

# Yeni Enerji Jeopolitiğine Genel Bakış\*

## General Overview of New Energy Geopolitics

Cenk SEVİM<sup>1</sup>

### Öz

Dünyamızda sanayi devriminden günümüze kadar enerji kaynağı olarak kömür ve petrol başta olmak üzere fosil enerji kaynakları tercih edilmiştir. Bu sebeple enerji jeopolitiği alanındaki kurgu da fosil enerji kaynakları üzerine kurgulanmıştır. Özellikle petrol rezervlerinin ve tüketim noktalarının dünya haritası üzerindeki asimetrik dağılımı ve bunun sonuçları enerji jeopolitiğinin temel çalışma alanını oluşturmuştur. Günümüzde rüzgar ve güneş enerjileri başta olmak üzere yenilenebilir enerji teknolojilerinden üretilen enerji maliyetlerindeki önemli düşüşler yaşanmaktadır. Bu durum yenilenebilir enerji teknolojilerini fosil enerji kaynaklarının kullanıldığı konvansiyonel enerji teknolojilerine göre ekonomik olarak daha tercih edilebilir bir duruma getirmiştir. 2040 yılına kadar yeni yapılacak enerji yatırımlarında hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde öne çıkan teknoloji türü, yenilenebilir enerji teknolojileri olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimle birlikte geleneksel enerji jeopolitiği konseptlerinde de önemli değişikliklerin olacağı öngörülmektedir. Bu çalışmanın amacı, değişen enerji jeopolitiği ve yenilenebilir enerji teknolojileri arasındaki ilişkiyi açıklamaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Jeopolitik, Enerji Jeopolitiği, Yenilenebilir Enerji, Marjinal Enerji Maliyetleri

### Abstract

Since the industrial revolution in our world, fossil energy sources, especially coal and oil, have been preferred as energy sources. For this reason, the fiction in the field of energy geopolitics is based on fossil energy resources. In particular, the asymmetric distribution of oil reserves and consumption points on the world map and its results have been the main field of study of energy geopolitics. Nowadays, there is a decrease in the rocket speed in energy costs generated from renewable energy technologies, especially wind and solar energy. This has made renewable energy technologies more economically preferable than conventional energy technologies using fossil energy resources. Renewable energy technologies are the most prominent technology type in both developed and developing countries in the energy investments to be made until 2040. It is foreseen that there will be significant changes in the traditional energy geopolitical concepts as well as the orientation towards renewable energy sources. The aim of this study is to explain the relationship between changing energy geopolitics and renewable energy technologies.

**Keywords:** Geopolitics, Energy Geopolitics, Renewable Energy, Marginal Energy Costs

## 1. GİRİŞ

Geçtiğimiz yüzyıl boyunca dünyamızda enerji üretimi alanında kömür'den petrol'e geçiş döneminin sancıları yaşanmıştır. Söz konusu döneme, petrol rezervlerini ele geçirme ve kontrol etme çabası damgasını vurmuştur. Dünyadaki siyasal ve ekonomik güç petrol hammaddesi etrafında ve temelde önceleri İngiltere ve daha sonra Amerika Birleşik Devletlerinin (ABD) oluşturduğu politikalar çerçevesinde şekillenmiştir.

20. yüzyıl tamamen enerji üretimi alanında petrol teknolojilerinin hâkim olduğu bir dönem olarak değerlendirilebilir. Ancak günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin maliyetlerindeki roket hızında düşüş ve yenilenebilir enerji teknolojilerinde ki gelişmelerle birlikte 2040'lara kadar küresel enerji paradigmasında önemli dönüşümlerin yaşanması olasılık dahilinde yer almaktadır. Küresel enerji paradigmasında fosil enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru dönüşüm yaşanması halinde son yüz yıldır dünyayı etkileyen enerji jeopolitiğinde de dönüşüm yaşanacaktır.

\* In this article, the principles of scientific research and publication ethics were followed. / Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyulmuştur.

<sup>1</sup> Cenk SEVİM

ORCID ID: 0000-0002-9512-9485

Doç. Dr., AERO Rüzgar Endüstrisi A.Ş., Zafer Sb. Yalçın Yolu Cad. No:13 Ege Serbest Bölgesi, 35410, Gaziemir, İzmir, Türkiye.

E-posta: cenksevim79@yahoo.com, Tel: +90 232 251 93 71, Faks: +90 232 251 93 72

Assoc. Prof. Dr., AERO Rüzgar Endüstrisi A.Ş., Zafer Sb. Yalçın Yolu Cad. No:13 Aegean Free Zone, 35410, Gaziemir, İzmir, Turkey.

E-mail: cenksevim79@yahoo.com, Phone: +90 232 251 93 71, Fax: +90 232 251 93 72

**Geliş Tarihi/Received** : 07.04.2020

**Kabul Tarihi/Accepted** : 15.06.2020

**Çevrimiçi Yayın/Published** : 15.06.2020

**Makale Atf Önerisi /Citation (APA):**

SEVİM, C. (2020). Yeni Enerji Jeopolitiğine Genel Bakış. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 (2), 57-63.

