santralleri Mesafeleri (km) /Kuş Uçuşu (Solda Bilibino Nükleer Enerji Santrali, Sağda Volgodonsk/Rostov Nükleer Enerji Santrali)

3.2. Dahil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri

Çalışmaya dahil edilecek ülkeler ile ilgili olarak dahil etme ve hariç tutma kriterleri verilmiştir. Bu kapsamda en az iki kriteri sağlamayan ülkeler ve nükleer santral varlığı kesin olarak bilinmeyen ülkeler çalışmaya dahil edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Dahil etme ve hariç tutma kriterler

Dahil Etme Kriterleri	Hariç Tutma Kriteri
- Nükleer Enerji Santrali Bulundurmak - Türkiye'nin Komşusu Olmak - Geçmişte Yaşanan Nükleer Kaza, Saldırı vb. Gibi Durumlardan Kaynaklı Türkiye'yi Etkileyen Bir Ülke Olmak	- Bu Kriterlerin En Az İkisini Taşımayan Ülkeler Hariç Tutulmuştur. - Nükleer santral varlığı kesin olarak belirtilmemiş ülkeler

4. BULGULAR

Çalışma kapsamında; Ermenistan Metsamor Nükleer Santrali, Bulgaristan Kozloduy Nükleer Santrali, Rusya Nükleer Santralleri, Ukrayna Nükleer Santralleri, İran Buschehr Nükleer Santrali'nin 5 farklı tehlike sebebiyle oluşturabileceği risklere yönelik L matris yöntemi ile risk analizi yapılmıştır. İlgili analizler çalışmada detaylı olarak incelenen “Ülkelerin Genel Profili ve Nükleer Risk Durumları” bölümündeki koşullar göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

4.1. Ermenistan Nükleer Santral L Matris Risk Analiz

Çalışma kapsamında; Ermenistan Metsamor Nükleer Santrali, Bulgaristan Kozloduy Nükleer Santrali, Rusya Nükleer Santralleri, Ukrayna Nükleer Santralleri, İran Buschehr Nükleer Santrali'nin 5 farklı tehlike sebebiyle oluşturabileceği risklere yönelik L matris yöntemi ile risk analizi yapılmıştır. İlgili analizler çalışmada detaylı olarak incelenen “Ülkelerin Genel Profili ve Nükleer Risk Durumları” bölümündeki koşullar göz önünde bulundurularak yapılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Ermenistan Metsamor Nükleer Santralının Türkiye Üzerindeki Etkilerine Yönelik Risk Analizi

No	Tehlike Kaynağı/ Faaliyet	Tehlike	Olay	Olasılık	Şiddet	Risk	Kontrol
1	Metsamor Nükleer Santrali	Nükleer Santralin Kullanım Süresini Doldurması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Her Zaman Mümkün (3)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	3×5=15	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
2	Metsamor Nükleer Santrali	Nükleer Santrale Karşı Düzenlenebilecek Saldırı/ Savaş, Terör	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Düşük Olasılık (1)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	1×5=5	Yüksek Güvenlik Önlemleri ve Uluslararası İşbirliği
3	Metsamor Nükleer Santrali	Kazalar, Sistemlerin Devre Dışı Kalması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Yüksek Olasılık (5)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	5×5=25	İlgili Kurum ve Kuruluşlarla Düzenli Denetimlerin Yapılması, Faaliyet Süresi Tamamlanan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
4	Metsamor Nükleer Santrali	Gelişmişlik Düzeyi, Müdahale Kapasitesi	Olası Bir Arıza Durumunda Müdahale Kapasitesinin Yetersiz Kalması/Geç Müdahale/Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Yüksek Olasılık (4)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	5×5=25	Uluslararası Destek ve Kontrol Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi
5	Metsamor Nükleer Santrali	Afet (Doğa Kaynaklı)	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok yüksek olasılık (5)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	5×5=25	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması, Yenisinin Yapılması Durumunda İse Afete Dirençli Reaktörlerin İnşası

Reaktörün yapılış tarihi ve sisteminin eski olması ciddi kazalara sebep olabilecek potansiyeldedir. Dolayısıyla sistemlerin devre dışı kalması sonucu ciddi tahribat ve nükleer sızıntı olasılığı mevcuttur. Bu durum her zaman gerçekleşebilecek potansiyel bir tehlike (3) ve gerçekleşmesi durumunda ciddi boyutlarda sakatlık ve ölümlere sebep olabilecek niteliktedir (5). Bu durum yüksek risk skoruna ($3 \times 5 = 15$) sahiptir.

Bunun yanı sıra ülkenin siyasi anlaşmazlık yaşadığı iki ülke tarafından -coğrafi yakınlık sebebi ile- nükleer reaktörlerine yönelik saldırı düzenleme olasılığı çok düşüktür (1) fakat gerçekleşmesi durumunda ise yine nükleer enerji etkisi sebebi ile ciddi boyutlarda (5) zarar ve kayıplar meydana gelebilecektir. Bu durum orta düzey risk skoruna ($1 \times 5 = 5$) sahiptir.

Metsamor nükleer santrali kullanım süresini doldurması sebebiyle kazalara ve çeşitli sebeplerle sistemlerin devre dışı kalmasına açık bir santraldir. Bu nedenle ilgili tehlikenin gerçekleşme olasılığı çok yüksek olmakla birlikte (5) meydana gelmesi durumunda ölümle sonuçlanabilecek tabloları karşımıza çıkarabilme potansiyeli mevcuttur (5). Bu durumun en yüksek risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($5 \times 5 = 25$).

Birçok yönden gelişmişlik düzeyi düşük olan Ermenistan'ın nükleer santralde gerçekleşebilecek kaza, saldırı vb. gibi durumlarda zararları en aza indirmek için gerekli müdahaleyi zamanında yapma ihtimalinin düşük olduğu söylenebilmektedir. Bunun yanı sıra ROSATOM, UAEA (Uluslararası Atom Enerjileri Kurumu) gibi uluslararası kurumların bölgeye intikal ve müdahale süresi göz önünde bulundurulduğunda oluşabilecek sorunların önüne geçilmesi oldukça güçtür. Gerçekleşme olasılığı çok yüksek olan bu durum kalıcı iş göremezlik ve ölümle sonuçlanan tabloları beraberinde getirebilme potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla Metsamor nükleer santralinin bu yönüyle yüksek risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($5 \times 5 = 25$).

