

# Uluslararası Ticarete Nükleer Enerjinin Ekonomiye Etkisi

Selminaz Adıgüzel<sup>1</sup>

## Özet

Savaşların, salgın hastalıkların arttığı, teknolojik yeniliklerin hız kazandığı 21.yüzyılda nükleer enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Dünyada enerji kaynaklarına sahip olma konusunda yaşanan rekabet, uluslararası ilişkileri, uluslararası ticareti etkilemektedir. Nükleer enerji, yenilenebilir enerji, alternatif enerji kaynakları ülkelerin, üniversitelerin gündeminde yer almaktadır. Bu araştırmada, dünyada nükleer enerji ticaretinin ülke ekonomisi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Nükleer enerji, küresel platformda güvenliğinin sağlanamaması durumunda felaketlere sebep olabileceği için sürekli eleştirilmektedir. Yeşil Mutabakatı, onaylayan Avrupa ülkeleri enerji krizi nedeniyle nükleer enerjiye dönüş yapmaktadır. Ülkeler ne kadar nükleer enerjiyi eleştirirler de nükleer enerji santrallerinden vazgeçmenin mümkün olmayacağını bilincinde olarak gerekli yatırımları yapmışlardır. Bu durum bize nükleer santralden vazgeçmemin mümkün olmadığını, enerji krizi nedeniyle en yeşil enerji savunucuların dahi yıllar öncesinden yatırımını nükleer enerjiye yaptığını göstermektedir.

## GİRİŞ

Sanayi devrimi, teknolojik yenilikler nedeniyle enerji üretimine ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik seviyesine olumlu etkileri olan enerjinin üretilmesi, mevcut enerjinin kullanılabilir hale getirilmesi, ülkelerin uluslararası arenada söz sahibi olmasına katkı sağlamaktadır. Bir ülkenin petrol, doğal gaz gibi doğal enerji kaynaklarına sahip olması onun gelişmişliğini arttıracacağı anlamına gelmemektedir. Sanayileşme sürekli bir enerji tüketimine yol açtığı için var olan kıt enerji kaynaklarına alternatif enerjiler aranmaktadır. Alternatif enerji her ülkenin coğrafi, jeopolitik, yapısı, iklimi, ekonomisi, politikasına göre değişmektedir. 1979 yılında ABD’de yaşanan Three Mile Island (TMI) ve 1986 yılında Sovyet Rusya’da (bugün Ukrayna sınırları içinde) yaşanan Çernobil kazaları, yakın zamanda İran’da nükleer

1 Doç. Dr., Harran Üniversitesi Siverek Uygulamalı Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, aselminaz@yahoo.com, Orcid: 0000-0002-6808-2888

silah üretme politikası ile Japonya'nın Fukishma şehrinde nükleer santralde kaza meydana gelmesi nedeniyle, dünyada nükleer santral ile enerji üretme konusuna temkinli yaklaşılmaktadır.

Nükleer enerji üretimi, kamuoyunda eleştirilse de, ekonomik katkısı nedeniyle, küresel arenada ciddi eleştiriler olmasına rağmen, sanayileşmiş ekonomiler tarafından nükleer enerji santrallerine yatırım yapılmaktadır. 1789 yılında Uranyumun keşfi, 1934 yılında atomun parçalanması birçok bilim insanını gündemine nükleer enerji konusunu getirmiştir.

Nükleer enerji santral kurulumu ve sürdürülebilir enerji üretimi bilim insanları ve sanayicilerin gündemine girmiştir. Nükleer enerji, savunma sanayisinde silah olarak kullanıldığı gibi, endüstrinin enerji talebini karşılayabilecek bir güç olarak görülmektedir. Bu nedenle nükleer enerji santrallerine ilgi ve talep hızla artmıştır. Bazılarına göre güvenli bir enerji kaynağı olarak görülmezken, bazılarına göre fosil yakıtlar karşısında, sürdürülebilir güvenli, kontrollü enerji olarak görülmektedir. Enerji kaynağından enerji üretmek, depolamak, istenilen bölgeye lojistiğini sağlamak, bunun için gerekli malzeme ve teknik bilgi ve donanımına da sahip olmayı gerektirmektedir. Bugün dünyanın en büyük doğal gaz rezervine sahip olan İran, doğalgazı yeraltından çıkarabilecek teknik bilgi ve deneyime sahip olmadığı için doğalgaz ile ısınma konusunda zorluk yaşamaktadır. Bir coğrafi bölgede enerji kaynağına sahip olmak tek başına önem taşımamaktadır. Enerji kaynağından enerji üretme yeterliliğine sahip bireylerin yetiştirilmesi, gelecek nesillere bu bilgilerin geliştirilerek aktarılması ülkelerin önemli bir misyonu haline gelmiştir. Dünya tarihinde savaşların temel sebebi enerji kaynaklarını ele geçirmektir. Hangi ülke ne kadar enerji kaynağına sahipse uluslararası platformda o kadar güç sahibidir. Vizyoner ülke yöneticileri kendi uluslarının geleceği olan doğal enerji kaynaklarını kullanmak yerine, başka ülkelere enerji elde etme yolunu tercih etmekte, gelecek nesillerine enerji rezervlerini bırakmayı hedeflemektedirler. Dünyada enerji kaynaklarına sahip olma konusunda yaşanan rekabet, uluslararası ilişkileri, uluslararası ticareti etkilemektedir. Nükleer enerji, yenilenebilir enerji, alternatif enerji kaynakları ülkelerin, üniversitelerin gündeminde yer almaktadır. Bu araştırmada, dünyada nükleer enerji ticaretinin ülke ekonomisi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Nükleer enerji, küresel platformda güvenliğinin sağlanamaması durumunda felaketlere sebep olabileceği sebebiyle sürekli eleştirilmektedir. Yeşil Mutabakatı, onaylayan Avrupa ülkeleri enerji krizi nedeniyle nükleer enerjiye dönüş yapmaktadır. Ülkeler ne kadar nükleer enerjiyi eleştirseler de nükleer enerji santrallerinden vazgeçmenin mümkün olmayacağını bilincinde olarak ülkelerinde gerekli yatırımları yapmışlardır. Bu durum bize nükleer santralden vazgeçmemin

mümkün olmadığını, enerji krizi nedeniyle en yeşil enerji savunucuların dahi yıllar öncesinden yatırımını nükleer enerjiye yaptığını göstermektedir.

## 1. ENERJİ KAYNAKLARI

Çeşitli yollarla enerji üreten kaynaklar, enerji kaynaklarıdır. Dünya enerji kaynakları eski ve yeni olmak üzere iki gruba ayrılmıştır:

### A. Eski Enerji Kaynakları:

1. Taşkömürü Enerjisi
2. Petrol
3. Tabii Gaz
4. Hidro Elektrik
5. Nükleer enerji

### B. Yeni Enerji Kaynakları:

1. Rüzgâr Kuvveti
2. Güneş Enerjisi
3. Med ve Cezir Enerjisi
4. Denizlerin Termik Enerjisi
5. Jeotermik Enerji.

Dünyadaki ülkelerin mühim bir kısmı, enerji ihtiyaçlarını kömür, petrol, tabii gaz ve su kuvvetinden mutad usul ve vasıtalarla karşılayarak, muhtelif şekillerde faydalanmaktadır (Lokman, 2023) Birincil enerji kaynaklarından kullanım oranları; %33,1 petrol, %30,3 kömür, %23,7 doğalgaz, hidrolik ve diğer yenilenebilir %8, nükleer enerji %5'tir. Alternatif enerji kaynakları, yeni enerji kaynaklarıdır. Bunlar güneş, rüzgâr, hidrojen, hidroelektrik ve jeotermal kaynaklardır. Doğada sürekli var olan faktörlere dayalı olan bu kaynakların en önemli özelliği yenilenebilir olmaları ve doğaya zarar vermemeleridir.

**Güneş enerjisi** güneş ışığından enerji elde edilmesine dayalı teknolojidir. Güneş'in yaydığı ve dünyaya da ulaşan enerji, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışınım enerjisidir. Güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Dünya atmosferinin dışında güneş ışınının şiddeti, aşağı yukarı sabit ve  $1370 \text{ W/m}^2$  değerindedir. Ancak yeryüzünde  $0-1100 \text{ W/m}^2$  değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın

mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. Güneş enerjisinin, diğer enerjilere çevriminde kullanılan çevrimler;

- Güneş enerjisinden doğrudan ısı enerjisi
- Güneş enerjisinden doğrudan elektrik enerjisi
- Güneş enerjisinden hidrojen enerjisi elde edilmesi olarak sıralanabilir.

Ekoloji bilimi açısından temel enerji güneş enerjisidir. Fosil yakıtlar dahil, rüzgâr gücü, hidrolik enerji, biyogaz, alkol, deniz, termik, dalga gibi tüm enerji kaynakları güneş enerjisinin türevleridir.

**Rüzgâr Enerjisi** Alternatif enerji kaynakları içerisinde en az hidrojen enerjisi kadar faydalı olabilecek bir enerji kaynağı da rüzgârdır. Temiz, bol, yenilenebilir olmasının yanı sıra hemen hemen tüm dünya genelinde faydalanma imkânı olan bir kaynaktır. 1990'lı yıllarda kullanımı en hızlı artan enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisi, bu avantajları sayesinde tüm dünyanın dikkatini çekmeye devam etmektedir. Danimarka toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %20'sini rüzgârdan elde ederek oran olarak dünyada birinci sıradayken, Almanya da 2007 yılındaki verilere göre, 22.247 megawatt kurulu güç ile rüzgâr enerjisi kullanımında en ön sıralardadır. Almanya'yı en yakından takip eden ABD'nin kurulu gücü ise yaklaşık 2.316.818 megawatt civarındadır.

**Jeotermal enerji**, yer kabuğunda bulunan ısıdır. Bu enerjiden, yer yüzeyine çıkan sıcak sular aracılığıyla yararlanılır. Dünya genel enerji üretiminden yalnızca %0.05 lik bir pay alır.

### **Dalga enerjileri**

Okyanus denizler gibi büyük su kütlelerinde meydana gelen dalgaların enerjisinden yararlanılabilmektedir. Yenilenebilir enerji formlarından bir tanesidir.

Üretilmesindeki zorluklar:

- Dalgaların yüksek gücüne karşın düşük hızlarda ve farklı yönlerde hareket etmesi
- En güçlü fırtınalara ve tuzlu suyun neden olacağı paslanmaya dayanabilecek yapıların yüksek maliyeti

- Kurulum ve bakım giderlerinin yüksekliğidir.