## 2. FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI PERSPEKTİFİNDEN ENERJİ JEOPOLİTİĞİ KAVRAMI

Jeopolitik kavramı ilk kez askeri kavramlar içinde kullanılmaya başlanmıştır. Sonrasında uluslararası ilişkiler alanında kullanılmaya ve uluslararası ilişkiler kapsamında jeopolitik analizler yapılmaya başlanmıştır. Jeopolitik, coğrafi alandaki etkileşimleri ve bunlardan kaynaklanan güç mücadelesini incelemektedir.

Küresel enerji paradigmasının simetrik dağılıma sahip bir enerji kaynağı olan kömürden, asimetrik dağılıma sahip bir enerji kaynağı olan petrole doğru değişim göstermesiyle ülkeler için enerji arzı ve enerji kaynaklarına erişim ulusal güvenlik konusu haline gelmiştir. Özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrası, asimetrik bir dağılıma sahip olan petrol ve doğal kaynaklarının küresel enerji paradigması içinde önemli bir yere gelmesiyle jeopolitik kavramı enerji politikalarının oluşturulmasında ve analizinde yararlanılmaya başlanmıştır. Enerji jeopolitiği, sadece enerji kaynaklarının bulunduğu alanları değil, enerji ile ilgili arz-talep ilişkisinin çevrelediği tüm coğrafi unsurları kapsamaktadır.

Enerji jeopolitiğinin birincil basmağı kaynak coğrafyasıdır. Kaynaklar, küresel ölçekte farklı bölgelerde bulunmaktadır. Ancak enerji jeopolitiği açısından önem arz eden kaynak coğrafyası, küresel düzeydeki talebi karşılama kapasitesine sahip rezerv büyüklüklerinden oluşmaktadır. Yeni rezervler devreye girdikçe söz konusu rezervlerin devreye girdikleri bölgelere göre enerji jeopolitiği de güncellenmektedir. Bu sebeple enerji jeopolitiği ağırlıklı olarak petrol, kömür doğal gaz rezerv bölgeleri, söz konusu kaynakların taşınmasında kullanılan transport coğrafyası ve ilgili enerji kaynaklarının talep coğrafyasına odaklanmaktadır. Enerji jeopolitiğinde temel olarak kaynak coğrafyasındaki ülkeler talebi, talep coğrafyasındaki ülkelerde kaynağı çeşitlendirmeyi hedeflemektedirler. Enerji jeopolitiğindeki en temel sorulardan bir tanesi de “küresel veya bölgesel hâkimiyet için enerji kaynaklarına sahip olmak mı yoksa transport coğrafyasını kontrol etmek mi gerekmektedir?” sorusudur (Sevim, 2012).

1900'lü yıllardan günümüze kadar enerji politikaları ve jeopolitik arasındaki etkileşim sürekli artış göstermiştir. Jeopolitik yaklaşımların enerji politikaları üzerinde etkin olması küresel enerji paradigmasının simetrik dağılıma sahip olan kömürden asimetrik dağılıma sahip olan petrole doğru olan değişimin sonucu olmuştur. Petrol sembolik olarak bir enerji kaynağı olsa da aslında sanayi çağında ekonomik, askeri ve politik güçlerin kaynağı ve yaşanan uluslararası sorunların bazen “gizli” bazense “alenî” nedenlerinden biridir. Nitekim uluslararası petrol

endüstrisi kendine has dinamiklere sahip, zor bir dengeyi tutturmaya çalışan sosyal bir sistemdir. Bu bağlamda, genelde enerjinin özelde petrolün yerel ve uluslararası boyutları olan ve devletler, örgütler, şirketler, toplumlar ve hatta bireyler arası çapraz ilişkileri barındıran bir olgu olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Petrolün günümüze değin yaşanan birçok savaşın ve uygulanan uluslararası politikaların ardındaki önemli unsurlardan biri olduğu kabul edilebilir. Nitekim petrol üzerine yaşanan mücadelede kilit bölge Ortadoğu olmuştur. Takip eden dönemlerde de aynı bölge; Arap-İsrail Savaşı, İran-İrak Savaşı ve Körfez Savaşları gibi pek çok çatışmaya sahne olmuştur. Ortadoğu'yu bu kadar özel kılan tarihsel jeopolitik değerinin yanı sıra modern dünyanın en önemli hammaddelerinden biri olan petrolü topraklarında barındırmasıdır. Daha da daraltılırsa modern endüstriyel dünyanın kalbinin Basra Körfezi'nde atıyor olmasıdır.

Enerji jeopolitiği son yıllarda hızlı bir değişim sürecinden geçmektedir. Bunun en önemli sebebi enerji kaynaklarının rezerv durumuyla ilgili gelişmeler, enerji oyunundaki büyük oyuncuların enerji taleplerindeki hızlı değişimler ve yeni enerji teknolojileridir. Özellikle küresel enerji talep ekseninin gelişmiş batı ülkelerinden Asya-Pasifik ülkelerine doğru kayması, iklim değişikliği problemi ve yenilenebilir enerji teknolojilerindeki hızlı maliyet düşüşü enerji jeopolitiğinin yeniden tanımlanmasına neden olmuştur. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde fosil enerji kaynakları perspektifinden tanımlanmış olan enerji jeopolitiği kavramı, “klasik enerji jeopolitiği” olarak tanımlanacaktır.

