



Nadir Toprak Elementlerinin Ekonomik-Politik Etkisi

Economic Political Impact of Rare Earth Elements

Nida GÜNSAN¹

¹Dr., Bağımsız Araştırmacı, nidagnsn93@gmail.com, Orcid No: 0000-0001-7014-3099

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar Kelimeler

*Nadir Toprak Elementleri,
Ticaret Savaşları,
Küresel Rekabet*

Makale Geçmişi:

*Geliş Tarihi: 23 Temmuz 2024
Kabul Tarihi: 11 Kasım 2024*

ARTICLE INFO

Keywords

*Rare Earth Elements,
Trade Wars,
Global Competition*

Article History:

*Received: 23 July 2024
Accepted: 11 November 2024*

ÖZET

Kritik elementler olarak da adlandırılan nadir toprak elementleri, 21. yüzyılda modern teknolojinin vazgeçilmezi olmuştur. İleri teknoloji ve yüksek maliyet ile elde edilen bu elementler, manyetik ve iletkenlik özellikleriyle cam ve seramik ürünlerinde, mıknatıslarda, MR cihazlarında, cep telefonları vb. gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Hem rezervlerinin fazla olması hem de ileri teknolojisiyle bu elementlerin üretiminde ön plana çıkan ülke Çin'dir ve dünyada nadir toprak elementlerinin %90'ı Çin'de üretilmektedir. Çin, ileri teknolojisiyle nadir toprak elementlerinde know how elde etmiştir. 2010 yılından Çin'e ait balıkçı teknesi ile Japonya'ya ait askeri geminin çarpışması iki ülke arasında diplomatik krize neden olmuştur. Çin, bu krizde nadir toprak elementlerini teknolojik silah olarak kullanmaktan çekinmemiştir. Çin'in nadir toprak elementleri üzerinden diğer ülkelere uyguladığı yaptırımlar ve kısıtlamalar, Amerika Birleşik Devletleri ilk sırada olmak üzere Japonya ve Avustralya gibi gelişmiş ülkelerin dikkatini çekmiştir. Çin, nadir toprak elementleri üzerindeki hegemonyasını uzun yıllar sürdürmeye istekli olduğu görünmektedir. Bu çalışmada, nadir toprak elementlerinin stratejik önemi, Çin'in kritik elementler üzerindeki monopol gücünü nasıl elde ettiği ve bu güç üzerinden ülkelere uyguladığı yaptırımların sonuçları değerlendirilmektedir.

ABSTRACT

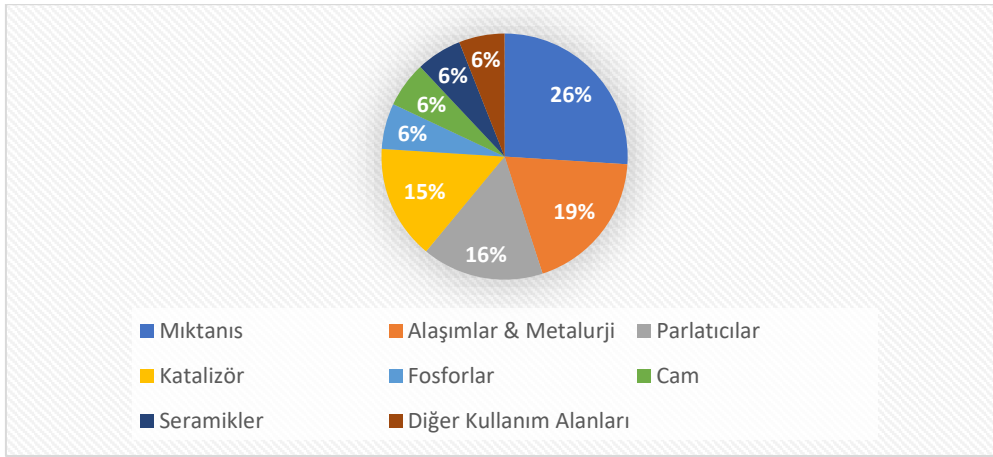
Rare earth elements, also called critical elements, have become indispensable for modern technology in the 21st century. These elements, which are obtained with advanced technology and high cost, are used in many areas such as glass and ceramic products, magnets, MRI devices, cell phones, etc. with their magnetic and conductive properties. China is the leading country in the production of these elements due to its high reserves and advanced technology, and 90% of the world's rare earth elements are produced in China. China has acquired know-how in rare earth elements with its advanced technology. In 2010, a collision between a Chinese fishing boat and a Japanese military vessel caused a diplomatic crisis between the two countries. China did not hesitate to use rare earths as a technological weapon in this crisis. The sanctions and restrictions imposed by China on other countries over rare earths have attracted the attention of developed countries such as Japan and Australia, with the United States leading the way. China seems eager to maintain its hegemony over rare earths for many years to come. This study evaluates the strategic importance of rare earths, how China has gained monopoly power over critical elements and the consequences of the sanctions it imposes on countries through this power.