### **Gelgit ve akıntı enerjileri**

Gel-git veya okyanus akıntısı nedeniyle yer değiştiren su kütlelerinin sahip olduğu kinetik veya potansiyel enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir.

### **Hidrojen Enerjisi**

Hidrojen birincil enerji kaynaklarından üretilen bir yakıt olup temiz bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir önemli bir elementtir. Fakat dünyada tek başına bulunmadığından önce üretilmesi gerekir. Halihazırda çok pahalı olan bu üretim, su ve doğalgaz gibi elementlerdeki hidrojenin ayrıştırılmasıyla yapılır. Bu şekilde elde edilen hidrojen pillerine yakıt hücresi adı verilmektedir. Şu anda bazı otomobiller hem benzin, hem de hidrojenin kullanıldığı hibrid (melez) yakıt yöntemiyle çalışmaktadır.

### **Yenilenemez Enerji Kaynakları**

Yenilenemez enerji kaynakları, çekirdek kaynaklılar ve fosil yakıtlar olarak iki gruba ayrılır. Bu kaynakların yakın zamanda tükenebileceği tahmin edilmektedir. Nükleer, petrol, kömür ve doğal gaz başlıca yenilenemez enerji kaynaklarıdır. Dünya rezervleri; kömürde 860,94 milyar ton, petrolde 225,4 milyar ton, doğal gazda 208,4 trilyon m<sup>3</sup>tür. Fosil yakıtların kalan kullanım ömürleri; petrolde 54 yıl, doğal gazda 64 yıl, kömürde 112 yıldır.

Fosil enerji kaynakları, dünya üzerinde orantılı olarak dağıtılmamıştır. Yeryüzünün oluşum aşamaları, coğrafi hareketler ülkelerin petrol, enerji kaynaklarına sahip olmasında etkili olmuştur. Fosil kaynakların rezerv dağılımına bakıldığında kanıtlanmış petrol rezervlerinin % 48,4'ünün, kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin ise % 43'ü Ortadoğu'da yer aldığı görülmektedir. Fosil enerji kaynakları enerji sınıflandırmasında yenilenemez enerji kaynakları grubunda yer almaktadır. Fosil enerji kaynaklarına bilim adamları tarafından öngörülen ömür; petrolde 54 yıl, doğal gazda 61 yıl, kömürde ise 142 yıldır (Belge, 2023, s. 56).

**Kömür** 21.yüzyılın güvenilir ve önemli enerji kaynağı olacaktır. 2000'li yıllarda dünya enerjisinin %42'sini karşılayan kömürün oranı 2020'lerde %48'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Doğal gaz ve petrole göre daha uzun kullanım ömre sahiptir, yeryüzüne dağılımı daha homojendir. Son 20 yılda fiyatı stabil olması arz güvenliği açısından kayda değerdir. Kömür düşük maliyetle elde edilebilen, pek çok ülkenin üretilip sattığı bir enerji kaynağıdır. Taşınması ve depolanması açısından güvenlidir. Birincil enerji üretiminin %25-28'i, elektriğin %41'i kömürden elde edilir. Kömür, elektrik üretimi

amacıyla kullanılan yakıtlar arasında en yaygın olanıdır. Dünyada birincil enerji tüketim miktarı 762 milyon ton kömür eşdeğeri iken bu miktarın % 52 sini teşkil eden 396 milyon ton eşdeğer kömür Avrupa'da tüketilmektedir.

**Nükleer enerji**, atomun çekirdeğinden elde edilen bir enerji türüdür. Kütlelenin enerjiye dönüşümünü ifade eden, Albert Einstein'a ait olan  $E=mc^2$  formülü ile ilişkilidir.

Nükleer enerji, üç nükleer reaksiyondan biri ile oluşur:

1. Füzyon: Atomik parçacıkların birleşme reaksiyonu.
2. Filyon: Atom çekirdeğinin zorlanmış olarak parçalanması.
3. Yarılanma: Çekirdeğin parçalanarak daha kararlı hale geçmesi. Doğal (yavaş)
4. Filyon (çekirdek parçalanması) olarak da tanımlanabilir.

### **Nükleer Enerjinin Avantajları ve Dezavantajları**

Nükleer enerjinin avantajları ülkelerin enerjide dışa bağımlılıklarının azaltılması ve tüm dünyanın bağımlı olduğu doğalgaza bir alternatif olarak nükleer enerji ön plana çıkmıştır. Nükleer enerji üretiminin avantajlarını şu şekilde özetlemek mümkündür

- Diğer enerji santral türlerine göre enerji üretiminde daha güvenilirdir.
- Fosil yakıtlar gibi üretimi sırasında karbondioksit salmadığı için çevre kirliliğine neden olmamaktadır.
- Diğer santral türlerine göre işletme ve yakıt maliyetleri düşüktür.
- Nükleer alanında bilimsel çalışmalar ve araştırmalar sürmektedir.
- Nükleer santrallerin yakıtının depolanabilmesi ile enerji üretimi yakıt üreticilerine bağlı olmadan sürdürülebilir.
- Nükleer santrallerde hem elektrik hem de ısı enerjisi eşzamanlı olarak üretilebilmektedir.
- Nükleer enerji teknolojisinin kazanılmasıyla ülkenin bilimsel ve teknolojik açıdan ilerlemesine katkıda bulunmaktadır.
- Sanayide nükleer teknolojisi ile gelişmiş iş kollarının kurulması sağlanmakta ve buna bağlı olarak da istihdam artmaktadır (Polat, 2012, s. 37-38).

Nükleer enerjinin dezavantajları şunlardır :

Doğal ortamda mevcut olan radyoaktivite;

- Hava şartlarına bağlı olarak ( alçak basınç alanlarında havadaki radyoaktivitenin azalması veya yüksek basınç şartlarında doğal radyoaktivitenin artması gibi),
- Coğrafi bölgeye bağlı olarak ( dağlık bölgeler, kıyı bölgeleri, toprak yapısı gibi)
- Konut cinslerine göre ( toprak, betonarme, tahta yapılar gibi)
- Kozmik ışınlamaya göre değişmektedir.
- Kuruluş maliyetleri yüksektir.
- Radyasyon yayması açısından güvenli ve kontrollü üretilmesi gerekmektedir.
- Nükleer enerji üretiminin gerçekleşmesi sonucunda ortaya çıkan radyoaktif maddelerin korunması ve saklanması zorluklar yaşanmaktadır.
- Fay hattı üzerinde yer alan bölgede kurulmaması gerekmektedir. Nükleer enerjinin belki de en önemli dezavantajları arasında nükleer silahlanma ve nükleer kazalar gelmektedir (Polat, 2012, s. 37-38).

Ayrıca insanlar yaptıkları aktiviteler ve aldıkları bazı tıbbi tedaviler sonucunda da bir miktar radyoaktif ışınlamaya maruz kalmaktadır. Şayet nükleer santrallerden zaman ve mekâna göre çıkan atıklar çevreyi ve çevrede bu atıkların doğal olarak mevcut değişim bandı içinde kalıyor ise, çevrenin ve bu çevrede yaşayan canlıların nükleer santralden örneğin radyoaktivite nedeniyle etkilenmeleri doğal değişimlerin ötesinde olmayacaktır. Almanya’da yapılan bir çalışma; bir insanın yılda ortalama olarak maruz kaldığı doğal radyoaktif ışınlama etkisinin 2.4 mSv ( 4 saatlik bir uçak yolculuğu sırasında 0.02 mSv, göğüs röntgen filmi çekirmek suretiyle 0.5 mSv ve benzer faaliyetler sonucunda ortalama 1.58mSv), olduğunu ortaya koymaktadır (Bilkent Üniversitesi, 2023). <http://www.obi.bilkent.edu.tr/ekookul/pdf/nukleerenerji.pdf>

### 1.1. Dünyada Enerji

Dünya yaratıldığından beri insanlar, enerji arayışı içerisindeydi. Kimi zaman akarsuyun akış hızından, kimi zaman rüzgâr gücünden kimi zaman da güneş enerjisinden, istifade eden insanlar, Sanayi Devrimi’ne kadar enerjiye olan ihtiyaçlarını tabiattaki doğal kaynaklardan sağlamışlardır. Buhar gücü ile çalışan demiryolu, denizyolu araçları ile enerji ihtiyaçlarını buhar gücünden temin etmişlerdir. Uluslararası Enerji Ajansı rakamlarına dayandırılarak

yapılan araştırma, Norveç'in toplam enerji kullanımını yüzde 56'sının yenilenebilir enerjiden geldiğini ortaya koymuştur. Bu ülkeyi Brezilya ve Yeni Zelanda izlemektedir. Dünyada ilk kamu elektrik şebekesine elektrik veren santral 26 Haziran 1954'te Rusya'da Obninsk santrali olmuştur. 27 Ağustos 1956'da ilk ticari maksatlı olarak İngiltere'de Calder Hall 1 (50 MW) olmuştur. Birleşik Krallık'ta, Oldbury santrali, 7 Kasım 1967'de hizmete girip kullanılan en eski santraldir. Kashiwazaki Kariwa Japonya'da bulunan 7 reaktör ünitesi santral, şu an dünyanın en güçlü santralidir. (8212 MW kapasite)

Fransa da bulunan 2 Civaux reaktör ünitesi, şu an dünyanın en güçlüleridir. (1561 MW brüt kapasite) ([https://tr.wikipedia.org/wiki/N%C3%BCKleer\\_reakt%C3%B6rler\\_listesi](https://tr.wikipedia.org/wiki/N%C3%BCKleer_reakt%C3%B6rler_listesi), 2023)

- Norveç'in enerjisinin yüzde 45'i hidroelektrik üretiminden gelmektedir.
- Norveç'in toplam enerji kaynaklarının yüzde 45'i hidroelektrik üretiminden geliyor. Bio-yakıt ve atık enerjide lider olan Brezilya'da, bu kaynaklar, toplam enerji arzının yüzde 32'sini oluşturmaktadır.
- Üçüncü sırada yer alan Yeni Zelanda'nın enerji arzının yüzde 42'sini yenilenebilir enerji kaynakları oluşturuyor. Enerji arzının yüzde 25'i rüzgâr ve güneş enerjisinden gelirken, Yeni Zelanda bu alanda dünya lideridir.
- Toplam kullandığı enerjinin yüzde 98'i fosil yakıt olan Singapur, bu alanda dünya rekortmenidir. Bu ülke enerji ihtiyacının yüzde 73'ünü petrol tüketiminden karşılamaktadır.
- Avustralya'da fosil yakıt kullanımı yüzde 93, Güney Afrika'da ise yüzde 91 oranında. Lüksemburg ve Hollanda'da ise fosil yakıt kullanımı yüzde 90 oranındadır.
- Güney Afrika'da kömür tüketimi, tüm fosil yakıtların yüzde 73'ünü karşılamaktadır. Hollanda'da, toplam enerji tüketiminin yüzde 45'i doğal gaz ile sağlamaktadır.