Ermenistan hareketli fay hatlarının olduğu bir bölgede yer almaktadır. 6.8 magnitudünde bir depreme sebep olan Spitak Fayının günümüzde deprem oluşturma ihtimali de mevcut olmakla birlikte ciddi derecede tahribat ve radyoaktif madde sızıntısına sebep olarak uzun süreli kalıcı hasarlar ve ölümle sonuçlanan bir tabloyu karşımıza getirebilecektir. Bu durumun en yüksek risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($5 \times 5 = 25$).

4.2. İran Nükleer Santral I Matris Risk Analiz

İşletme ömrü henüz tamamlanmayan ve nispeten yeni sayılabilecek bu santralin Metsamor Nükleer Santraline oranla kullanım süresine bağlı olarak gerçekleşebilecek kaza olasılığı oldukça düşüktür (1) fakat yine böyle bir olasılık mevcuttur. Gerçekleşme durumunda ise etkisi oldukça büyük bir alanda tahribata sebep olabilecek niteliktedir (5). Bu durumun düşük risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($1 \times 5 = 5$) (Tablo 5).

Güvenlik yönü ile incelendiğinde ise İran güvenlik probleminin sıklıkla yaşandığı bir ülkedir. Son zamanlarda bölgede yaşanan siyasi krizler İsrail Filistin Savaşı ve İran' ın sürece müdahil olması sebebiyle bölgede çatışmalar ve karşılıklı saldırılar yaşanmıştır. Bu gibi karışıklıklar neticesinde nükleer santralin zarar görme olasılığı oldukça yüksektir (5). Böyle bir durumun yaşanması sonucunda ise kalıcı iş göremezlik ve ölümle sonuçlanan tablolar karşımıza çıkabilmektedir (5). Bu durumun çok yüksek risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($5 \times 5 = 25$).

Nükleer santralin nispeten yeni olması ve işletme ömrünü henüz doldurmamasının yanı sıra kaza, ihmaller sebebiyle olayların yaşanması düşük olasılığa sahiptir (2) fakat gerçekleşmesi durumunda ölümle sonuçlanan durumları beraberinde getirmektedir (5). Bu durumun orta düzeyde risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($5 \times 2 = 10$).

Nükleer santralin kullanım süresini doldurmaması sebebi ile kaza vb. gibi durumlarla karşılaşılması Ermenistan Metsamor Nükleer Santraline oranla daha düşüktür fakat her zaman gerçekleşme ihtimali vardır (3). Müdahale kapasitesinin yetersiz kalması durumunda ölüm ve kalıcı hasarlara sebep olabilecek uzun süreli etkileri beraberinde getirebilmektedir (5). Bu durumun yüksek risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($3 \times 5 = 15$).

Bölgede şiddetli afet oluşturan faylar mevcuttur dolayısıyla bölge için afet sebebiyle etkilenme olasılığının yüksek olduğunu gösterirken, nükleer santralin kullanım süresini doldurmaması sebebiyle olasılık skoru yüksek olasılık olarak tanımlanan 4' tür. Bunun yanı sıra gerçekleşmesi durumunda ise ölümle sonuçlanabilecek tabloları karşımıza çıkarabilmektedir (5). Bu durumun yüksek risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($4 \times 5 = 20$).

Tablo 5. İran Buschehr Nükleer Santralinin Türkiye Üzerindeki Etkilerine Yönelik Risk Analizi

No	Tehlike Kaynağı/ Faaliyet	Tehlike	Olay	Olasılık	Şiddet	Risk	Kontrol
1	Bushehr Nükleer Santrali	Nükleer Santralin Kullanım Süresini Doldurması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Düşük Olasılık (1)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$1 \times 5 = 5$	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
2	Bushehr Nükleer Santrali	Nükleer Santrale Karşı Düzenlenebilecek Saldırı/ Savaş, Terör	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Yüksek Olasılık (5)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$5 \times 5 = 25$	Yüksek Güvenlik Önlemleri ve Uluslararası İşbirliği
3	Bushehr Nükleer Santrali	Kazalar, Sistemlerin Devre Dışı Kalması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Düşük Olasılık (2)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$5 \times 5 = 10$	İlgili Kurum ve Kuruluşlarla Düzenli Denetimlerin Yapılması, Faaliyet Süresi Tamamlanan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
4	Bushehr Nükleer Santrali	Gelişmişlik Düzeyi, Müdahale Kapasitesi	Olası Bir Arıza Durumunda Müdahale Kapasitesinin Yetersiz Kalması/Geç Müdahale/Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Her Zaman Mümkün (3)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$3 \times 5 = 15$	Uluslararası Destek ve Kontrol Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi
5	Bushehr Nükleer Santrali	Afet (Doğa Kaynaklı)	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Yüksek olasılık (4)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$4 \times 5 = 20$	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması, Yenisinin Yapılması Durumunda İse Afete Dirençli Reaktörlerin İnşaatı

4.3. Bulgaristan Nükleer Santral L Matris Risk Analizi

İşletme ömrü henüz tamamlanmayan ve nispeten yeni sayılabilecek bu santralin Metsamor Nükleer Santraline oranla kullanım süresine bağlı olarak gerçekleşebilecek kaza olasılığı oldukça düşüktür (1) fakat yine olasılık her zaman vardır. Gerçekleşme durumunda, özellikle Türkiye' nin Trakya ve Marmara bölgesi gibi yoğun nüfuslu şehirlerinde hayati risk teşkil eden uzun süreli etkileri beraberinde getirmesi söz konusu olabilmektedir (5). Bu durumun düşük risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($1 \times 5 = 5$) (Tablo 6).