## 3. YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNİN MARJİNAL MALİYETLERİ

Günümüzde küresel enerji coğrafyasında önemli değişimler yaşanmaktadır. 2040 yılına kadar yapılan enerji projeksiyonlarında gerek birincil enerji talebi ve gerekse elektrik enerji talebi incelendiğinde başta Avrupa ülkeleri, ABD ve Japonya gibi gelişmiş ülkelerde enerji talebinde düşüş öngörülmekteyken, başta Çin ve Hindistan olmak üzere gelişmekte olan ülkelerde enerji taleplerinde artış öngörülmektedir.

Enerji teknolojileri açısından söz konusu talep artışları incelendiğinde genel olarak fosil enerji kaynaklarına talebin gelişmekte olan ülkelerden geldiği, gelişmiş ülkeler de ise fosil enerji kaynaklarına talebin düşük olduğu görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) 2040 enerji talebi öngörüsüne göre yeni yapılacak enerji yatırımlarında hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde öne çıkan teknoloji türü yenilenebilir enerji teknolojileri olmaktadır (IEA, 2018).

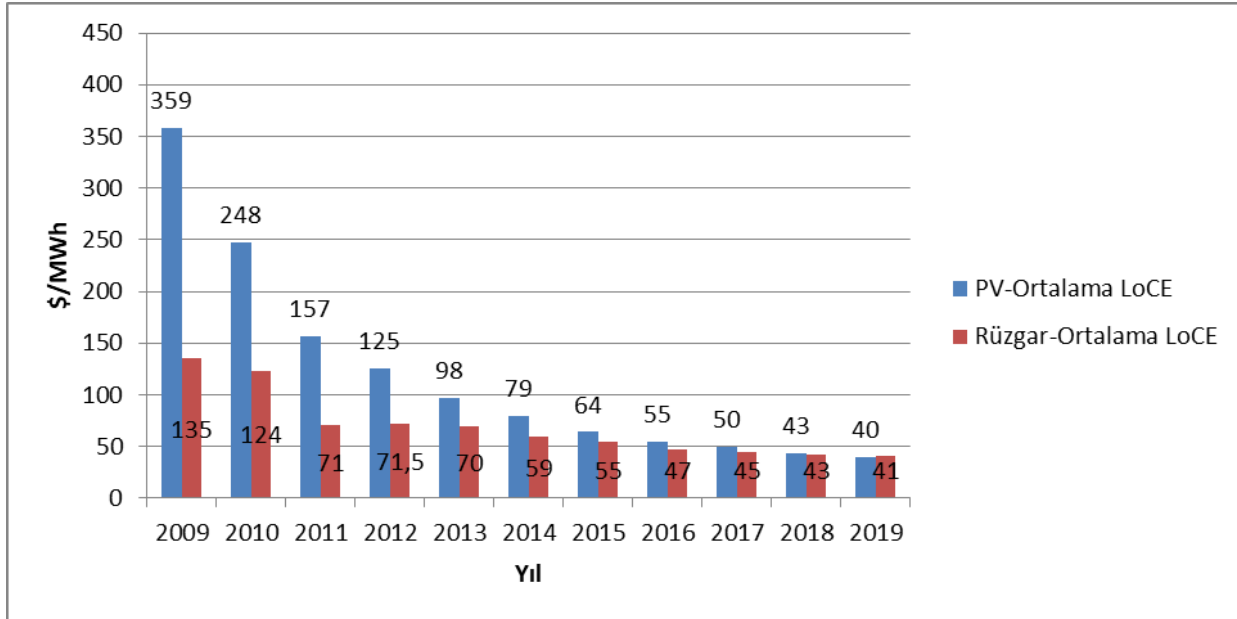
Yenilenebilir enerji teknolojileri içinde de gerek mevcut kurulu güç değerlerine ve gerekse gelecek senaryolarına göre en yüksek talebin rüzgar ve güneş enerjisi sistemlerine olacağı öngörülmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojileri arasında gelişen teknolojiye ve yeni finansal mekanizmalara paralel olarak düşen yatırım maliyetleriyle rüzgar türbinleri ve fotovoltaik (PV) enerji sistemleri kısmen de olsa konvansiyonel enerji teknolojileri ile rekabet edebilir noktaya yaklaşmıştır.

“Kısa dönem marjinal enerji” maliyetleri (LCoE) enerji teknolojilerinin maliyetlerinin karşılaştırılması açısından oldukça sıklıkla tercih edilen bir parametredir. LCoE parametresi temel olarak “bir enerji sisteminin ekonomik hayatı boyunca oluşacak maliyetlerin yine ekonomik hayatı boyunca üretebileceği enerji miktarına oranlanması ile hesaplanmaktadır”. LCoE açısından gerek karasal rüzgar türbinleri ve gerekse PV sistemleri fosil enerji kaynaklarına dayalı fosil enerji üretim sistemleriyle karşılaştırıldığında, rüzgar türbinlerinin ve PV sistemlerinin LCoE değerlerinin konvansiyonel teknolojilerden daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Enerji Teknolojilerine Göre LCoE Değerleri (Lazard, 2019)