Elektrik, enerjisinin ve ısı üretiminin gelişmesini etkileyen en önemli faktör, kömürün ve diğer enerji kaynaklarının üretim maliyetleridir. Tüm enerji kaynakları kömür cinsinden ifade olunduğunda, kömür rezervlerinin tüm enerji kaynaklarındaki payı % 88 olmakta ve bu durumda elektrik üretimi için kömürün daha elverişli bir durumu olduğu ortaya çıkmaktadır. Birçok gelişmiş ülkede yapılan uzun vadeli enerji planlarında, nükleer santrallerin en iyimser şartlar altında hızla gelişmesi halinde bile, elektrik üretimi için kullanılacak kömür talebinde artışlar olacağı ortaya çıkmaktadır. Ancak ge-



lişmiş Batı ülkelerinde önümüzdeki on yıl içinde elektrik enerjisi üretiminde nükleer santrallerin geniş çapta uygulama alanı bulması ihtimali kuvvetlidir (Kurumu T. K., 2023).

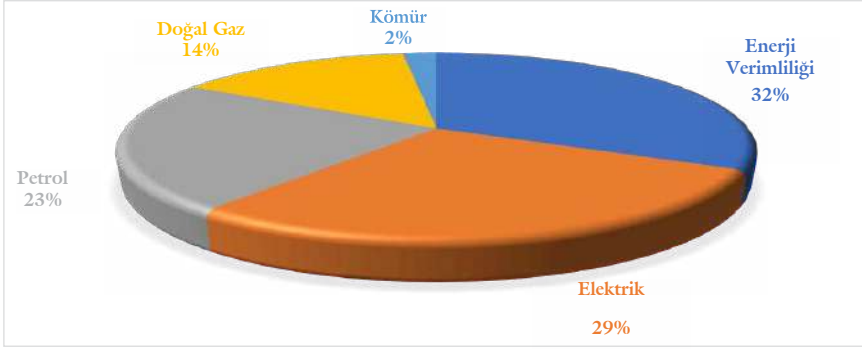
1990 yılında dünya toplam elektrik üretiminin % 37,4'ü ve 2010 yılında % 40,3'ü kömürden elde edilirken 2018 yılı itibarıyla bu oran % 38,1 olmuştur.

Dünya toplam enerji üretiminde kömürün kullanım payından sonra sırada doğalgaz gelmektedir. Yeşil enerji olarak bilinen güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisinden de faydalanılmaktadır. Enerji kaynağı olarak kömürün tahtını, 1857'de Romanya'da bulunan ve 1859 da ticari olarak kullanılmaya başlanan petrol sarsmıştır. Petrol halen en önemli enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Öyle ki 2008 rakamlarına göre petrole yıllık talep; ABD'de, 1.014 milyon ton OECD ülkelerinde 1.452 milyon tondur. Çin'in talebi 408 milyona ulaşmıştır. Dünya petrol talebi aynı yılda (2008) 4.442 tondur. Türkiye'nin yıllık talebi de 30 milyon tonu geçmiştir. Petrolün üretimi de büyük ölçüde olup, bazı ülkelerdeki üretim 2009 yılı itibari ile Rusya'da 494.2 milyon ton, Suudi Arabistan'da 439.5 milyon ton, ABD'de 325 Milyon ton, İran'da 202 milyon ton, Çin'de 189 milyon ton, Irak'ta 121.8 milyon ton, Kuveyt'de 121.3 milyon ton Brezilya'da 100.4 milyon ton, Cezayir'de 77.6 milyon ton, İngiltere'de 68 milyon ton Azerbaycan'da 50.6 milyon tondur.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yaptığı çalışmalara göre şu anda 14 milyar ton eşdeğer petrol (TEP) olan dünya birincil enerji talebi (eğer mevcut enerji tüketim hızı ve politikaları devam ederse) önümüzdeki 20 yıl içerisinde %45 oranında bir artış ile 20,3 Milyar TEP seviyelerine ulaşacaktır. En fazla enerji tüketen ülkeler arasında ilk sırayı sanayisi ile dünya devi haline gelen Çin almaktadır.

Şekil 1 de birincil enerji tüketimi değerleri ve sıralamaları görülmektedir.

### Şekil 1 Dünya Birincil Enerji Tüketimi Sıralaması



*Kaynak <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/Dunya-ve-Turkiye-Enerji-Gorunumu.pdf>  
Erişim Tarihi 12.02.2023*

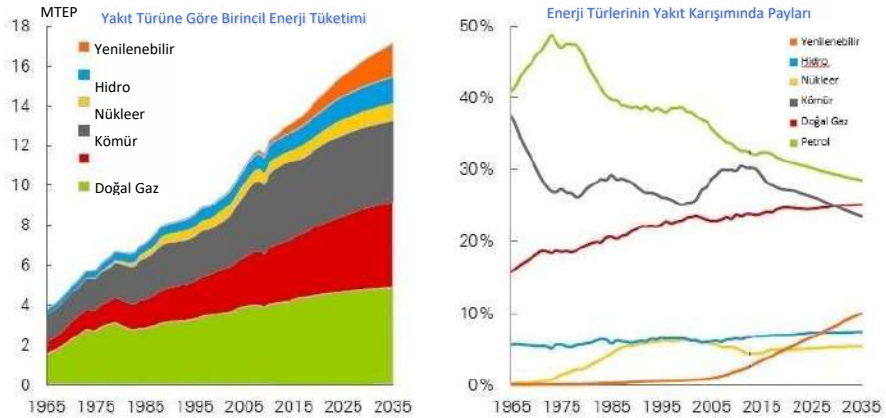
Yapılan çalışmalara göre önümüzdeki 20-25 yıllık süreçte dünya genelinde 68,2 trilyon \$'lık bir yatırım planlanmaktadır. Bu yatırımın 10 trilyon \$'lık (toplam yatırımın %14,67'si) kısmının doğal gaz sektörüne yapılması planlanmaktadır. Artış oranının %4 olması beklenmektedir. Bugün için dünyada mevcut en büyük termik, santraller 2000 M W kapasiteli termik santraller inşası konusunda projeler yapılmaktadır (<https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/Dunya-ve-Turkiye-Enerji-Gorunumu.pdf> Erişim Tarihi 12.02.2023 , 2023)

Ülke bazında ise, Suudi Arabistan 426 Mt ham petrol üretimi ve 12.4'lük payla ilk sırada yer almaktadır. Suudi Arabistan'ı 355 Mt üretim ve %10.3'lük pay ile Amerika Birleşik Devletleri ve 303 Mt üretim ve %8.8 pay ile Rusya izlemektedir. Öte yandan, ABD aynı zamanda dünyanın en fazla petrol tüketen ülkesi konumunda bulunduğu için kendi üretimine ek olarak 490 Mt ithalatı ile petrol ithal eden ülkeler arasında da birinci sırada yer almaktadır. En fazla petrol ithal eden ülkeler arasında ABD'yi 218 Mt ithalatı ile Japonya izlemektedir. Dünyanın toplam petrol ihracatı 1 922 Mt olarak gerçekleşmektedir. Petrol ihraç eden ülkeler arasında ise Suudi Arabistan 353 Mt ile birinci sırada yer almaktadır. Suudi Arabistan'ı 137şer Mt ihracat ile Rusya ve Norveç izlemektedir. Irak ise 75 Mt ihracat ile en fazla petrol ihraç eden onuncu ülke konumundadır. Öte yandan, Orta Doğu'da dengelerin kurulamaması ve İsrail-Filistin arasındaki gerginliğin uluslararası tüm çabalara karşın tırmanarak sürmesi de petrol fiyatlarının kısa dönemde düşmesi yönündeki beklentileri olumsuz bir şekilde etkilemiştir. Esasen geçmişte de Orta Doğu'daki siyasi veya askeri kriz dönemlerinde petrol piyasalarının olumsuz etkilendiği görülmüştür. Yüksek petrol fiyatlarının ekonomilere etkisini petrol ithal eden ve petrol ihraç eden ülkeler açısından ayrı ayrı değerlendirmek gerekmektedir. Öncelikle yüksek petrol fiyatları petrol ithalatçısı

ülkelerin reel milli gelirlerinin azalmasına yol açmaktadır. Petrol tüketiminin petrol fiyatlarının artış oranı doğrultusunda azaltılması mümkün olmadığından toplam petrol harcamaları artmakta, dolayısıyla diğer harcamalara ayrılan milli gelir miktarı düşmektedir. Yüksek petrol fiyatlarının milli gelir üzerindeki olumsuz etkisi petrol harcamalarının milli gelir içindeki payına ve ülkenin petrole bağımlılığına oranla değişmektedir. Bir başka deyişle, bir ülkede petrol harcamalarının milli gelir içindeki payı yüksekse ve ayrıca bu ülkenin petrol tüketimini azaltarak diğer enerji kaynaklarına yönelme imkânı kısıtlıysa yüksek petrol fiyatlarının ekonomi üzerindeki olumsuz etkisi artmaktadır. Petrol üreten ülkeler ayrıca tüketici ülkelerin petrol ürünlerine uyguladığı ağır vergilerden yakınmakta ve petrol fiyatlarındaki dalgalanmanın bu vergilerden kaynaklandığını ileri sürmektedirler. Enerji güvenliğinin sağlanmasında, petrol üreten ülkelerle petrol tüketen ülkeler arasındaki diyalog ve iş birliği önem taşımaktadır Dışişleri Bakanlığı <https://www.mfa.gov.tr/petrol-fiyatlarinin-ekonomilere-etkisi.tr.mfa>, Erişim Tarihi 12.02.2023.