Güvenlik yönü ile incelendiğinde ise Bulgaristan nispeten güvenli (saldırı, savaş, çatışma vb. yönünden) bir ülke olduğu söylenebilir. Bu durum nükleer santralin zarar görme olasılığını düşürmektedir (2). Fakat gerçekleşmesi durumunda ciddi etkilere sebep olabilecek durumların

oluşmasına sebep olabilmektedir (5). Bu durumun orta düzeyde risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($2 \times 5 = 10$).

Kozloduy nükleer santrali 5 ve 6 numaralı reaktörler nükleer santralin nispeten yeni ve işletme ömrünü henüz doldurmamıştır. Fakat reaktörlerin bakım ve yükleme işlemleri sırasında daha önceden meydana gelen kazalar sebebiyle 3 nolu tehlikenin gerçekleşme olasılığı oldukça yüksektir (5). Bunun yanı sıra gerçekleşmesi durumunda ise ölümle sonuçlanan, çok geniş bir alanı uzun süre etkisi altına alacak bir tablonun gerçekleşmesi an meselesidir (5). Dolayısıyla bu yönü ile Kozloduy Nükleer Santrali çok yüksek risk skoruna sahiptir ($5 \times 5 = 25$).

Bulgaristan gelişmişlik yönüyle birçok açıdan Türkiye'nin gerisinde olmakla beraber konumu ve Avrupa Birliği üyelik durumu göz önünde bulundurulduğunda, oluşan herhangi kaza ve ihmalde gelişmişlik düzeyine bağlı olarak müdahale kapasitesinin yetersiz kalması düşük olasılık olarak karşımıza çıkmaktadır (2). Fakat bu senaryonun gerçekleşmesi ise yine ciddi düzeyde ölümle sonuçlanabilecek bir tablonun karşımıza çıkmasına sebep olabilmektedir (5). Bu durumun orta düzeyde risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($2 \times 5 = 10$).

Tablo 6. Bulgaristan Kozloduy Nükleer Santralının Türkiye Üzerindeki Etkilerine Yönelik Risk Analizi

No	Tehlike Kaynağı/ Faaliyet	Tehlike	Olay	Olasılık	Şiddet	Risk	Kontrol
1	Bulgaristan Kozloduy Nükleer Santrali	Nükleer Santralin Kullanım Süresini Doldurması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Düşük Olasılık (1)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$1 \times 5 = 5$	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
2	Bulgaristan Kozloduy Nükleer Santrali	Nükleer Santrale Karşı Düzenlenebilecek Saldırı/ Savaş, Terör	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Düşük Olasılık (2)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$2 \times 5 = 10$	Yüksek Güvenlik Önlemleri ve Uluslararası İşbirliği
3	Bulgaristan Kozloduy Nükleer Santrali	Kazalar, Sistemlerin Devre Dışı Kalması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Yüksek Olasılık (5)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$5 \times 5 = 25$	İlgili Kurum ve Kuruluşlarla Düzenli Denetimlerin Yapılması, Faaliyet Süresi Tamamlanan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
4	Bulgaristan Kozloduy Nükleer Santrali	Gelişmişlik Düzeyi, Müdahale Kapasitesi	Olası Bir Arıza Durumunda Müdahale Kapasitesinin Yetersiz Kalması/Geç Müdahale/Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Düşük Olasılık (2)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$2 \times 5 = 10$	Uluslararası Destek ve Kontrol Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi
5	Bulgaristan Kozloduy Nükleer Santrali	Afet (Doğa Kaynaklı)	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Düşük Olasılık (1)	Kalıcı İş göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$1 \times 5 = 5$	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması, Yenisinin Yapılması Durumunda İse Afete Dirençli Reaktörlerin İnşası

Afet boyutuyla baktığımızda Bulgaristan tarihinde birçok deprem yaşanmıştır fakat Kozloduy nükleer santralının kurulduğu il olan İvraca (Браца) deprem riski bakımından en risksiz bölgede bulunmaktadır (Şekil 1.). Bu durum riskin "0" olmadığını fakat bölgede depremden kaynaklanacak nükleer santral tahribat ve sızıntılarının çok düşük olasılıkla (1) gerçekleşebileceğini göstermektedir fakat tahribatın gerçekleşmesi durumunda ise ciddi zararlara sebep olabilecek kitlesel ölümlerle sonuçlanan durumları beraberinde getirmektedir (5). Dolayısıyla afet sebebiyle

doğabilecek riskler, çok düşük risk skoruna sahiptir ($1 \times 5 = 5$). Bunun yanında Şekil 2’den hareketle İvraca’ nın sel acil durumlarına maruziyet düzeyinin düşük olduğu görülmektedir. Fakat iklim değişikliği ve iklim değişikliğinin sebep olabileceği klimatolojik afetler sebebiyle bu olasılık yok sayılmamakla birlikte olağan koşullarda sel riskinin çok düşük olduğu görülmektedir (1). Sel riski oldukça düşük olmakla birlikte sel sebebiyle nükleer santralin zarar görmesi durumunda ölümle sonuçlanabilecek ve kitleleri uzun süre etkileyecek bir tablo ile karşı karşıya kalılabilmektedir (5). Bu durumun düşük risk skoruna sahip olduğu söylenebilir ($1 \times 5 = 5$).

4.4. Ukrayna Nükleer Santral L Matris Risk Analizi

Ukrayna’ da bulunan faal nükleer santrallerin kullanım süresinin dolmaması 1 nolu tehlike kaynağına yönelik oluşabilecek risklerin en az düzeyde seyretmesine neden olmaktadır (1) fakat gerçekleşmesi durumunda ciddi kayıplara sebep olabilecek etki skoruna sahiptir (5). Bu durum düşük risk skoruna sahiptir ($1 \times 5 = 5$) (Tablo 7).