Enerji Teknolojileri	LCoE (\$/MWh)
PV Enerji Sistemleri (monokristal)	36-44
PV Enerji Sistemleri (ince film)	32-42
Jeotermal Enerji Sistemleri	69-112
Karasal Rüzgar Türbinleri	28-54
Kombine Doğal Gaz Enerji Santralleri	44-68
Nükleer Enerji Santralleri	118-192
Kömür Enerji Santralleri	66-152

IEA'nın gelecek projeksiyonlarına göre karbondioksit (CO<sub>2</sub>) salımı azaltma politikalarında doğal gaz ve yenilenebilir enerji teknolojileri kritik öneme sahiptir. Bu teknolojiler düşen LCoE değerleri ile 2040'a kadar küresel enerji talebinin karşılanmasında en büyük artışı gösterecek teknolojiler olarak ifade edilmektedir. 2009 ve 2018 yılları arasındaki rüzgar ve PV sistemlerinin ortalama LCoE değerlerindeki değişim incelendiğinde, PV sistemlerde yaklaşık %88 ve rüzgar ise yaklaşık %69 oranında düşüş olduğu görülmektedir. 2009 yılında PV sistemler için 359 \$/MWh olan LCoE değerinin 2018'de 40 \$/MWh'e ve rüzgar türbinlerinde 135 \$/MWh olan LCoE değerinin 41 \$/MWh'e düşmüş olduğu Şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Rüzgar ve PV Sistemlerin Ortalama LCoE Değerleri 2009-2019 (Lazard, 2019).

2018 yılı itibarıyla düşen LCoE değerleriyle birlikte rüzgar enerji ve PV enerji sistemleri fosil enerji teknolojileri ile rekabet edebilir duruma ulaşmış durumdadır. IEA'nın 2040 yılına kadar yapmış olduğu enerji talep projeksiyonlarında da gerek gelişmiş ve gerekse gelişmekte olan ülkelerde yeni yapılacak enerji santrallerinde rüzgar ve PV enerji sistemlerinin ön planda olacağı görülmektedir. 2018 yılında küresel ölçekte elektrik üretimi alanında gerçekleştirilmiş olan 447 milyar dolar tutarındaki

yatırımın yaklaşık 300 milyar dolarını yenilenebilir enerji santralleri oluşturmuştur ki bu durumda yeni yapılacak enerji santrallerinde yenilenebilir enerji sistemlerinin ön planda olacağı senaryosunu doğrulamaktadır (Sevim, 2019).

Rüzgar ve güneş enerjisinin LCoE değerlerindeki düşüşün kök nedenleri araştırıldığında karşımıza iki temel başlık çıkmaktadır. Bunlardan ilki teknolojiye paralel olarak maliyetlerin düşmesidir. Diğer başlık ise rüzgar ve güneş enerjisi yatırımlarında kullanılan finansal

modellerdeki değişimdir. 2000'li yılların başında yani yenilenebilir enerji yatırımlarının yeni ivme kazanmaya başladığı yıllarda devletlerin sağladığı satın alma garantisi ve teşviklere dayalı “feed-in-tariff” finansal modeli kullanılmaktaydı. Bu model yeni ivme kazanmaya başlayan yenilenebilir enerji yatırımlarını desteklemesine karşın enerji fiyatlarını artırıcı yönde etki yapmaktaydı. Daha sonra yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi, gelişmiş batı ülkelerindeki enerji yoğunluğunun düşmesiyle birlikte “feed-in-tariff” modelinden “tender” finansal modeline geçilmiştir. “Tender” modeli ihale sistematığına dayanmaktaydı yani devletlerin tahsis ettiği bir yenilenebilir enerji kaynak bölgesinde enerji üretme hakkını elde etmek için yatırımcıların yarıştığı bir modeldi. “Tender” modelindeki temel mantık yapılan ihale sonucunda kamuya en ucuz fiyata enerjiyi satacak yatırımcının belirlenmesiydi. Son birkaç yıl içinde de “Tender” modelinin yanı sıra “PPA” finansal modeli de uygulanmaya başladı. “PPA” modelinin temeli ikili enerji anlaşmalarına dayanıyordu. “PPA” modelinde enerji yatırımcısı ve enerji tüketicisi arasında belirli bir süre için (genellikle 5 yıl) enerji alım anlaşması yapılmaktadır. “PPA” modelinde bürokrasi azalmakta, yatırım hızı artmakta ve rekabetçi ortamdan dolayı enerji tedarik fiyatları düşmektedir. Yukarıda ifade edilen finansal modellerdeki değişim yani “feed-in-tariff” modelinden “Tender” ve “PPA” modeline doğru değişimin olması da yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin maliyetlerini düşüren önemli bir etken olmuştur.