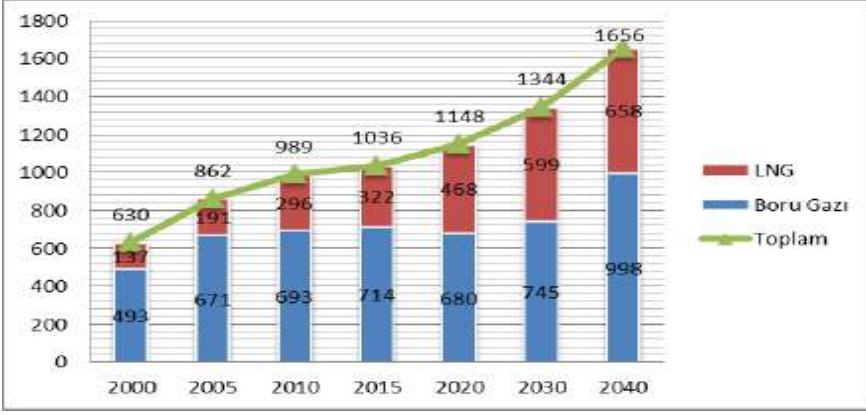
1974 yılında OECD ülkeleri tarafından Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) kurulmuştur. Petrol güvenliğinin sağlanması UEA'nın en önemli hedefidir. UEA, petrol talebinin %70'inin bu ülkelerden kaynaklanacağı görüşündedir. Bu da esasen gelişmekte olan ülkelerin petrole ve dolayısıyla petrol ithalatına bağımlılıklarının artacağı anlamına gelmektedir. OECD/UEA tarafından yapılan çalışmalarda, Türkiye de bu ülkeler arasında gösterilmektedir (Özkaya, 2023).

## Şekil 2 Yakıt Türlerine Göre Birincil Enerji Tüketimleri ve Enerji Türlerinin Yakıt Karışımında Payları



Kaynak <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/Dunya-ve-Turkiye-Enerji-Gorunumu.pdf>  
Erişim Tarihi 12.02.2023

Şekil 3 Boru Gazı-LNG Ticareti (Milyar m3)



Kaynak <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/Dunya-ve-Turkiye-Enerji-Gorunumu.pdf>  
Erişim Tarihi 12.02.2023

2015 yılında küresel olarak yaklaşık 1 trilyon m<sup>3</sup> gaz ticareti gerçekleşmiştir. Bu ticaretin

%70'lik kısmı boru gazı olup, geri kalan kısmı ise LNG'dir (%30). Var olan antlaşmalarda güncellemeler yapılacak, ülkeler arası yeni ihracat-ithalat antlaşmaları gündeme gelecektir. Bu anlaşmaların şartlarında, LNG-Boru gazı dengesi, ticaret yapılan bölge ve mevcut sözleşmelerin koşulları göz önünde bulundurulacaktır. Önümüzdeki 15-20 yıllık süreçte küresel gaz ticaretinin %25'lik bir artış ile 1,25 trilyon m<sup>3</sup> seviyesini aşması beklenirken, LNG payının %43'e yükselmesi ön görülmektedir. Bugün, kömür, elektrik, linyit, petrol, doğalgaz gibi çeşitli enerji kaynaklarına sahip olan ülkeler, bu enerji kaynaklarının tükenme riski ile karşı karşıyadır. Tablo 1 'de Türkiye'de

1973 yılından 2023 yılına kadar enerji talebi kişi başına enerji ihtiyacı verilmiştir. 1973 yılında Türkiye’de nüfus, 38.072 kişi başına enerji talebi yıllık 326 kWh iken, 2023 nüfus 90.345 kişi başına enerji ihtiyacınının 7472 kWh olmuştur. Teknolojinin gelişimi insanın enerjiye olan ihtiyacını arttırmıştır.

**Tablo 1 Türkiye’de Nüfus Ekonomi ve Enerji**

Yıl	Nüfus Bin kişi	GSMH 1990 fiyatı Milyar \$	Kişi başı GSYİH \$/kişi	Enerji talebi Mtep	Elektrik talebi TWh	Kişi başı enerji talebi kep/kişi	Kişi başı elekt. talebi kWh/kişi
1973	38,072	75.9	1,994	24.5	12.4	644	326
1990	56,098	150.0	2,674	53.0	56.8	945	1,013
1995	62,171	177.9	2,861	63.7	85.6	1,025	1,376
1998	65,244	215.5	3,303	74.7	114.0	1,145	1,747
2000	67,804	214.1	3,158	81.3	128.3	1,199	1,892
2001	68,618	193.9	2,826	76.0	126.9	1,108	1,849
2010 *	78,459	421.0	5,366	153.9	286.6	1,962	3,653
2020 *	87,759	812.7	9,261	282.2	566.5	3,216	6,455
2023 *	90,345	821.2	9,090	329.9	675.1	3,652	7,472

(Kaynak: ETKB/APK)

Endüstrileşme yoğunlaştıkça, fert başına tüketilen enerji artışı hızlanmaktadır. İleri seviyede endüstrileşmiş ülkelerde dahi fert başına enerji tüketiminde artış görülmektedir. Türkiye’de yakın yıllarda doğalgaz geniş ölçüde enerji üretiminde kullanılır olmuştur. Bütün bunların yanında nükleer enerji de enerji üretiminde özellikle bazı ülkelerde çok önemli boyutlara ulaşmıştır.

## 2. DÜNYADA NÜKLEER ENERJİ

Nükleer enerji terimi dünyada ilk kez 2. Dünya Savaşı sırasında duyulmuştur. 6 Ağustos 1945 tarihinde Japonya’nın Hiroşima, 9 Ağustos 1945’te Nagazaki kentlerine atılan bombalarla ilgili çalışmaların başlangıcı 20. yy’ın başlangıcına kadar inmiştir. Rutherford, Hans, Strasman, Oppenheimer ve Einstein bu enerji kaynağı üzerinde ilk çalışan bilim adamları olmuşlardır. Nükleer enerjinin elde edilmesi sırasında çeşitli maddeler açığa çıkmaktadır. Bunları; sıcaklık (termonükleer üniteyi çalıştırır), uranyum olmayan reaktör maddeleri, uranyum bileşikler (bunlar sonradan işlenebilir), atıklar, parçalanma ürünleri ve radyasyon olarak sıralamak mümkündür. Nükleer enerji santrallerinin en büyük dezavantajı güvenlik olduğundan güvenli nükleer

santrallerin kurulması ve enerji üretiminden gelir elde edilmesi, üniversitelerin bilim insanlarının araştırma konusu olmuştur. Nükleer santrallerin gerekli standartları karşılaması, nükleer santrallerde kalite yönetim sisteminin kurulması, santral kurma yeterliliğine sahip mühendislerin yetiştirilmesi, nükleer santral işletmeciliğinin geliştirilmesi, gerekli malzemenin üretimi, santralde çalıştırılacak teknik ekibin, acil durumlarda müdahalede bulunacak ekibin eğitimi üniversitelerin ve hükümetlerin üzerinde çalıştığı bir konu olmuştur.

### Resim 1 Nükleer Santral



Kaynak <https://enerji.gov.tr/neupgm-ulkemizde-ve-dunyada-nukleer-santraller> (Erişim Tarihi 12.02.2023).

Nükleer santraller, sürdürülebilir, erişilebilir enerji ihtiyacını karşılamak üzere kurulmuştur. Dezavantajları yanında avantajları olduğundan dünyada nükleer santral sayısı her geçen gün artmaktadır. Nükleer santraller meteorolojik şartlardan etkilenmeden 7 gün 24 saat güvenli bir şekilde elektrik üretimi gerçekleştirir. Elektrik birim maliyet fiyatlandırmasında, nükleer yakıtın maliyeti toplam maliyet içinde çok düşüktür. Dolayısı ile yakıt fiyatlarında yaşanacak dalgalanmalar, elektrik üretim maliyetlerini etkilemez. Ayrıca nükleer yakıtın hammaddesi uranyum dünyada farklı coğrafyalara yayılmıştır. Bunun yanında nükleer santraller, işletme sırasında sera gazı salımı yapmazlar. Nükleer enerji santralleri, kömürle çalışan termik santrallerden pek farklı değildir. Termik santrallerde kömür yakılarak su kaynatılır böylece elde edilen buhar gücüyle bir türbin döndürülür ve türbin elektrik üretir. Nükleer enerji santrallerinde ise, gerekli ısı atomların bir reaktörde bölünmesiyle üretilir. Nükleer enerji santrallerden birkaçı şöyledir:

**MAGNOX Tipi Santraller:** Kullanılabilir miktarda enerji üreten ilk reaktörler 1950'lerde İngiltere'deki Calder Hall'da kuruldu. Bu reaktörler aslında askeri amaçla plütonyum üretmek ve Nükleer enerji konusunda deneyim kazanmak amacıyla kurulmuştur.

**PWR Tipi Santraller:** (Basınçlı Su Soğutmalı Santraller) Bu reaktörlerde yakıt olarak yaklaşık %3 oranında U-235 içerecek biçimde zenginleştirilmiş ve özel alaşımdan yapılmış bir kutu içerisine yerleştirilmiş uranyum dioksit kullanılır.

**BWR Tipi Santraller:** (Kaynar Sulu Reaktör) Bu tip reaktörlerde reaktörün kalp bölümü, yani zincirleme tepkimenin olduğu bölüm PWR'ninkiyle aynıdır.

Nükleer enerji üretmede kullanılan kaynaklar toryum ve uranyumdur (Nükleer Enerji , 2023). **Nükleer reaktörler** Nükleer reaktörler 3 türe ayrılırlar. Araştırma reaktörleri, elektrik üreten güç reaktörler, plütonyum üreten reaktörler. Araştırma reaktörlerinden tıpta ve kimya sanayisinde, izotop gama ışınları ve nötron üretiminde yararlanılır. Bu reaktörlerin güçleri düşürülmüştür ve hiçbir zararı yoktur. Güç reaktörlerini başlıca sorunlarından biri, verimliliğidir. Söz konusu reaktörlerde üretilen elektrik enerjisinin KW (kilowatt) saat materyalinin, geleneksel santrallerde üretilenden düşük olması gerekir. Nükleer santraller diğer termik santraller gibi çevreye zarar vermezler. Örnek vermek gerekirse İsveç'teki nükleer santrallerden 29kg/h lik CO2 çıkarken Danimarka'da bu oran 890 kg/h sınırını zorlamıştır. Ayrıca büyük ülkelerden Fransa enerji ihtiyacının %75'ini nükleer enerji santrallerinden üretmektedir. Bu santrallerden çıkan enerji miktarı çok fazla olduğu için diğer ülkelerde 3 santralin yaptığı görevi nükleer santrallerin sadece 1 tanesi yapar. Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri'nde enerji ihtiyacının %25'ini nükleer santrallerden giderir.