Tablo 7. Ukrayna Nükleer Santralinin Türkiye Üzerindeki Etkilerine Yönelik Risk Analizi

No	Tehlike Kaynağı/ Faaliyet	Tehlike	Olay	Olasılık	Şiddet	Risk	Kontrol
1	Ukrayna Nükleer Santralleri	Nükleer Santralin Kullanım Süresini Doldurması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Düşük Olasılık (1)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$1 \times 5 = 5$	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
2	Ukrayna Nükleer Santralleri	Nükleer Santrale Karşı Düzenlenebilecek Saldırı/ Savaş, Terör	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Yüksek Olasılık (1)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$5 \times 5 = 25$	Yüksek Güvenlik Önlemleri ve Uluslararası İş birliği
3	Ukrayna Nükleer Santralleri	Kazalar, Sistemlerin Devre Dışı Kalması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Çok Yüksek Olasılık (5)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$5 \times 5 = 25$	İlgili Kurum ve Kuruluşlarla Düzenli Denetimlerin Yapılması, Faaliyet Süresi Tamamlanan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
4	Ukrayna Nükleer Santralleri	Gelişmişlik Düzeyi, Müdahale Kapasitesi	Olası Bir Arıza Durumunda Müdahale Kapasitesinin Yetersiz Kalması/Geç Müdahale/Ciddi Tahribat Ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Yüksek Olasılık (4)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$4 \times 5 = 20$	Uluslararası Destek ve Kontrol Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi
5	Ukrayna Nükleer Santralleri	Afet (Doğa Kaynaklı)	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Düşük Olasılık (2)	Kalıcı İş göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$2 \times 5 = 10$	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması, Yenisinin Yapılması Durumunda İse Afete Dirençli Reaktörlerin İnşası

Rusya ve Ukrayna arasında devam eden gerginlik ve savaşlar karşılıklı olarak saldırıları beraberinde getirmiştir. Gerçekleşebilecek saldırılar sonucu Zaporijya Nükleer Santralinin zarar görme ihtimali mevcuttur. Zarar görme durumunda ise Çernobil Nükleer Santral Kazasından daha büyük etki yaratma ve birçok ülkede uzun süren etkiler ile kayıpların yaşanmasına sebep olma

potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla tehlikenin gerçekleşme olasılığı çok yüksek (5) olmakla birlikte gerçekleşmesi durumunda birçok canlıyı nesiller boyu etkileyebilecek ve ölümlere sebep olabilecek niteliktedir (5). Dolayısıyla bu durum çok yüksek risk skoruna sahiptir ($5 \times 5 = 25$).

Ukrayna' da hali hazırda nükleer santrallere yönelik yapılan çalışmalarda kazaların meydana geldiği görülmektedir. Bunun yanı sıra devam eden savaş sebebi ile kimi zaman sistemlerinin ele geçirilmesi ve bu sistemlere ulaşmada güçlük yaşanması ciddi bir risk unsurudur. Dolayısıyla tehlikenin gerçekleşme olasılığı çok yüksek olmakla beraber gerçekleşmesi durumunda ölümle sonuçlanabilecek ciddi problemleri beraberinde getirebilecek etkilere sahiptir (5). Dolayısıyla bu durum çok yüksek risk skoruna sahiptir ($5 \times 5 = 25$).

Gelişmişlik düzeyi doğrultusunda değerlendirildiğinde; özellikle müdahale kapasitesinde ülkenin içerisinde bulunduğu güncel durum (savaş, çatışma, siyasi karışıklıklar vb.) sebebiyle süreç içerisinde aksaklıklar yaşanması yüksek bir olasılığa sahip olabileceği söylenebilir. Bu süreç beraberinde çok geniş kitleleri uzun süre etkileyen ve ölümle sonuçlanabilecek olayları beraberinde getirebilmektedir. Dolayısıyla yüksek risk skoruna sahiptir ($4 \times 5 = 20$).

Şekil 3'ten hareketle Ukrayna' nın deprem sebebi ile etkilenme düzeyi nükleer santrallerin bulunduğu bölgeler bakımından düşük olasılıklıdır (2). Fakat gerçekleşmesi durumunda ölümle sonuçlanabilecek ciddi problemleri beraberinde getirebilecek etkilere sahiptir (5). Dolayısıyla bu durum düşük risk skoruna sahiptir ($2 \times 5 = 10$).

4.5. Rusya Nükleer Santral L Matris Risk Analiz

Rusya'da, faaliyetlerine devam eden nükleer reaktörlerin içerisinde ise kullanım süresi dolan fakat hala faaliyetlerine devam eden nükleer reaktörlerde mevcuttur⁵. Bu durum Rusya' da mevcut olan nükleer reaktörlerin kullanım süresine bağlı olarak zarar görme olasılığını artırmakla beraber risk düzeyi bakımından yüksek riskli bir ülke konumunda olmasına sebep olmaktadır. Fakat Rusya Federasyonu' na ait ROSATOM isimli şirket ise nükleer santralde gerçekleşebilecek olası bir aksilik durumunda müdahale kapasitesine sahiptir. Tehlikenin gerçekleşme olasılığı yüksek (4) olmakla beraber gerçekleşmesi durumunda ölümle sonuçlanan (5) durumların yaşanmasına sebep olabilecek boyutlarda etkiye sahiptir. Dolayısıyla bu durum yüksek risk skoruna sahiptir ($4 \times 5 = 20$) (Tablo 8).

Rusya'da kurulu olan nükleer güç ünitelerinin ağırlıklı olarak ülkenin batı kesiminde ve Ukrayna sınırına yakın olduğu Şekil 4'te görülmektedir. Hali hazırda devam eden savaş sebebi ile her ne kadar etkileri Ukrayna' yı da etkileyecek olsa da savaş sırasında yapılan saldırılarda nükleer güç ünitelerinin zarar görme ihtimali mevcuttur. Bu durum nükleer güç ünitelerinden kaynaklı riskleri artırmakta iken Rusya'nın savaş, çatışma ve saldırılar süresince nükleer santrallerden kaynaklanabilecek riskler sebebiyle yüksek risk skoruna sahip olduğunu göstermektedir ($4 \times 5 = 20$).