#### 4. KLASİK ENERJİ JEOPOLİTİĞİNDEN YENİ ENERJİ JEOPOLİTİĞİNE

Klasik enerji jeopolitiğinin temel kavramlarının oluşmasında, sanayi devrimi ve kömürün temel enerji kaynağı olarak kullanılması önemli rol oynamıştır. 1900'lerin başından itibaren içten yanmalı motorlar ile birlikte petrol de enerji denklemine katılmıştır. Böylece klasik enerji jeopolitiği son 200 yıldır kömür ve petrol üzerinde şekillenmiştir diyebiliriz. Günümüzde ise yeni yapılan enerji yatırımlarında yenilenebilir enerji yatırımlarının öne çıkması enerji jeopolitiği içine bazı yeni kavramların eklenmesi ve bazı mevcut kavramların güncellenmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır.

Son on yılda başta rüzgar ve güneş enerjisi olmak üzere düşmekte olan enerji üretim maliyetleri sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı yatırımlarda önemli oranda artış yaşanmıştır. 2040'lara kadar yenilenebilir enerji yatırımlarındaki artışın devam edeceği öngörülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimde ana taşıyıcı maliyetlerdeki düşüş olmakla birlikte iklim değişikliği problemi konusundaki duyarlılığın artmasının önemli katkısı olmuştur. Yenilenebilir enerji

yatırımlarında yaşanan artışın enerji jeopolitiği açısından yorumu “sadece enerji teknolojileri arasında bir geçiş” şeklinde basit bir açıklamayla geçitirilmesi oldukça zordur. Fosil enerji teknolojilerinden yenilenebilir enerji teknolojilerine geçiş sebebiyle ortaya çıkan paradigma değişimini klasik enerji politığı sınırları içinde açıklamak biraz zordur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının jeopolitik dinamiği fosil enerji kaynaklarından oldukça farklıdır.

Başta rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeli olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları, fosil enerji kaynaklarının tersine dünya üzerinde pek çok bölgeye dağılmış durumdadır. Yani yenilenebilir enerji kaynaklarına erişim fosil enerji kaynaklarına erişimde olduğu gibi belirli bölgeler ile sınırlı değildir yada farklı bir ifade ile yenilenebilir enerji kaynaklarına erişim fosil enerji kaynaklarında olduğu gibi belirli ülke veya ülkelerin tekelinde değildir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına erişim coğrafi sınırlardan kısmen bağımsızdır ve temel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin çoğunlukla üretim bölgesinde tüketilmektedir. Bu durum klasik enerji jeopolitiğinde büyük öneme sahip fosil enerji kaynakları ile tüketim bölgeleri arasındaki stratejik öneme sahip güzergahları ifade eden “kritik boğazlar” ve “kritik geçiş ülkeleri” gibi kavramların tekrar tanımlanmasını gerektirmektedir.

Fosil enerji kaynakları için genel olarak merkezi enerji paradigması geçerli iken yenilenebilir enerji kaynakları için daha çok dağıtık enerji paradigması kavramından söz edilmektedir. Merkezi enerji paradigmasının mantığı, büyük bir kurulu güç değerine sahip enerji santrallerinde enerji üretilerek uzak noktalardaki tüketim merkezlerine iletim ve dağıtım hatları ile enerjinin aktarılması prensibine dayanmaktadır. Dağıtık enerji sistemlerindeki temel mantık, üretim ve tüketim merkezlerinin birbirlerine yaklaştırılması ve enerji üretiminin büyük kurulu güce sahip enerji santralleri yerine rüzgar ve güneş enerjisi gibi daha küçük kurulu güç değerine sahip yenilenebilir enerji sistemleri ile tüketim noktasına en yakın noktada üretim yapılmasıdır. Klasik enerji jeopolitiğinde yapılan analizlerde merkezi enerji paradigması temel alınmaktadır. Gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım payı arttıkça enerji jeopolitiğinde analizlerde kullanılan parametreler için dağıtık enerji paradigması temelli değişkenlerin de eklenmesi gerekmektedir.

#### 5. YENİ ENERJİ JEOPOLİTİĞİNDE RİSK KAYNAKLARI

Yeni enerji jeopolitiğinde dönüşümün temelini oluşturan yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil enerji kaynaklarından farklı olarak dünya üzerinde daha eşit dağılması ile klasik enerji jeopolitiğine konu olan kaynak bölge riski daha düşüktür. Ayrıca kurulu güç içerisinde yenilenebilir enerji

kaynaklarının payının artmasıyla merkezi enerji paradigmasından, dağıtık enerji paradigmasına bir dönüşüm yaşanması öngörülmektedir. Dağıtık enerji paradigmasında elektrik üretim ve dağıtım ağı daha az merkezidir ve bu nedenle tek bir merkeze yapılacak fiziksel saldırılar sonucu büyük miktarda enerji üretim kapasitesini kaybetme riski de doğal olarak daha düşüktür.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaşması ile klasik enerji jeopolitiğine temel oluşturan yukarıda ifade edilen bazı riskler düşecek olsa yeni sistem yapısı gereği bazı yeni risk parametreleri doğurmaktadır. Söz konusu risk parametrelerinin başında siber güvenlik ve yenilenebilir enerji teknolojilerinde kullanılan mineral tedariği konuları karşımıza çıkmaktadır.