Dünyada Uranyumun çıkarılabilir rezervi 5327,2 bin tondur. En çok rezerve sahip ülkeler ve rezervleri; Kanada 468,7 bin ton, Rusya, 487,2 bin ton, Kazakistan 629 bin ton, Avustralya 161 bin tondur. Dünyada çıkarılabilir 5385 bin ton toryum rezervi bulunur. Rezerv miktarları açısından önde gelen ülkeler; 846 bin ton Hindistan, 744 bin ton Türkiye, 606 bin ton Brezilya, 521 Avustralya, 434 bin ton ABD'dir. Dünyada faal olarak çalışan 436 nükleer santralden 2518 milyar kWh elektrik üretilmekte, 65 reaktörün kuruluş çalışması devam etmektedir. Fransa elektrik ihtiyacının %77,7'sini nükleer teknolojiye temin etmektedir. 1950 den beri yaygın olarak nükleer santrallerden nükleer enerji üretilmektedir. Mesela; Fransa (2010) enerji ihtiyacının %75 'ini, ABD %20'sini İngiltere, %18, Japonya da % 19'u nükleer

santralden karşılıyor. Kullanımının yayılmasına çalışılan diğer enerji kaynakları; su, rüzgâr, güneş enerjisidir (Engin, 2013).

**Tablo 2 Ülkelere Göre Dünyada Nükleer Enerji Santrali Kurulu Gücü Listesi**

S.	Ülke	Reaktör Sayısı	Kurulu Güç (MW)
1	Amerika Birleşik Devletleri	96	98.152
2	Fransa	58	63.130
3	Çin	50	47.528
4	Japonya	33	31.679
5	Rusya	39	29.503
6	Güney Kore	24	23.150
7	Kanada	19	13.624
8	Ukrayna	15	13.107
9	Birleşik Krallık	15	8.923
10	Almanya	6	8.113
11	İsveç	7	7.763
12	İspanya	7	7.121
13	Hindistan	22	6.255
14	Belçika	7	5.942
15	Çekya	6	3.934
16	Tayvan	4	3.844
17	İsviçre	4	2.960
18	Finlandiya	4	2.794
19	Bulgaristan	2	2.006
20	Macaristan	4	1.902
21	Brezilya	2	1.884
22	Güney Afrika	2	1.860
23	Slovakya	4	1.837
24	Arjantin	3	1.641
25	Meksika	2	1.552



S.	Ülke	Reaktör Sayısı	Kurulu Güç (MW)
26	Birleşik Arap Emirlikleri	1	1.345
27	Pakistan	5	1.318
28	Romanya	2	1.300
29	Belarus	1	1.110
30	İran	1	915
31	Slovenya	1	688
32	Hollanda	1	482
33	Ermenistan	1	415
	Toplam	448	397.777

Kaynak. (Dünya Nükleer Santral Sayısı, 2023).

Temmuz 2020 itibariyle, 33 ülkede 448 nükleer reaktör işletmede, 19 ülkede 54 adet nükleer reaktör de inşa halindedir. Nükleer santrallerde üretilen elektrik dünya elektrik arzının yaklaşık %10'una denk gelmektedir. Ülke bazında bakılırsa Fransa elektrik talebinin yaklaşık %71'ini, Ukrayna %54'ünü, İsveç %34'ünü, Belçika %48'ini, Avrupa Birliği %28'ini, Güney Kore %26'sını ve ABD %20'sini nükleer enerjiden karşılamaktadır. İnşa halindeki nükleer reaktörlerin 11'i Çin'de, 7'si Hindistan'da, 4'ü ise Rusya'dadır. Bunun yanında Birleşik Arap Emirlikleri'nde 4, Güney Kore'de 4, ABD'de 2 ve Fransa'da 1 nükleer reaktör inşa halindedir.

Almanya'nın şu an 6 nükleer reaktörü işletme halindedir. İşletme ömrünü tamamlamakta olan toplam 23 nükleer güç reaktörünün işletmeden çıkarma işlemleri devam etmektedir. Kalan 6 nükleer reaktörün 2022 yılı sonuna kadar işletmede kalacağı bildirilmektedir.

2020 yılı başı itibariyle ülkelere göre nükleer enerji kullanımı listesini aşağıdaki tablodan inceleyebilirsiniz.

**Tablo 3 Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Nükleer Enerji Santrali Kurulu Gücü**

S.	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Kişi Başına Kurulu Güç (Watt)
1	Fransa	63.130	941

S.	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Kişi Başına Kurulu Güç (Watt)
2	İsveç	7.763	771
3	Belçika	5.942	523
4	Finlandiya	2.794	507
5	Güney Kore	23.150	450
6	Çekya	3.934	372
7	Kanada	13.624	372
8	İsviçre	2.960	351
9	Slovakya	1.837	338
10	Slovenya	688	333
11	Ukrayna	13.107	309
12	Amerika Birleşik Devletleri	98.152	301
13	Bulgaristan	2.006	282
14	Japonya	31.679	250
15	Rusya	29.503	201
16	Macaristan	1.902	194
17	Tayvan	3.844	163
18	İspanya	7.121	153
19	Ermenistan	415	139
20	Birleşik Arap Emirlikleri	1.345	136
21	Birleşik Krallık	8.923	136
22	Belarus	1.110	117
23	Almanya	8.113	98

S.	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Kişi Başına Kurulu Güç (Watt)
24	Romanya	1.300	66
25	Arjantin	1.641	37
26	Çin	47.528	34
27	Güney Afrika	1.860	33
28	Hollanda	482	28
29	Meksika	1.552	13
30	İran	915	11
31	Brezilya	1.884	9
32	Pakistan	1.318	6
33	Hindistan	6.255	5

Kaynak <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-nukleer-enerji.html> ( Erişim Tarihi 12.02.2023).

Avrupa Birliği'ne üye 27 ülkenin mevcut şebekesine sadece 13 reaktör bağlıdır. Bunların yaklaşık yarısı Fransa'da, biri Finlandiya'da, geri kalanı Doğu ve Orta Avrupa'dadır. 2002'den beri ise yalnızca üç yeni reaktör devreye girmiştir. Çek Cumhuriyeti'nde, Romanya'da ve Finlandiya'da birer tanedir. Aralık 2021'de Brokdorf, Grohnde ve Gundremmingen-C santrallerinin kapatılmasıyla, AB'de de kalıcı olarak kapatılan reaktörlerin sayısı 72'ye çıkmıştır. Bu kapatılan reaktörlerin yarısından fazlası Almanya'dadır. 2000 yılından beri toplamda 34 ünite kapatılmıştır (https://yesilgazete.org/dunya-nukleer-raporu-nukleer-gunes-ve-ruzgara-yeniliyor-kuresel-payi-40-yilin-en-dusuk-seviyesinde/, 2023) Nükleer santral kurma, maliyetli ve teknik bilgi gerektirdiğinden gelişmiş ülkelerde daha çok görülmektedir. Dünyanın enerji ihtiyacının %13,5'i, 437 adet nükleer santralden üretilmektedir. Nükleer santraller vasıtasıyla elde edilen enerjinin dünya toplam enerji üretimine oranı % 13'tür. Günümüzde 437 adet nükleer santral enerji üretiminde kullanılmaktadır. Dünyada nükleer santral kurulumunda Türkiye'nin de Akkuyu ve Sinop Nükleer Santralleri olmak üzere içinde bulunduğu 16 ülkede 72 adet santral yapım aşamasındadır. 2030 yılına kadar kurulması planlanan nükleer santral sayısı ise 164 adettir (Belge, 2023, s. 56).

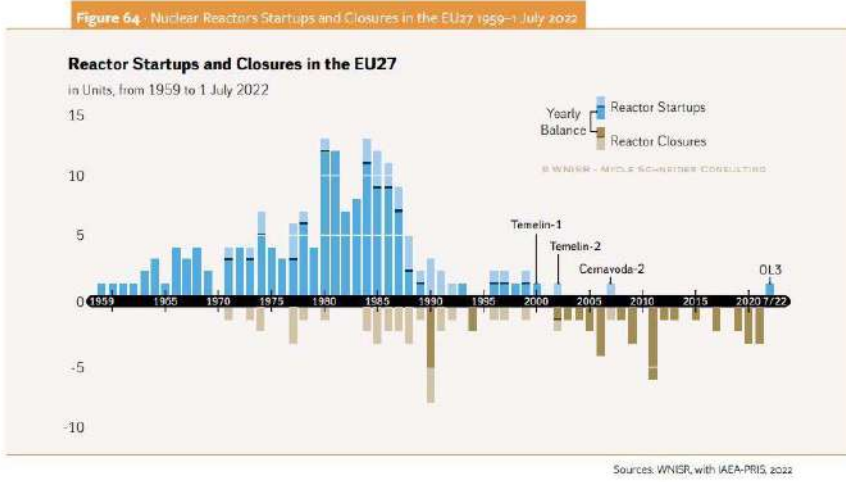
2023 stratejik hedeflerinden olan sürdürülebilir kalkınma kapsamındaki sürdürülebilir enerji hedefine ulaşmak için hayati önem taşıyan nükleer enerji; en güvenli, en verimli ve en uygun maliyetli nükleer teknoloji ile üretilmeli ve kullanılmalıdır (TASAM, 2023) 2022 Dünya Nükleer Endüstri Durum Raporu'na göre nükleer enerjinin küresel güç üretimindeki payı ilk kez yüzde 10'un altına düşerken, rüzgâr ve güneş tek başına ilk kez yüzde 10'un üzerine çıktı. Dünyada nükleer reaktör inşası giderek azalırken reaktörler bir bir kapatılıyor. İlk kez nükleer enerjiye sahip olacak iki ülkeden biri Türkiye ve Ukrayna savaşının ortasında Rus iştiraki Akkuyu NGS'yi 2023'e yetiştirmeye çalışıyor.

**2022 Dünya Nükleer Endüstri Durum Raporu'na** (WNISR2022) göre nükleer enerjinin küresel brüt elektrik üretimindeki payı 2021'de ilk kez **yüzde 10'un altına** düşerek raporun hazırlandığı kırk yılın en düşük seviyesine gerilemiştir. Buna göre küresel nükleer enerji üretimi, geçen yıl **2 bin 653 terawatt** saat elektrik üreterek küresel üretimin yüzde 9,8'ini oluşturdu. Öte yandan aynı zaman diliminde, rüzgar ve güneş enerjisi **tek başına yüzde 10,2'lik** bir güç payına ulaşarak ilk kez küresel gücün yüzde 10'undan fazlasını sağlamıştır. Nükleerin ana rakipleri olan yenilenebilir enerji (hidroelektrik hariç), üretimlerini yüzde 16 oranında artırdı ve küresel elektrik üretimindeki payı 1,1 puan artarak yüzde 12,8'e yükselmiştir. **2022 Dünya Nükleer Endüstri Durum** Raporu, 2022'nin ilk yarısında **Rusya'nın Ukrayna'yı işgali** sebebiyle bu yıl savaş durumlarında nükleer santrallerin güvenlik durumları ve güvenlik açıklarını değerlendiren **Nükleer Güç ve Savaş** üzerine özel bir odak bölümü de içermektedir. Raporda, 70'li yıllardan itibaren dünya çapında yaygınlaşarak 90'lı yıllarda zirveye çıkan nükleer güç santrallerinin artık dünya çapında yaşam beklentilerinin sonuna gelindiğine ve birçok yeni santralde gecikmeler yaşandığına dikkat çekilmiştir.