Rusya her ne kadar gelişmişlik düzeyi yüksek ve nükleer alanında ileri bir seviyede olsa da insani gelişmişlik düzeyi bakımından Türkiye' nin gerisinde olan otokratik bir rejimdir. Yaşanan herhangi bir aksilikte Rusya' nın kendi rejimini koruma güdüsü ile bu duruma ilişkin bilgileri geç açıklama, reddetme, açıklamama gibi reflekslerde bulunması olasıdır. Dolayısıyla oluşabilecek kaza vb. gibi durumların yaşanması her zaman mümkün (3) olmakla birlikte bu durum ölümle sonuçlanan (5) tabloların yaşanmasına sebep olabilecek boyutlara gelebilecek bir potansiyele sahiptir. Dolayısıyla bu durum orta düzey risk skoruna sahiptir ($3 \times 5 = 15$).

Şekil 6'da Rusya'nın sismolojik hareket yoğunluğuna yönelik bilgiler verilmiştir. Şekil 6'dan hareketle nükleer güç ünitelerinin kurulu olduğu batı bölgesinde sismolojik yoğunluğun az olduğu ve bu durumun risk skorunu en az seviyeye indirdiği söylenebilir. Fakat Rusya Federasyonu'nun

⁵ Detaylı bilgi için ayrıca bkz. IAEA, 2017.

son yıllarda iklim değişikliği etkisi ile gerçekleşen yangınlardan yüksek derecede etkilenen santrallerin ise ağırlıklı olarak sel riski düşük olan bölgelerde kurulmuş (Şekil 4., Şekil 5.) olması bu riski azaltmaktadır. Bu olayın afet sebebiyle gerçekleşme olasılığı düşük olmakla birlikte (2) gerçekleşmesi durumunda ölümlerle sonuçlanabilecek etkilere sahiptir (5). Dolayısıyla bu durum düşük risk skoruna sahiptir ($2 \times 5 = 10$).

Tablo 8. Rusya Federasyonu Nükleer Santrallerinin Türkiye Üzerindeki Etkilerine Yönelik Risk Analizi

No	Tehlike Kaynağı/ Faaliyet	Tehlike	Olay	Olasılık	Şiddet	Risk	Kontrol
1	Rusya Nükleer Santralleri	Nükleer Santralin Kullanım Süresini Doldurması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Yüksek Olasılık (4)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$4 \times 5 = 20$	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
2	Rusya Nükleer Santralleri	Nükleer Santrale Karşı Düzenlenebilecek Saldırı/ Savaş, Terör	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Yüksek Olasılık (4)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$4 \times 5 = 20$	Yüksek Güvenlik Önlemleri ve Uluslararası İş birliği
3	Rusya Nükleer Santralleri	Kazalar, Sistemlerin Devre Dışı Kalması	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Her Zaman Mümkün (3)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$3 \times 5 = 15$	İlgili Kurum ve Kuruluşlarla Düzenli Denetimlerin Yapılması, Faaliyet Süresi Tamamlanan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması
4	Rusya Nükleer Santralleri	Gelişmişlik Düzeyi, Müdahale Kapasitesi	Olası Bir Arıza Durumunda Müdahale Kapasitesinin Yetersiz Kalması/Geç Müdahale/Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Her Zaman Mümkün (3)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$3 \times 5 = 15$	Uluslararası Destek ve Kontrol Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi
5	Rusya Nükleer Santralleri	Afet (Doğa Kaynaklı)	Ciddi Tahribat ve Nükleer Sızıntı Olasılığı	Düşük Olasılık (2)	Kalıcı İş Göremezlik ve Ölümle Sonuçlanan (5)	$2 \times 5 = 10$	Faaliyet Süresini Tamamlayan Nükleer Reaktörlerin Kapatılması, Yenisinin Yapılması Durumunda İse Afete Dirençli Reaktörlerin İnşaatı

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nükleer enerji üretimi birçok ülkenin başvurduğu yöntemlerden biridir. Türkiye' nin de son yıllarda sıklıkla üstünde durduğu nükleer enerji ve nükleer enerji santralleri çeşitli riskleri de bünyesinde barındırmaktadır. Türkiye gibi coğrafi ve jeopolitik konumu itibari ile afet riski yüksek olan bir ülkede bu durum daha riskli olabilmektedir. Son yıllarda komşu ülkelerde yaşanan iç karışıklıklar ve savaşlar sebebiyle sosyal, siyasi, ekonomik ve fiziki yönden fazlasıyla etkilenmektedir. Özellikle Türkiye ve komşu ülkelerinde yaşanan siyasi istikrarsızlıklar, karışıklıklar Türkiye üzerinde birçok olumsuz etkiye sebep olmuştur. Hali hazırda yaşanan karışıklıklar neticesinde Türkiye'nin komşu ülkelerinde bulunan nükleer santrallerin zarar görmesi olasıdır. Zarar görme potansiyeli olan nükleer santraller ise çevrede bulunan diğer ülkeleri büyük oranda etkileme potansiyeline sahiptir. Yapılan risk analizleri kapsamında, afet, kaza, saldırı, nükleer enerji santralının kullanım süresini doldurması, gelişmişlik düzeyi ve müdahale kapasitelerinin yetersiz kalması gibi tehlike durumları doğrultusunda değerlendirme yapılmış, Ermenistan, Bulgaristan, İran, Ukrayna ve Rusya gibi komşu ülkelerdeki nükleer

santrallerin birçok yönü ile yüksek risk düzeyine sahip olduğu saptanmıştır. Ermenistan Metsamor Nükleer Santrali ise uzaklık, etki alanı ve etki alanı içerisinde kalan nüfus yoğunluğu bakımından en riskli nükleer enerji santrali olarak saptanmıştır. Her ne kadar dış siyaset, savaş ve kontrolü dışında gelişen olaylara müdahale konusunda Türkiye yetersiz kalsa da nükleer enerji santrali sebebiyle oluşabilecek risklerden etkilenme düzeyini en aza indirecek şekilde önlemler, bireysel ve kurumsal düzeylerde ele alınmalıdır. Bu kapsamda alınabilecek önlemler şu şekilde sıralanabilir;