### 5.1 Siber Güvenlik

Enerji santralleri ve enerji alt yapıları için önemli risk kaynaklarından bir tanesi de ilgili tesise veya altyapının olası bir fiziksel saldırı sonucu devre dışı kalmasıdır. Günümüzde gelişen bilgi ve iletişim teknolojilerine bağlı olarak fiziksel saldırıların yanında siber saldırılarında etkisi ve önemi giderek artmaktadır (Yergin, 2014). Yeni enerji jeopolitiğinde de fiziksel saldırıların yanı sıra siber saldırılar da değerlendirilmesi gereken risk kaynakları arasında yer almaktadır (Overland, 2019).

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaşması beraberinde elektrifikasyon oranının artmasını ve oluşturulan yeni elektrik şebekesi dinamiklerinin dağıtık enerji paradigması temelinde akıllı şebeke sistemlerine bağlı olacağı gerçeğini ortaya koymaktadır. Dağıtık enerji paradigmasında önemli bir yer tutan akıllı elektrik şebekelerinin merkezinde yoğun dijitalleşme yer almaktadır.

Bununla birlikte, enerji sektöründeki dijitalleşmenin büyümesi, uluslararası kurallara dayalı bir çerçevenin yokluğunda güvenlik ve gizlilik risklerini artırabilir. Suç grupları, teröristler ya da düşman ülkelerin güvenlik unsurları, dolandırıcılık ve hırsızlık gibi amaçlar için ya da askeri veya endüstriyel casusluk yapmak amacıyla kamu hizmetlerini kontrol eden dijitalleştirilmiş sistemlere sızabilirler. En uç durumda, siber saldırganlar, enerji santralleri de dahil olmak üzere endüstriyel altyapıyı kesmeye, sabote etmeye ya da yok etmeye çalışabilirler.

Aralık 2015’de Batı Ukrayna’nın enerji alt yapısına yapılmış olan siber saldırı yeni enerji politikasında önemli bir parametre olan siber güvenlik riskinin gerçekleşmesi halinde sonuçlarını canlı bir şekilde göstermiştir. Yapılan siber saldırı sırasında bilgisayarlara kötü amaçlı yazılım yüklenmesi ile güç dağıtım merkezlerine erişim sağlanmış ve yaklaşık 30 trafo merkezi devre dışı bırakılmıştır. Bunun

sonucu olarak da 230.000’den fazla kişiyi altı saat süreyle elektriksiz kalmıştır. Batı Ukrayna’da gerçekleştirilmiş olan siber saldırının endüstriyel tesisleri de kapsayan daha geniş bir elektrik şebekesi üzerinde olması halinde sonuçları daha yıkıcı olabilirdi. Batı Ukrayna’da gerçekleştirilmiş olan söz konusu siber saldırı siber güvenlik kavramının yeni enerji jeopolitiğinde değerlendirilmesi gereken önemi risk kaynağını olduğunu bizlere göstermiştir.

### 5.2 Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinde Kullanılan Mineraller

Başta rüzgar enerjisi, PV güneş enerjisi ve enerji depolama teknolojileri olmak üzere yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaşması ile ilgili mineral ve metallerle olan talep artacaktır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinde kullanılan temel mineral ve metaller Tablo 2’de ifade edilmiştir.

**Tablo 2.** Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinde Kullanılan Mineraller (IRENA, 2019)

Mineraller ve Metaller	PV Güneş Enerjisi Teknolojisi	Rüzgar Enerjisi Teknolojisi	Elektrikli Araç ve Enerji Depolama Teknolojisi
Boksit ve alüminyum	X	X	X
Kadmiyum	X		
Krom		X	
Kobalt		X	X
Bakır	X	X	X
Galyum	X		
Germanyum	X		
Grafit			X
İndiyum	X		
Demir	X	X	X
Kurşun	X	X	X
Lityum			X
Manganez		X	X
Molibden		X	
Nikel	X		
Nadir topraklar		X	X
Selenyum	X		
Silikon	X		X
Gümüş	X		
Tellurium	X		
Kalay	X		
Titanyum			X
Çinko	X	X	

Söz konusu mineral ve metal rezervler ağırlıklı olarak Latin

Amerika, Afrika ve Asya-Pasifik bölgelerinde yer almaktadır. İlgili rezervler ve bu rezervlerin bulunduğu bölgelerin bir bölümü aşağıda ifade edilmiştir.

- Latin Amerika, önemli miktarlarda bakır, demir cevheri, gümüş, lityum, alüminyum, nikel, manganez ve çinko rezervlerine sahiptir.
- Afrika, platin, manganez, boksit ve krom rezervleri bakımından zengindir. Demokratik Kongo Cumhuriyeti global kobalt tedarikinin %60'sını sağlamaktadır.
- Asya-Pasik bölgesinde, Çin metal rezervleri, Hindistan demir cevheri, çelik, titanyum, Endonezya, Malezya ve Filipinlerde boksit ve nikel rezervleri açısından zengindir. Ayrıca Yeni Kaledonya'da da çok büyük nikel rezervleri bulunmaktadır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinde kullanılmakta olan mineral ve metallerin çok büyük bölümü siyasi ve ekonomik olarak istikrarsız olan bölgelerde yer almaktadır. Ayrıca söz konusu istikrarsız bölgelerde yeterli regülasyonlar da bulunmadığı için olası büyük ölçekli bir çatışma sarmalının oluşması halinde yukarıda ifade edilen mineral ve metallerin tedarikinde önemli dar boğaz hatta kesinti ortaya çıkabilir. Bu durum yeni enerji politikasında risk parametresi olarak değerlendirilmesi gereken bir konudur.