2021'de küresel nükleer kapasite 2.653 net terawatt-saat elektrik üretmiştir. 2020'deki düşüşün ardından nükleer üretim 2021'de yüzde 3,9 artmıştır. Ancak bu oran 2019 seviyesinin altında kalmıştır. Dünyanın en fazla nükleer gücü, ABD'de üretilmektedir. Çin, tek başına yüzde 11,3 artışla, art arda ikinci yıl Fransa'dan daha fazla nükleer elektrik üretti ve yine en önemli nükleer güç jeneratörleri konusunda ABD'nin ardından ikinci sırada. Çin dışındaki bölgelerde ise nükleer üretim yüzde 2,8 artarak 2017'dekine benzer bir seviyeye ulaşmıştır (Bakanlığı E. v., 2023). Gelişmiş ülkelerde nükleer enerjinin maliyeti ucuz , ekonomik getirisi fazla olduğu için tercih edilmektedir. Gittikçe daha fazla sayıda nükleer tesis, ya önceden belirlenmiş işletim ömürlerinin sonuna ulaştığı için ya da kötüleşen ekonomik koşullar nedeniyle kapatılmaktadır. Bu santrallerin hizmetten çıkarılması, radyoaktif atık yönetimi sorunun gündeme getirmektedir.

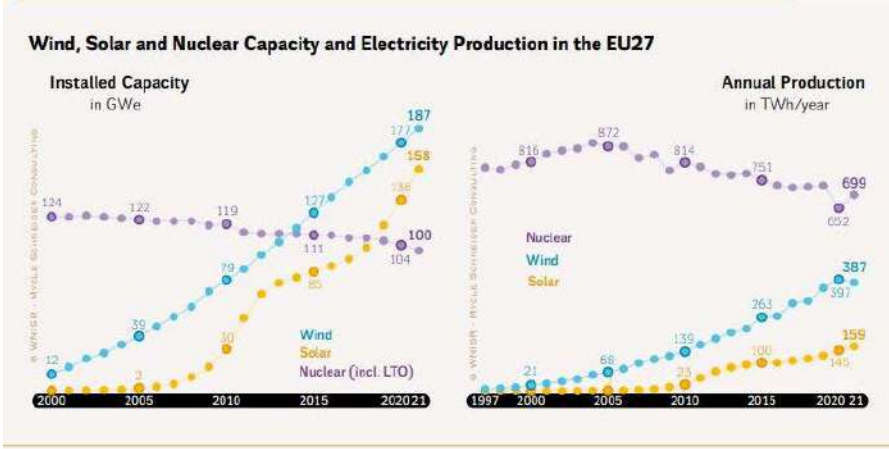
Kapatılan güç reaktörlerinin sayısı 2021 sonunda 200'ü aşmıştır. 2022 ortalarında **kapatılan 204 ünitenin toplam kapasitesi 97.4 GW** dir. Hizmet dışı bırakılmış ABD'de 17, Almanya'da dört ve Japonya'da bir ünite olmak üzere **22 ünite bulunmaktadır**. İlk nükleer enerji kullanan devletlerin hiçbiri –**İngiltere, Fransa, Rusya ve Kanada**, henüz bir reaktörü tam olarak hizmet dışı bırakabilmiş değildir. Hizmetten çıkarma sürecinin ortalama süresi, kapasiteye göre 6-45 yıl arasında değişse de ortalama yaklaşık **21 yıldır**.

#### Şekil 4 27 Avrupa Birliği Ülkesinde Kapatılan Reaktör Sayısı



AB' nin 27 ülkesinde 1959'dan 2022 yılına kadar kapatılan ve yeni açılan reaktörlerin grafiğinde, mavi olanlar yeni reaktör girişimlerini, kahverengiler ise kapatılanları göstermektedir. Nijerya, Polonya veya Suudi Arabistan gibi diğer ülkelerin de planları olsa da, şimdiye kadar tasarımı biten ya da finansman paketi sağlanan bir inşaat yoktur. Endonezya, Ürdün, Kazakistan, Tayland, Özbekistan ve Vietnam da dahil olmak üzere **birçok ülke nükleer planını askıya almıştır**. Raporda, Akkuyu dahil Rus iştiraki nükleer enerji santrali projelerine dair, "Ukrayna'nın işgalini takiben ortaya çıkan jeopolitik gelişmeler ile bu projelerin Rusya ve diğer ülkelere uygulanan yaptırımlardan ne ölçüde etkileneceği eleştirisi de yapılmıştır.

#### Şekil 5 Avrupa Birliği'ndeki 27 ülkede yıllar içinde rüzgar, güneş ve nükleer enerjideki kapasite ve üretim miktarları.



Avrupa Birliği'ndeki 27 ülkede yıllar içinde rüzgar, güneş ve nükleer enerjideki kapasite ve üretim miktarları. Rüzgar mavi, güneş sarı, nükleer mor renkte gösteriliyor. Dünyada hiçbir nükleer santral savaş koşulları altında çalışmak için tasarlanmamıştır. Savaş sırasında temel zorluğun, reaktör kapatıldıktan sonra bile reaktör çekirdeğinin ve kullanılmış yakıt havuzunun sürekli soğutulmasını sağlamak olduğunu belirten uzmanlar, riskleri şöyle sıralamaktadır:

- Isının tahliye edilmemesi, saatler içinde çekirdeğin erimesine veya potansiyel olarak büyük radyoaktivite sızıntılarına sebep olabilir, günler veya haftalar içinde de kullanılmış yakıt havuzunda yangına neden olabilir.

- Soğutma, güvenilir bir elektrik ve su kaynağı gerektirir. Ancak savaş sırasında, elektrik ve su tedarikinin kesintiye uğramasına yol açabilecek birçok güvenlik açığı ve olası kasıtlı ve tesadüfi etkiler vardır.
- Ayrıca bir nükleer tesisin işletilmesi motivasyonu iyi, dinlenmiş ve vasıflı personel gerektirir, ancak operatörlerin bir savaş sırasında veya askeri işgal altındayken ciddi stres altında olmaları muhtemeldir. Dışarıdan gelen uzmanlar ise ve nükleer santraldeki operasyonları sürdürmek veya onarımlar yapmak için gerekli tesise erişim sağlayamayabilir <https://yesilgazete.org/dunya-nukleer-raporu-nukleer-gunes-ve-ruzgara-yeniliyor-kuresel-payi-40-yilin-en-dusuk-seviyesindedir>.

### 3. TÜRKİYE'DE NÜKLEER ENERJİ

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın kurulması Türkiye'de nükleer enerji çalışmalarını hızlandırmıştır. Türkiye'de 1956 yılında Atom Enerjisi Komisyonu'nu kurulmuştur. 1982 yılında bu komisyon, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) olarak yapılandırılmıştır.

TAEK'in kuruluş amaçlarından en önemlisi, nükleer teknoloji ve nükleer tekniklerin çeşitli alanlarda uygulanması kapsamında öncülük yapmaktır. Ülkemizde 1965 yılından beri nükleer güç santrali kurulmasına yönelik pek çok defa girişimde bulunulmuştur. Türkiye'de Atom Enerjisi Genel Sekreterliği kurulmuştur. Çekmece TR-1 (1MW), TR-2 (5MW) araştırma reaktörlerinin faaliyete geçişi, Ankara'da Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ANAEM) ile İstanbul Teknik Üniversitesi'nde (İTÜ) nükleer enerji enstitüsü ve araştırma reaktörleri kurulmuştur. Nükleer enerjinin gücünün geç fark edildiği ülkemizde Akkuyu ve Sinop'ta nükleer santraller kurulması için çalışmalar başlatılmıştır (<https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/T%C3%9CBA%20N%C3%BCkleer%20Enerji%20Raporu.pdf>, 2023).

Türkiye'de nükleer eğitim başlığı altında, lisans ve lisansüstü derecelerinde eğitim/öğretim yapan kurumlar bulunmaktadır. Lisans eğitimi veren Hacettepe Üniversitesi ve Sinop Üniversitesi ile lisansüstü eğitim veren dört enstitü kurulmuştur. Türkiye'de Nükleer Enerjiyi. planlama ve inşaat sürecinde olan nükleer santral anlaşmaları ile bu durumun tersine döndüğü, henüz oluşum aşamasında olunsa da yavaş yavaş nükleer enerjiden elektrik üretimi ve santral faaliyeti süresince gerekli sanayi tabanlı iş gücüne destek sağlayacak şekilde yönelim gösterildiği ifade edilmektedir. Türkiye Cumhuriyeti hükümeti ile Rusya Federasyonu Arasında Akkuyu Sahası'nda Bir Nükleer Güç Santralinin Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma'nın 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanması, ülkemizin yarım asırlık nükleer

leer güç santrali kurma hedefi açısından son derece önemli bir kilometre taşı olmuştur. Anlaşmanın imzalanmasını takiben 13 Aralık 2010 tarihinde Proje Şirketi kurulmuş ve çalışmalara başlanmıştır., 1 Aralık 2014 tarihinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan ÇED Olumlu kararı, 15 Haziran 2017 tarihinde de EPDK'dan elektrik üretim lisansı alınmıştır. 3 Mart 2017 tarihinde ilk ünite için inşaat lisansı başvurusunda bulunulmuş ve 19 Ekim 2017 tarihinde alınan sınırlı çalışma izni ile sahada nükleer güvenlikle ilgili olmayan yapıların inşaat faaliyetleri başlamıştır. 2 Nisan 2018 tarihinde ilk ünite için inşaat lisansının verilmesiyle birlikte ilk ünitenin reaktör binasının inşası da başlamıştır. Nükleer güvenlik açısından en önemli ekipmanlardan biri olan kor tutucunun montajı ise 26 Ekim 2019'da tamamlanmıştır. Akkuyu Projesi kapsamında ilk ünitenin 2023 yılında hizmete alınması planlanmaktadır. 30 Kasım 2018'de sınırlı çalışma izni alınmış ve 26 Ağustos 2019'da ikinci üniteye de inşaat lisansı verilmiştir. İkinci ünitenin temeli 8 Nisan 2020 tarihinde atılmıştır. Proje Şirketi, 28 Mart 2019'da üçüncü ünite için ve 12 Mayıs 2020 tarihinde de dördüncü ünite için inşaat lisansı başvurusunda bulunmuştur. Ülkemizin ikinci nükleer santral projesi olan Sinop Nükleer Santrali için 3 Mayıs 2013 tarihinde Japonya ile nükleer santral yapımı ve iş birliğine ilişkin hükümetler arası anlaşma imzalanmıştır. Bu konuda çalışmalar devam etmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (<https://enerji.gov.tr/neupgm-nukleer-enerji#:~:text=%C4%B0n%C5%9Fa%20halindeki%20n%C3%BCklear%20reakt%C3%B6rlerin%2011,1%20n%C3%BCklear%20reakt%C3%B6r%20in%C5%9Fa%20halindedir.,> 2023)

Ekonominin gelişiminde önemli bir yeri olan enerjinin güvenliğinin sağlanması, müşteri talebinin sürekli olarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması gerekir.