- Kamu binaları KBRN riskleri göz önünde bulundurularak inşa edilmelidir.
- Toplumda KBRN bilincinin oluşturulması sağlanmalıdır.
- Konut ruhsatı için geçerli kılınan Zorunlu Deprem Sigortası' na muadil olarak her yerleşim yerinde kapasiteyi karşılayacak şekilde sığınakların inşası teşvik edilmeli ve bu süreç yasalar çerçevesinde zorunlu kılınmalıdır.
- Nükleer santrallerin doğuracağı olumsuz etkilerin oluşturabileceği risklere karşı toplum düzeyinde acil eylem planları oluşturulmalı ve bu planlara toplumun her düzeyinden bireyin katılımı sağlanmalıdır.
- Acil eylem planlarının toplumun her bireyi tarafından benimsenmesi sağlanmalı ve bireylerin herhangi bir nükleer tehlikede doğru davranış stillerini sergilemesi için yerel ve ulusal düzeyde tatbikatlarla desteklenmesi sağlanmalıdır.
- Özellikle radyoaktif maddelerin oluşturacağı risklere karşı risk altındaki şehirler başta olmak üzere toplumsal toplumun her kesiminde radyasyondan korunma, dekontaminasyona yönelik temel düzeyde bilgilendirme/ bilinçlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.
- Bu kapsamda hem yerel hem de ulusal düzeyde en hızlı şekilde önlemlerin alınması gerekli olan faaliyetlerin devlet desteği ile yürütülmesi gerekmektedir.
- Uluslararası alanda çok paydaşlı tatbikat ve oluşabilecek olaylara yönelik senaryoların geliştirilmesi
- Uluslararası alanda da kullanılabilecek çok paydaşlı nükleer bilgi ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi
- Nükleer faaliyetlerin çevreye verdiği/verebileceği zararlara yönelik izleme ve bilimsel araştırma ağının kurulması
- Diplomatik düzeyde özellikle riski yüksek olan nükleer santraller için diplomatik düzeyde risk azaltma mekanizmalarının oluşturulması bu süreçte sivil toplumun ve halkın entegre edilmesi bir gereklilik haline gelmektedir.

Nitekim nükleer risk salt nükleer santralin bulunduğu ülke ve halkı etkilememekte bu süreç birçok ülke ve insanı etkilemektedir. Dolayısıyla bu durumda uluslararası işbirliği bir gereklilik haline gelmektedir.

KAYNAKLAR

Adem, A. (2022). İş sağlığı ve güvenliğinde kullanılan risk analizi tekniklerinin değerlendirilmesi için bir rehber önerisi. *Politeknik Dergisi*, 25(3), 1319–1328.

AFAD₁. Çernobil. <https://www.afad.gov.tr/kbrn/cernobil-nukleer-santral-kazasi>. 25.07.2024.

AFAD₂. Nükleer Santral ve Tesis Kazaları. <https://www.afad.gov.tr/kbrn/nukleer-santral-ve-tesis-kazalari>. 25.07.2024.

AFAD₃. Nükleer Savaşlarda Korunma. <https://www.afad.gov.tr/kbrn/nukleer-savaslarda-korunma>. 26.07.2024.

Ahmadian vd., (2014). Active tectonics of Iran deduced from earthquakes, active faulting and GPS evidences, *鳴門教育大学学校教育研究紀要*, 28, 11-22.

Alexakhin, R. M., Sanzharova, N. I., Fesenko, S. V., Spiridonov, S. I., & Panov, A. V. (2007). Chernobyl radionuclide distribution, migration, and environmental and agricultural impacts. *Health physics*, 93(5), 418-426.

Anadolu Ajansı. (2025). *Rusya, Ukrayna Zaporijya Nükleer Santrali bölgesine drone ile saldırdı.* <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/rusya-ukrayna-zaporijya-nukleer-santrali-bolgesine-dronla-saldirdi/3540940>. 26.05.2025.

Atakan, Y. (t.y.). Çernobil Nükleer Santral Kazasının 36. Yılında Durum? <https://www.fmo.org.tr/wp-content/uploads/2022/04/Cernobil-36-YIL-ATAKAN-28-xxxNisan-2022FM01-1.pdf>, 12.02.2025.

Bayraktar, H. vd. (2019). Risk Değerlendirme Matris Yöntemi Kullanarak Okullarda Deprem Kaynaklı Yapısal Olmayan Risklerin Olası Etkilerinin Belirlenmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 2(2), 128-152.

Bedir, F., Kul, S., Özdemir, M., & İrdemez, Ş. (2024). L tipi matris ve Fine-Kinney metodları kullanılarak Erzurum Havalimanı'nın çevresel risk değerlendirmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(3), 1063-1074. <https://doi.org/10.21597/jist.1429591>

Bilgiç, E., ve Gündüz, O. (2021). Kozloduy Nükleer Güç Santralinde Yaşanacak Olası Bir Kazanın Türkiye'de Yaratacağı Radyolojik Risklerin Değerlendirilmesi. 2. Uluslararası Çevre Mühendisleri Kongresi.

Bingöl, O. (2024). İran'ın Nükleer Programına İlişkin Uluslararası Anlaşmanın Mevcut Durumu ve Geleceğinin Değerlendirilmesi. *Bölgesel Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 1-26.

Cadena SER. (2025). *Ucrania acusa a Rusia de atacar Kiev con drones por tercera noche consecutiva.* <https://cadenaser.com/nacional/2025/05/26/ucrania-acusa-a-rusia-de-atacar-kiev-con-drones-por-tercera-noche-consecutiva-cadena-ser/>. 26.05.2025.

Cavlak, H., ve Doğan, M. (2019). Siyasal Kültür ve Yönetim Şekli: Putin Dönemi Rusya. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2019(2), 25-34.

Çelik, S., Fandakli, S., & Çelik, F. (2024). Derslik ve Atölyelerde Elektrik Tehlikesinden Kaynaklanan Yangın Risklerinin Analizi. *Afet ve Risk Dergisi*, 7(3), 758-778.