## 6. YENİ ENERJİ JEOPOLİTİĞİNİN PETROL İHRACATÇISI ÜLKELERE ETKİLERİ

Günümüzde gelişmiş ülkelerde uygulanan yakıt standartlarından dolayı küresel petrol talep tarafı çok güçlü değildir. Ayrıca gelişmiş ülkelerde elektrikli araçların yaygınlaşması ve söz konusu elektrikli araçların şarj edilmesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının daha çok kullanılması ile küresel petrol talebinde düşüş olabileceği öngörülmektedir (O'Sullivan et al., 2017). Bu gelişmelerin ülke gelirlerinin önemli bir bölümü petrol ihracatına dayanan ülkeleri etkilemesi olasılık dahilindedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinde önümüzdeki 20 yıl içinde yaşanacak gelişmeler petrol ihracat eden ülkelerin ekonomilerinde önemli kırılmalıklar yaratma potansiyeline sahiptir (Paltsev, 2016). Söz konusu kırılmalıklardan etkilenme durumuna göre petrol ihraç eden ülkeleri dört kategoride incelemek mümkündür.

a) Yüksek seviye ekonomik kırılmanın yaşanması olası, düşük esneklik düzeyine sahip ülkeler; Bu grupta yer alan ülkelerin ekonomileri çok yüksek oranda petrol gelirine bağımlıdır ve ülke gayri safi milli hasılasının %20'den fazlasını petrol gelirinden üretmektedir. Ayrıca kişi başına gelirin düşük olduğu ve petrol geliri dışında alternatif finansal kaynak yaratamayan ülkelerdir. Bu gruptaki ülkeler arasında Libya, Angola, Kongo

Cumhuriyeti, Doğu Timor ve Güney Sudan bulunmaktadır.

b) Yüksek seviye ekonomik kırılmanın yaşanması olası, yüksek esneklik düzeyine sahip ülkeler; bu grupta yer alan ülkelerin ekonomileri de çok yüksek oranda petrol gelirine bağımlıdır ancak petrol geliri dışında alternatif finansal kaynak yaratma potansiyeline sahiptirler. Bu gruptaki ülkeler arasında Suudi Arabistan, Katar, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri ve Brunei Sultanlığı yer almaktadır.

c) Orta seviye ekonomik kırılmanın yaşanması olası, orta esneklik düzeyine sahip ülkeler; bu grupta yer alan ülkelerin ekonomileri içinde petrol geliri önemli bir anlam ifade etmektedir ancak söz konusu ülkelerin petrol gelirine alternatif gelir yaratma imkanları vardır. Bu gruptaki ülkeler arasında Rusya, Cezayir, Azerbaycan bulunmaktadır.

d) Görece olarak düşük seviye ekonomik kırılmanın yaşanması olası ülkeler; bu grupta yer alan ülkeler gayri safi milli hasılasının %10'dan daha azını petrol gelirinden üretmektedirler ve bu sebeple diğer petrol ihracatçısı ülkelere göre daha az kırılmalıdır. Bu gruptaki ülkeler arasında Malezya, Bahreyn, Kolombiya ve Norveç yer almaktadır (IRENA, 2019).

Petrol ihraç eden pek çok ülkenin yönetimleri ile bu ülkelerin vatandaşları arasında yazılı olmayan sosyal bir sözleşme vardır. Ülke yönetimleri petrolden elde ettikleri gelirler ile vatandaşlarına pek çok sosyal hizmeti sübvans ederek sunmaktadır ve böylece vatandaşları arasında sosyo-ekonomik anlamda huzuru sağlamaktadır. Söz konusu ülkelerde petrol gelirlerinde önemli düşüşlerin yaşanması halinde toplum içinde sosyal patlamaya varan iç karışıklık çıkma olasılığı bulunmaktadır. Bu sebeple yeni enerji jeopolitiğinde petrol ihracatçısı olan ülkelerin yukarıda ifade edilen risk gruplarına göre değerlendirmeler yaparak yeni yol haritaları oluşturmaları gerekmektedir. Oluşturulacak yeni yol haritalarının temelinde de ekonomik gelirlerinin petrol dışı kaynaklar kullanılarak çeşitlendirilmesi ve petrol gelirlerinde oluşabilecek olası kesinti karşısında yaşanabilecek sosyal patlamaların önüne geçebilmek için toplumsal olarak sosyal eşitliği sağlamaya yönelik programlar olmalıdır.