Nükleer santraller iklim, çevre şartlarından etkilenmeden 7 gün 24 saat koşullara bağlı olmaksızın çalışabilen baz yük santralleridir. Bunun yanında, nükleer santrallerin kapasite faktörü %90 civarındadır ve işletme ömürleri yeni nesil nükleer santrallerde 60 yıldır. Ayrıca nükleer santraller, işletim sırasında sera gazı salımı yapmaz ve kurulum alanı olarak diğer alternatiflere göre çok daha küçük alanlara ihtiyaç duyar. Bu nedenle, nükleer santraller bir yandan sürdürülebilir enerji arzını sağlarken diğer yandan çevrenin, doğal yaşamın ve gelecek nesillerin korunmasında öne çıkan en önemli alternatiflerden biridir. Ek olarak, nükleer santraller iklim krizlerine karşı önleyici yönde katkı sunarlar. Şu an dünyada 54 nükleer reaktörün inşaatı devam etmektedir. İnşa halindeki nükleer reaktörlerin 11'i Çin'de, 7'si Hindistan'da, 4'ü ise Rusya'dadır. Bunun yanında Birleşik Arap Emirlikleri'nde 4, Güney Kore'de 4, ABD'de 2 ve Fransa'da 1 nükleer reaktör inşa halindedir.



Nükleer santraller sadece elektrik üretim tesisi olmayıp istihdam, insan kaynakları, teknoloji vb. gibi birçok alanda da önemli katkılar sunmaktadır. 4 ünitelik bir nükleer santralde inşaatın zirve noktasında çoğunluğu Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı 10.000 kişi istihdam edilecektir. İşletme döneminde ise 3500 kişi çalışacaktır. Ekonominin önemli bir lokomotifi olan enerjide arz güvenliğinin tahkim edilmesi için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarımızın yanı sıra nükleer enerjiyi de enerji arz portföyümüze dâhil etme zorunluluğumuz bulunmaktadır.

Türkiye’de ilk nükleer santrali olarak inşası devam eden Akkuyu Nükleer Güç Santrali Projesinde ilk reaktörün 2023 yılında işletmeye alınması için çalışmalar titizlikle sürdürülmektedir. Fukuşima kazası sonrası Almanya, işletme ömrü dolmuş ancak işletilmeye devam edilen nükleer santralleri kapatmıştır. Almanya’da şu an 6 nükleer reaktör işletme halindedir. Bu reaktörler, 2019 yılında toplam 71 TWh elektrik üretimi ile Almanya’nın elektrik arzının yaklaşık %14’ünü gerçekleştirmiştir. Japonya ise geçici olarak durdurduğu nükleer santralleri güvenlik denetimlerinin ardından tekrar işletmeye almaktadır. Elektrik enerjisi talebimizin, önümüzdeki 10 yıl boyunca %7 oranında yıllık artış ile 2023 yılında 500 milyar kwh’e ulaşacağı öngörülmektedir.

Nükleer santraller sadece elektrik üretim tesisi olmayıp istihdam, insan kaynakları, teknoloji vb. gibi birçok alanda da önemli katkılar sunmaktadır. 4 ünitelik bir nükleer santralde inşaatın zirve noktasında çoğunluğu Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı 10.000 kişi istihdam edilecektir. İşletme döneminde ise 3500 kişi çalışacaktır. Türkiye ile dünyayı enerji kaynakları dağılımı bakımından karşılaştığımızda, dünya ortalamasına göre yaklaşık 2 kat fazla doğalgaz kullanmaktayız, dünya ise bize göre 1.7 kat fazla kömür kullanmaktadır. Dünya, elektrik ihtiyacını %13.5 oranında nükleer santrallerden karşılamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması bakımından dünya ortalamasının üzerindedir. Türkiye’nin Doğalgaza Olan Bağımlılığı Dünya Ortalamasının Oldukça Üstündedir. Ülkemizde elektrik üretiminin neredeyse yarısı doğalgazdan karşılanmaktadır. Toplam enerji ihtiyacının yüzde %72’sini ithalatla karşılayan Türkiye, enerjide büyük oranda dışa bağımlıdır. Türkiye’de doğalgazın %98’i, petrolün %92’si ve kömürün %20’si ithal edilmektedir. Enerjide %72 Oranında Dışa Bağımlı Olunması, Her Yıl 60 Milyar dolarlık özkaynağın yurtdışına Ödenmesine Yol Açmaktadır 13 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarımız Artan Enerji İhtiyacımızı Karşılama İçin Yeterli Değil 2013 yılı sonu itibariyle ülkemizin elektrik ihtiyacı yaklaşık yıllık 245 milyar kWh iken, bunun 2023’te 500 milyar kWh’a çıkması öngörülmektedir. Ancak hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütledeki bütün

potansiyelimizi kullansak dahi, bu talebin (500 milyar kWh) sadece yarısını karşılayabilmekteyiz (Müdürlüğü, 2023).

Türkiye ile dünyayı enerji kaynakları dağılımı bakımından karşılaştırdığımızda, dünya ortalamasına göre yaklaşık 2 kat fazla doğalgaz kullanmaktayız, dünya ise bize göre 1.7 kat fazla kömür kullanmaktadır. Dünya, elektrik ihtiyacını % 13.5 oranında nükleer santrallerden karşılamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması bakımından dünya ortalamasının üzerindedir. Toplam enerji ihtiyacının yüzde %72'sini ithalatla karşılayan ülkemiz enerjide büyük oranda dışa bağımlıdır. Türkiye doğalgazın %98'i, petrolün %92'si ve kömürün %20'si ithal edilmektedir. 2013 yılı sonu itibarıyla ülkemizin elektrik ihtiyacı yaklaşık yıllık 245 milyar kWh iken, bunun 2023'te 500 milyar kWh'a çıkması öngörülmektedir. Ancak hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütledeki bütün potansiyelimizi kullansak dahi, bu talebin (500 milyar kWh) sadece yarısını karşılayabilmektedir.

Nükleer santraller, yenilenebilir enerji santrallerine göre daha az yer kaplar. Örneğin, 1000 MW kurulu güce sahip bir nükleer güç santrali 1 km alan kaplarken aynı güçteki güneş santralleri için gerekli alan 500 km, rüzgar için 600 km, hidrolik için 2400 km ve biyokütle için 6000 km civarındadır (<https://enerji.enerji.gov.tr/Media/Dizin/NUPGM/tr/Belgeler/5161-nukleer3.pdf>, 2023) .

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ekim 2022 tarihli verilerine göre, Türkiye elektrik enerjisi tüketimi 2021 yılında bir önceki yıla göre %8,74 artarak 332,9 milyar kWh, elektrik üretimi ise bir önceki yıla göre %9,14 oranında artarak 334,7 milyar kWh olarak gerçekleşti. 2017-2019 dönemi ile karşılaştırma yapıldığında ise, 2021 yılının ilk 9 ayında ortalama %8,9'luk bir yıllık büyüme olduğu görülmekte (<https://temizenerji.org/2022/10/27/dunya-ve-turkiye-enerji-gorunumu-gelecek-yaklasimlari/>)

Türkiye'de yapımına başlanan Akkuyu Nükleer Santrali'nin kapasitesi 4800 MW olacaktır. Diğer taraftan Akkuyu'dan sonra devreye alınması planlanan Sinop ve İğneada NGS'leri ile 3 santralin toplam kurulu gücü 13.680 MW'dir. Yaklaşık 550 bin parçadan oluşan nükleer santral projesi, diğer sektörlerle de sağlayacağı dinamizmle ve istihdam imkânıyla birlikte ülkemiz sanayisine önemli derecede katma değer sunacaktır. Bunun yanında insan kaynağı gelişimi noktasında da çalışmalar sürmektedir. Rusya'ya nükleer enerji mühendisliği eğitimine gönderilen öğrencilerden 2018 yılında 35'i, 2019 yılında 53'ü, bu yıl da 55'i mezun olarak ülkemize dönmüş ve Akkuyu Nükleer A.Ş.'de işe başlamıştır. Ayrıca, 102 öğrenci, lisans, 22 öğrenci de yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Eğitimlerini tamamlayan

öğrenciler, Akkuyu Nükleer Santral Projesinde mühendislikten yöneticilik kademesine kadar farklı alanlarda istihdam edilecektir (<https://enerji.gov.tr/neupgm-nukleer-enerji>, 2023)r (<https://enerji.enerji.gov.tr/Media/Dizin/NUPGM/tr/Belgeler/5161-nukleer3.pdf>, 2023) Ülkemizin enerji alanındaki başlıca doğal kaynaklarını hidrolik ve linyit oluşturmaktadır.

**Hidrolik:** Türkiye'nin teknik olarak değerlendirilebilir hidrolik enerji potansiyeli 216 milyar kWh ve bunun 126 milyar kWh'ı ekonomik olarak değerlendirilebilir durumdadır. Halen bu potansiyelin %35'i değerlendirilmiş bulunuyor. 2001 yılı sonu itibariyle elektrik enerjisi kurulu gücünün %41'ini (12,241 MW) hidrolik enerji oluşturmuş. 2002 yılı uzun dönem elektrik planlama çalışması sonuçlarına göre 2020 yılında hidrolik enerji potansiyelinin %90'dan fazlasının değerlendirilmesi beklenmektedir.