Denk, E. (2011). Bir Kitle İmha Silahı Olarak Nükleer Silahların Yasaklanmasına Yönelik Çabalar. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 66(03), 93-136.

Doğan, O., ve Keskin, M. Ö. (2023). L Tipi Matris Yöntemi ve Ahp Yöntemi Kullanılarak Risklerin Değerlendirilmesi: Örnek Bir Uygulama. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 11(4), 1282-1293.

Doğruluk, M. vd. (2018). Nükleer Tehlikeler ve Afet Yönetimi: Türkiye'de Durum Değerlendirmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(2), 137-153.

Douple, E. B. vd., (2011). Long-term radiation-related health effects in a unique human population: lessons learned from the atomic bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki. *Disaster medicine and public health preparedness*, 5(S1), S122-S133.

EnergoAtom News. <https://old.energoatom.com.ua/app-eng/zaes.html>. 23.07.2024.

EnergoAtom. https://web.archive.org/web/20080620192757/http://www.atom.gov.ua/en/index_eng.htm. 24.07.2024.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye için Nükleer Santral Neden Gereklidir?

Erkal, T., ve Topgöl, İ. (2015). Meriç Nehri'nin son 15 Yıllık Taşkınları ve Korunma Projeleri. *TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı içinde*, 165-174.

Euronews. (2024). *UAEA: Ukrayna'daki nükleer santralde güvenlik durumu kötüye gidiyor.* <https://tr.euronews.com/2024/08/18/uaea-ukraynadaki-nukleer-santralde-guvenlik-durumu-kotuye-gidiyor>. 26.05.2025.

European Union (EU), Proposal for a COUNCIL REGULATION on Community financial assistance with respect to the decommissioning of Units 1 to 4 of the Kozloduy Nuclear Power Plant in Bulgaria "Kozloduy Programme", <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52009PC0581>, 11.02.2025.

Frolova, N. L. vd. (2017). Hydrological Hazards in Russia: Origin, Classification, Changes and Risk Assessment. *Natural Hazards*, 88, 103-131.

Google Earth, Dinyeper Nehri, <https://earth.google.com/web/search/Dnieper+River/>, 15.02.2025.

Gökeri, G., Gülay, Y., & Demirel, H. (2012). Ermenistan'daki Metsamor nükleer santralinde meydana gelebilecek kaza sonrası doz seviyeleri için acil koruyucu önlemlerin belirlenmesi.

Gökoğlan, E. vd. (2020). Radyasyon ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Anatolian Clinic the Journal of Medical Sciences*, 25(3), 289-294

Güner, E. D. (2017). Biyolojik atıksu arıtma tesisi çevresel risk analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(3), 476-480.

Gürçam, S. (2022). The Analysis of the World's Most Dangerous Nuclear Plant from the Standpoint of the Most Air-Polluted City in Europe. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(2), 827-846. <https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.1118533>

Hasegawa, A. vd. (2015). Health effects of radiation and other health problems in the aftermath of nuclear accidents, with an emphasis on Fukushima. *The Lancet*, 386(9992), 479-488.

HGM, Türkiye Nüfus Dağılışı ve Yoğunluğu Haritası, <https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-nufus-dagilisi-ve-yogunlugu-haritasi/656>, 12.02.2025.

Hürriyet, (2014). <https://www.hurriyet.com.tr/dunya/ukraynadaki-nukleer-santralde-korkutan-kaza-27700484>, 25.07.2024.

IAEA. (2017). Country Nuclear Power Profiles 2017 Edition- Russian Federation. <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2017/countryprofiles/Russia/Russia.htm>, 14.05.2024.

IAEA. (2021). IAEA Concludes Long Term Operational Safety Review at the Armenian Nuclear Power Plant, <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-concludes-long-term-operational-safety-review-at-the-armenian-nuclear-power-plant>, 11.02.2025.

IAEA, (2022). Two years of IAEA continued presence at the Zaporizhzhya nuclear power plant. The IAEA's unwavering support for nuclear safety, security and safeguards in Ukraine.

IAEA, (2024). IAEA Report Highlights Two Years of Efforts to Prevent an Accident at Ukraine's Zaporizhzhya Nuclear Power Plant.

IAEA Iran, (2009). Islamic Republic Of Iran, <https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/cnpp2009/countryprofiles/iran/iran2008.htm>, 12.02.2025.

International Atomic Energy Agency. (2022). *IAEA Nuclear Safety and Security Glossary*. Erişim tarihi <https://www.iaea.org/resources/safety-standards>. 26 Mayıs 2025.

International Crisis Group, (2012). Ortadoğu ve Avrupa Raporu, Ağır Sularda: İran'ın Nükleer Programı, Savaş Riski ve Türkiye'den Dersler.

İSG Risk Analizi. Tehlikelerin Tanımlanması, Risklerin Belirlenmesi ve Kontrol Faaliyetleri. https://www.isgyonetimi.com/5x5Risk_matrix 23.04.2024.

Jeoloji Mühendisleri Odası. Deprem ve Plaka Tektoniği. https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/7fb2e20b89e8a5a_ek.pdf 17.07.2024.

Kara, P. Ö., ve Günay, E. C. (2013). Çernobil kazası ve etkileri. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 3(2).

Kerimoğlu, Y. (2016). Türkiye'nin Doğusunda Nükleer Tehdit. https://www.insamer.com/tr/turkiyenin-dogusunda-nukleer-tehdit_318.html . 24.04.2024.

Kozloduy NPP, About Us. <https://www.kznpp.org/en/about-us/about-knpp-kozloduy> , 19.07.2024.

Lafçı, Ö., & Öztekin, A. (2020). Arama/Kurtarma Gemilerindeki Tahlisiye (Can Kurtarma) Faaliyetlerinde L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 3(2), 66-78.

LeMonde. 2024. Russia Hit by Gigantic Forest Fires Amid Official Indifference. https://www.lemonde.fr/en/environment/article/2024/07/13/russia-hit-by-gigantic-forest-fires-amid-official-indifference_6683299_114.html#. 24.04.2024.