## 7. SONUÇ

1900'lerin başından günümüze kadar enerji jeopolitiğinin kapsamı başta petrol olmak üzere fosil enerji kaynakları olmuştur. Bu durumun oluşmasındaki temel sebep gerek ulaşım sisteminin gerekse elektrik üretim sistematığının fosil enerji paradigması üzerinde yapılandırılmış olmasıdır. Fosil enerji paradigmasına dayalı klasik enerji jeopolitiğinde petrol ve gaz, dış politika enstrümanı olarak sıklıkla kullanılmıştır. Klasik enerji jeopolitiğinde, fosil enerji kaynaklarının üretildiği ülkeler, fosil enerji kaynaklarının

taşınmasında kullanılan gerek boru hatlarının geçtiği güzergahlar ve gerekse deniz taşımacılığında kullanılan boğazlar enerji güvenliği stratejilerinin temel argümanları olmuştur.

Günümüzde karşı karşıya olduğumuz iklim değişikliği krizi ve düşen enerji maliyetleriyle birlikte 2040 yılına kadar yeni yapılacak olan enerji yatırımlarında yenilenebilir enerji teknolojilerinin büyük bir pay alacak olması öngörülmektedir. Bu durumun gerçekleşmesi halinde enerji jeopolitiği alanında yapılan değerlendirmelere yenilenebilir enerji endüstrisi ile ilgili farklı parametrelerin eklenmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelimle birlikte yüksek oranda akıllı elektrik şebekelerine dayalı elektrifikasyonun ve elektrik depolama tesislerinin artacak olması öngörülmektedir. Bu durumda klasik enerji jeopolitiğinin ana parametrelerinden olan doğal gaz ve petrol iletim altyapısı ile ilgili risklere elektrik şebekelerine dayalı risklerinde eklenmesi gerekmektedir. Çünkü dünya üzerinde elektrifikasyonun artması sonucu artık elektrik kesintilerinin de stratejik bir silah olarak kullanılması olasılık dahilinde bir durumdur. Elektrik kesintileri fiziksel bir saldırıdan kaynaklanabileceği gibi akıllı şebekelerinde yaygınlaşması ile siber saldırılar sonucunda olabilmektedir ki bu duruma örnek olarak 2015’de Batı Ukrayna’da yaşanan bölgesel elektrik kesintisi örnek verilebilir.

Elektrifikasyonun artması ile enerji ticaretinde kullanılan temel kavramların da değişim geçirmesi olasıdır. Günümüzde enerji ticareti alanında, elektrik ticaretini içeren piyasalar olsa da finansal olarak baskın olan piyasalar petrol ve doğal gaz satışının yapıldığı piyasalardır. 2040 yılına kadar elektrik satışının yapıldığı piyasalarında finansal anlamda petrol ve doğal gaz satışının yapıldığı piyasaların ölçeğine gelmesi beklenmektedir. Hatta yenilenebilir enerji teknolojilerinin temel konsepti olan dağıtık enerji paradigmasıyla kurumsal elektrik ticareti yanında bireysel elektrik ticaretinin de artması ve buna bağlı olarak “blok zinciri” uygulamalarında enerji ticaretinde yer alacak olması yeni enerji jeopolitiğinde değerlendirilen konulardan bir tanesidir.

Güneş enerjisi, rüzgar enerji ve depolama sistemlerinin üretiminde yirmiden fazla mineral ve metal kullanılmaktadır. Söz konusu mineral ve metal rezervlerinin bulunduğu kaynak ülkelerde yeni enerji jeopolitiğinde dikkate alınması gereken önemli parametrelerdir ki söz konusu çoğu kaynak ülkenin gerek ekonomik ve gerekse siyasi olarak istikrarsız oldukları dikkate alındığında bu konu önemli bir risk parametresi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının ve elektrikli

kara araçlarının yaygınlaşması ile petrol satışına dayalı ekonomilere sahip olan ülkelerin de kendi pozisyonlarını yeni enerji jeopolitiği kapsamında mutlaka yeniden değerlendirmeleri gerekmektedir. Özellikle ülke gayrisafi milli hasılasının %20’den fazlasının petrole dayalı gelirlerden elde edildiği ve petrol dışı gelirler konusunda gerekli esnekliğe sahip olmayan ülkeler önemli risk altındadır.

### KAYNAKLAR

- International Energy Agency (IEA). (2018). World Energy Outlook Presentation.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2019). A new world The Geopolitics of the Energy Transformation Report, pp. 33-60.
- Lazard. (2019). Levelized Cost of Energy Analysis Version 13.0 Report. November 2019, pp. 2.
- O’Sullivan, M., Overland, I., Sandalow, D. (2017), The Geopolitics of Renewable Energy, Working Paper, pp. 25-27.
- Overland, I. (2019). The geopolitics of renewable energy: Debunking four emerging myths, Energy Research & Social Science, issue 49, 36-40.
- Sevim, C. (2012). Küresel Enerji Jeopolitiği ve Enerji Güvenliği, Journal of Yasar University, 26(7), 4378-4391.
- Sevim, C. (2019). An Overview of the Levelized Cost of Energy by Energy Technology, Diplomatic Observer, issue 140, 20-21.
- Overland, I. (2019). The geopolitics of renewable energy: Debunking four emerging myths, Energy Research & Social Science, issue 49, 36-40.
- Paltsev, S. (2016). The complicated geopolitics of renewable energy. Bulletin of the Atomic Scientists, 72(6), 390–395.
- Yergin, D. (2014). Enerjinin Geleceği 2. Cilt. İstanbul. Optimist Yayınları. s.11.