**Linyit:** Türkiye, 7,339 milyon tonu görünür olmak üzere, toplam 8,375 milyon ton linyit rezervine sahiptir. Mevcut rezervin %68'i, 4.18-8.36 MJ/kg gibi düşük bir ısıl değere sahip olduğundan, üretilen linyitler ağırlıklı olarak termik santrallerde tüketiliyor. Bu rezervlerin, yaygın olarak bulunduğu yörelerde temiz yakma teknolojilerine dayalı 100-150 MW'lık linyit santrallerinin kurulmasıyla güç üretiminde kullanılmalarına devam edilebilir.

Son yıllardaki seyrine bakıldığında linyit üretiminin 1998-1999 yıllarında 65 milyon ton ile en yüksek düzeyine ulaştığı, 2001 yılında ise 59.6 milyon tona gerilediği görülüyor. Üretimin büyük bir kısmı halen, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) ve Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) gibi kamu kuruluşları tarafından gerçekleştiriliyor. 2001 yılı linyit üretiminde TKİ'nin payı %56.4, EÜAŞ'ın payı %30.5, özel sektörün payı ise, Çayırhan dâhil olmak üzere, sadece %13.1. Bugünkü verilere göre linyitten elektrik üretim kapasitesi, yılda 116 milyar kWh civarında ve yerli kaynaklara tanınan öncelik çerçevesinde, bu değere 2018 yılında ulaşılması hedeflenmektedir. Ancak, kaynak çeşitlendirme ihtiyacına paralel olarak doğal gaz ve diğer kaynakların elektrik üretimindeki payı artıkça, linyitin payında azalmalar bekleniyor. Son yıllarda talebin beklenenden az gerçekleşmesi, alım garantili doğalgaz santrallerinin daha fazla çalıştırılmasına, bu durum da linyit santrallerinin kapasite kullanım oranlarının düşmesine neden olmuş görünüyor (Altın, 2023)

## SONUÇ

İlk kez Aralık 2019'da Çin'in Hubei eyaleti Wuhan kentinde ortaya çıkan COVID-19 pandemisi sonrasında dünyada daha fazla üretim yapma ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Küresel ekonomiye katkıda bulunabilmek dış cari açıklarını kapatmak isteyen ülkelerin enerji ihtiyacı daha da artmıştır. Covid 19 salgının ardından Ukrayna'daki savaş, enerji krizini şiddetlendirmiştir. Savaşların

göçlerin yaşandığı dünyada ekolojik dengeler değişmiş yeni enerji kaynaklarına olan ihtiyaç nedeniyle yeni anlaşmalar, yeni çalışmalar yapılmıştır.

Rusya Ukrayna savaşında tarihte ilk kez, faaliyet gösteren ticari nükleer tesise saldırı düzenlenmiş, santrallerin güvenlik sorunu gündeme gelmiştir. Türkiye, enerji ihtiyacının fosil kökenli kaynaklardan karşılayan bir ülkedir. Enerjisinin %70'ini dışarıdan alan Türkiye'nin dış ticaret açığının yarısına yakını, enerji ithalatından kaynaklanmaktadır. Türkiye dünyanın aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer alır. Türkiye'nin yüz ölçümünün % 42'si birinci derece deprem kuşağı üzerindedir. 20. yy'ın başlarından beri yapılan istatistiği çalışmalar Türkiye'de yaklaşık olarak her iki yılda bir yıkıcı deprem, her üç yılda bir de pek çok yıkıcı deprem olduğunu göstermektedir. Bu durum Türkiye'de kaçınılmaz bir doğal afet olduğunu ortaya koymaktadır (<https://www.ahder.org/turkiyedeki-deprem-kusaklari>, 2023). Türkiye'nin jeolojik konumu nükleer enerji santrallerin kurulmasını zorlaştırmaktadır.

Türkiye'de Nükleer enerjiye geçiş gelişmiş ülkelere göre çok yavaş ilerlemektedir. Nükleer teknoloji transferi için projeler üretilmekte, konferanslar düzenlenmekte, üniversitelerde nükleer enerji ile ilgili bölümler açılmaktadır. Nükleer enerji, santrallerinin faaliyete geçmesi, güvenlik sorunu nedeniyle kamuoyunda engellerle karşılaşmaktadır. Türkiye'de 6 şubat 2023 saat 4.17 de gerçekleşen 7.7 ve 7.6 şiddetindeki 2 deprem 10 ilde büyük yıkımlara sebep olmuştur. Fay hatlarındaki kırıklıklar depremin etkilerini ve Türkiye'nin nükleer santral kurulması için coğrafi olarak uygun olmadığını göstermektedir. Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadelede yenilenebilir enerji kaynaklarına güneş, rüzgardan elde edilen enerji santrallerine acilen ihtiyaç bulunmaktadır. Ekonomik etkileri tartışılmaz olan nükleer enerji santralleri Türkiye coğrafyası için uygun değildir.

## KAYNAKÇA

- Altın, V. (2023). Türkiye 2003 Enerji Vizyonu . [https://www.emo.org.tr/ekler/ba237eccc24353c\\_ek.pdf](https://www.emo.org.tr/ekler/ba237eccc24353c_ek.pdf).
- Belge, İ. Ç. (2023). Nükleer Enerji: Türkiye ve Dünya Ölçeğinde Bir Değerlendirme. *Yeni Fikir*, 6(15), <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1721313>.
- Bilkent Üniversitesi, (2023). <http://www.obi.bilkent.edu.tr/ekookul/pdf/nukleerenerji.pdf>.
- Dışişleri Bakanlığı, (2023). [https://www.mfa.gov.tr/petrol-fiyatlarinin-ekonomilere-etkisi.tr.mfa.Erisim\\_Tarihi\\_12.02.2023](https://www.mfa.gov.tr/petrol-fiyatlarinin-ekonomilere-etkisi.tr.mfa.Erisim_Tarihi_12.02.2023)).

- Engin, N. (2013). Nükleer Enerji Gelecekteki Enerji İhtiyacına Çözüm Olabilir Mi? . *Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 27, S. 575-591 İstanbul* –[Http://www.marmaracografya.com](http://www.marmaracografya.com) Erişim Tarihi 12.02.2023).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı* (2023). <https://enerji.gov.tr/neupgm-nukleer-enerji>.  
<https://enerji.enerji.gov.tr/Media/Dizin/NUPGM/tr/Belgeler/5161-nukleer3.pdf>. (2023). Erişim Tarihi 10.02.2023).
- Ergün S, Nükleer Enerji ve Türkiye'ye Yansımaları İnönü Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, Vol. 1, ( No. 2), ,34-58.*
- Euronews. (2023). <https://tr.euronews.com/2021/08/03/hangi-ulke-yenilenebilir-enerjide-2021-de-dunya-lideri-hangi-ulkeler-fosil-yak-t-bag-ml-s>. Erişim Tarihi 5.02.2023).
- InTraders International Trade Academic Journal. (2023). *1 Vol.3 .2.*
- Kurumu, T. K. (2023). Dünyada ve Türkiyede Enerji Üretiminde Kömürün Yeri ve Geleceği. [https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/bcab9d935d21964\\_ek.pdf](https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/bcab9d935d21964_ek.pdf). Erişim Tarihi 06.02.2023).

- Lokman, K. (2023). Dünya Enerji Kaynakları. <http://www.mining.org.tr/tr/download/article-file/377764>. Erişim Tarihi 12.02.2023).
- LuciaTajoli, G. (2020). <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0954349X21001089?token=79574F5FB0118B464C13A879B3C965B01B40877271D6703ED66EB97A755500B0669CE434AC6511396552FEFAB2B294F3&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210919064020#:~:text=Ticaret,ba%C4%9Flant%C4%B1>. International Journal of Production Economics. Erişim Tarihi 12.02.2023).
- Nükleer Enerji Müdürlüğü (2023). <https://enerji.gov.tr/neupgm-nukleer-enerji>. Erişim Tarihi 12.02.2023).
- Nükleer Enerji . (2023). <http://www.obi.bilkent.edu.tr/ekookul/pdf/nukleerenerji.pdf>. Erişim Tarihi 08.02.2023).
- Özkaya, Ş. (2023). Petrol Fiyatlarının Ekonomilere Etkisi. <https://www.mfa.gov.tr/petrol-fiyatlarinin-ekonomilere-etkisi.tr:mfa>. Erişim Tarihi 12.02.2023).
- Polat, M. A. (2012). Nükleer Enerji ve Türkiye'ye Yansımaları . *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi İdari Bilimler*, Vol. 1, No. 2, 2012, 34-58
- Porter, M. (1980). Competitive Strategy. New York: The Free Press.
- Sayı, D. N. (2023). Türkiye Raporu. <https://turkiyeraporu.com/arastirma/enerji-ve-politika-ulkelerin-nukleer-santral-sayilari-10483/#:~:text=May%C4%B1s%202022%20itibarıyla%2C%2032%20%C3%BClkede,%10'una%20denk%20geliyor>.
- TASAM. (2023). [https://tasam.org/tr-TR/Icerik/4884/nukleer\\_enerji\\_programi\\_-\\_2023](https://tasam.org/tr-TR/Icerik/4884/nukleer_enerji_programi_-_2023).
- Temurçin, K. (2003). Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye'de Nükleer Enerji Gerçeği . *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(2), 25-39.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2023). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Agustos-2022-45543>.
- <https://enerji.gov.tr/neupgm-nukleer-enerji#:~:text=%C4%B0n%C5%9Fa%20halindeki%20n%C3%BCkleer%20reakt%C3%B6rlerin%2011,1%20n%C3%BCkleer%20reakt%C3%B6r%20in%C5%9Fa%20halindedir>. (2023).
- <https://temizenerji.org/2022/10/27/dunya-ve-turkiye-enerji-gorunumu-gelecek-yaklasimlari/>. (tarih yok).
- [https://tr.wikipedia.org/wiki/N%C3%BCkleer\\_reakt%C3%B6rler\\_listesi](https://tr.wikipedia.org/wiki/N%C3%BCkleer_reakt%C3%B6rler_listesi). (2023).
- <https://www.ahder.org/turkiyedeki-deprem-kusaklari>. (2023).

- <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/Dunya-ve-Turkiye-Enerji-Gorunumu.pdf> Erişim Tarihi 12.02.2023 . (2023).
- <https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/T%C3%9CBA%20N%C3%B-Ckleer%20Enerji%20Raporu.pdf>. (2023).
- <https://www.worldbank.org/tr/news/press-release/2022/03/22/greater-participation-in-high-value-global-production-networks-is-key-for-sustaining-growth-in-turkey>. (2022).
- <https://yesilgazete.org/dunya-nukleer-raporu-nukleer-gunes-ve-ruzgara-yeniliyor-kuresel-payi-40-yilin-en-dusuk-seviyesinde/>. (2023).