NTI. Bushehr Nuclear Power Plant (BNPP). <https://www.nti.org/education-center/facilities/bushehr-nuclear-power-plant-bnpp/> 25.07.2024.

Nükleer Düzenleme Kurulu, Radyasyon İzleme ve Uyarı Sistemi Ağı (RADİSA). <https://www.ndk.gov.tr/radyasyon-izleme-ve-uyari-sistemi-agi-radisa> 19.07.2024. 24.04.2024.

Öney, R. G. (2012). *Süt ürünleri üretim proseslerinde risk analizi* (Master's thesis, Ankara Üniversitesi (Turkey)).

Özdaşlı, E. (2016). Kafkasya'nın Çernobil'i Metsamor Nükleer Santrali. *Karadeniz Araştırmaları*, (50), 45-64.

Pala, Kayıhan (2006). "Hopa'da Kanser Görülme Sıklığı: Tanı Konmuş Olgular ve Ölümler Üzerine Bir Değerlendirme", Çernobil Nükleer Kazası Sonrası Türkiye'de Kanser, Türk Tabipler Birliği Yayınları.

Reliefweb, 2005, Bulgaria: Floods- Situation Map, https://reliefweb.int/map/bulgaria/bulgaria-floods-situation-map?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw1920BhA3EiwAJT3lSa7_aTK6h-KIAiNI69IIVQsdB2kvmGSraWa8rJr9fsN-ssaxAD0zERoCePAQAyD_BwE , 17.07.2024.

Saenko, V., Ivanov, V., Tsyb, A., Bogdanova, T., Tronko, M., Demidchik, Y., & Yamashita, S. (2011). The Chernobyl accident and its consequences. *Clinical Oncology*, 23(4), 234-243.

TAEK Bülteni. Haberler.

<https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/31/065/31065630.pdf>

The Sun. (2025). *Putin's massive attack on Kharkiv 'will start in days' with 50,000 troops massed and N Korea soldiers spotted.* <https://www.thesun.co.uk/news/35114584/russia-kharkiv-attack-ukraine-war/>. 26.05.2025.

T.C. Dışişleri Bakanlığı¹¹. Türkiye Ermenistan Siyasi İlişkileri. <https://www.mfa.gov.tr/turkiye-ermenistan-siyasi-iliskileri.tr.mfa> . 17.07.2024.

T. C. Dışişleri Bakanlığı¹², Türkiye İran Siyasi İlişkiler, <https://www.mfa.gov.tr/turkiye-iran-siyasi-iliskileri.tr.mfa>, 17.07.2024.

T.C. Dışişleri Bakanlığı¹³. Tuna Nehri'nde Seyrüsefer ve Türkiye, <https://www.mfa.gov.tr/tuna-nehri-nde-seyrusefer-ve->

Sınıraşan Boyutlarıyla Nükleer: Türkiye Komşu Ülkeleri Özelinde Risk Değerlendirmesi Örneği

turkiye.tr.mfa#:~:text=Tuna%20Nehri%2C%20Almanya'n%C4%B1n%20g%C3%BCneyinde,kadar%20uzunlu%C4%9Fu%202779%20km'dir,13.02.2025.

T.C. Milli Savunma Bakanlığı/ Harita Genel Müdürlüğü, Ukrayna Siyasi Haritası. <https://www.harita.gov.tr/urun/ukrayna-siyasi-haritasi/654.19.07.2024>.

T. C. Ticaret Bakanlığı/ Moskova Büyükelçiliği Ticaret Müşavirliği Rusya Federasyonu. (2024). Ülke Raporu (2024).

T. C. Ticaret Bakanlığı, Bulgaristan'da Belene Santrali İçin Alınan Ekipman, Kozloduy Santralinin 7'nci Reaktörünün İnşaatında Kullanılabilir <https://ticaret.gov.tr/blog/ulkelerden-ticari-haberler/bulgaristan/bulgaristanda-belene-santrali-icin-alinan-ekipman-kozloduy-santralinin-7nci-re>

TENMAK. Nükleer Bir Santralin Ömrü Ne Kadardır?. <https://www.tenmak.gov.tr/haberler/136-egitim-arastirma/sss/nukleer-enerji-ve-nukleer-reaktorler-sss/856-nukleer-bir-santralin-omru-ne-kadardir.html.19.07.2024>.

TMMOB/Jeoloji Mühendisleri Odası. Tbm'm'ye Açık Çağrı: 'Fay Yasası Çıkarılsın'. <https://www.jmo.org.tr/genel/bizden-detay.php?kod=13002&tipi=17&sube=0>. 21.04.2024.

Trifonova, P., Simeonova, S., Solakov, D., & Metodiev, M. (2012). Exploring seismicity in Bulgaria using geomagnetic and gravity data. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 65(5).

Türkkan, Alpaslan (2006). "Çernobil Nükleer Kazasının Türkiye'ye Etkileri", Çernobil Nükleer Kazası Sonrası Türkiye'de Kanser, Türk Tabipler Birliği Yayınları.

Tzenov, L. ve Botev, E. (2009). On the earthquake hazard and the management of seismic risk in Bulgaria. *information & security*, 24, 39.

UNDP, (2024). Human Development Report 2023-2024 Reimagining cooperation in a polarized world

UNDRR, (2023). Ukraine seismic risk profile, <https://www.preventionweb.net/publication/ukraine-seismic-risk-profile> , 21.02.2025.

World Nuclear Association, Nuclear Power in Iran, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/iran>, 11.02.2025.

Yıldırım, M. ve Örnek, İ. (2007). Enerjide son seçim: Nükleer enerji. Gaziantep Üniversitesi *Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 32-44.

Yüksel, M. (2020). Uluslararası Politikalar Ekseninde Düünden Bugüne Metsamor Nükleer Santrali ve Türkiye. *Uluslararası Tarih ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23, 263-303.

Zavyalov, A. D. vd. (2019). General Seismic Zoning: From maps GSZ-97 to GSZ-2016 and new-generation maps in the parameters of physical characteristics. *Seismic Instruments*, 55, 445-463