Nadir toprak elementleri, 18. yüzyılın sonlarından itibaren tanınan elementlerdir. 21.yüzyılda yeni konseptler, yeni yaklaşımlar ve yeni figürlerle şekillenirken, jeopolitik krizin odak noktası olmuştur. Günümüzde nadir toprak elementleri ileri teknolojinin vazgeçilmezidir. Bu sebeple, sıklıkla uluslararası problemlerde güçlü bir silah olarak kullanılmaktadır (Güner, 2019, s. 293). Bu elementlerin nadir olarak nitelendirilmesinin sebebi yer kabuğunda nadir olarak bulunması değildir. Bu elementler birçok teknik zorluk ve yüksek maliyetlerle elde edilmesinden dolayı nadir elementler diye ifade edilmektedir. Nadir toprak elementleri, 20. yüzyılın ilk yarısında, özellikle güneydoğu Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan plaser yataklarından elde edilmiştir. Nadir toprak elementleri ilk keşfedildiklerinde granitik pegmatitteki küçük yataklardan az miktarlarda üretilmiştir. Lantatit dışında, bu elementler 1940'lara kadar ticari olarak kullanılmamaktaydı (Castor ve Hedrick, 2006, s. 770). Çin ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bastnasit yatakları dünyadaki nadir toprak ekonomik kaynaklarının en büyük yüzdesini oluştururken, Avustralya, Brezilya, Çin, Hindistan, Malezya, Güney Afrika, Sri Lanka, Tayland ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki monazit yatakları ikinci en büyük bölümü oluşturmaktadır (King, 2023). Teknolojinin vazgeçilmez bir unsuru olan nadir toprak elementlerinin %90'ı Çin tarafından üretilmektedir. Çin nadir toprak elementleri için uyguladığı politikaları istikrarlı bir şekilde sürdürmüş ve bu elementlerde monopol gücü elde etmeyi başarmıştır. Çin bu başarı ile hem siyasi hem ekonomik bir güç elde etmiştir. Teknolojinin vazgeçilmez bir bileşeni olan bu elementler Çin'in ileri teknolojisi ile birleşince ülkeye stratejik bir güç sağlamıştır. Dünyada devam etmekte olan enerji dönüşümü, küresel ekonomiyi hidrokarbon bağımlı bir sistemden, hızlı bir şekilde mineral yoğunluklu bir sisteme dönüştürdü (Kılıç, 2023). Nadir Toprak elementlerindeki yeni enerji dengesi, Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve Japonya gibi gelişmiş ekonomilerde risk oluşturmaya devam ederken siyasi krizlerden ortaya çıkarmaktadır. Nadir toprak elementlerindeki ilk diplomatik kriz 2010 Japonya ve Çin arasında yaşanmıştır. Yaşanan kriz sonucunda Çin Nadir toprak elementlerini %40 ile sınırlandırdı. Durumu 2012 yılında Dünya Ticaret Örgütü'ne bildirdiler de Çin kritik minerallerdeki sınırlandırmanın nedeni çevre sorunları ve iç pazardaki tüketim ihtiyacı kaynaklı olduğunu bildirmiştir. Çin bu iki etmeni neden olarak sunmuş olsa bile nihai hedefi Nadir toprak elementlerini ulusal üretim için kullanmayı istemektedir. (Kakışım, 2021; Cebe, 2020). Çin dünyanın en büyük ekonomisi olan Amerika Birleşik Devletleri'ni de nadir toprak elementlerinin ithalatında dışa bağımlı hale getiriyor. Amerika Birleşik Devletleri, nadir toprak elementleri rezervlerine sahip olsa da üretimini yapamadığından Çin'e bağımlı hale gelmektedir. Çin, ürününün ihraç edilmediği durumlarda bile, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki şirketler için nadir toprak elementlerinin ihracatında bulunuyor. Çin'den kaynaklanan bu arz güvenliği riski, Batılı ülkeler için yapısal bir pazar sorununa neden olmaktadır (Erdey vd., 2019; Kakışım, 2021).

Bu doğrultuda bu makale, Çin'in Nadir Toprak Elementlerini yönlendirecek bir stratejik gücü olduğu gerçeğinden hareketle önümüzdeki on yıllarda küresel güç dengelerini nasıl etkileyeceği etrafında şekillenmektedir. Çalışmanın birinci bölümünde, nadir toprak elementlerinin neler olduğu ve ne için önemli olduğu, kullanım oranları ve ülkelerdeki rezerv oranları verilmiştir. İkinci bölümünde Çin'in nadir toprak elementlerinde nasıl monopol güç elde ettiği ve bu güçle nadir toprak elementlerinin tedarik zincirini nasıl yönlendirdiğine değinilmiştir. Üçüncü bölümünde ise, ileri teknoloji gerektiren birçok alanda kullanılan kritik elementlerin ekonomik ve siyasi sonuçlarının neler olduğu açıklanmıştır. Son bölümünde ise, Çin'in nadir toprak elementlerinde elde ettiği tekel gücü önümüzdeki on yıllarda da sürdürmeye istekli olduğu gerçeğinin altı çizilerek ekonomik ve politik etkileri değerlendirilmiştir.

1. NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ NEDİR VE NEDEN ÖNEMLİDİR?

Nadir toprak elementleri günümüz dünyasının modern kamu hizmetlerinin önemli bileşenlerinden biridir. Bu yüzden ülkeler eşsiz potansiyelleri karşısında nadir toprak elementlerini keşfetmeye daha önem vermektedir. 1800 yılında, nadir toprak elementleri kategorisi altında birkaç yeni element ilk olarak İsveç'te rapor edilmiştir (Ramprasad vd., 2022, s. 1). Nadir toprak elementleri, periyodik tablodaki 17 elementi ifade eder. Atom numaraları 57'den 71'e kadar toplam 15 element (lantanit grubu) ile 3B grubunda yer alan skandiyum ve itriyum bu grub içerisinde yer almaktadır. Bu elementlerin "nadir" olarak ifade edilmesi, zenginleştirme metodlarıyla ayrıştırılmaları ve saf halde elde edilmelerinin zorluğundan kaynaklanmaktadır (Baştürkçü, 2021, s. 276). Aslında nadir toprak elementleri adında söylendiği gibi nadir element değildir. Bu elementleri nadir yapan özellik işleme maliyetleridir. Nadir elementlerden biri olan lutesyum sınırlı bulunan nadir toprak elementidir. Bu madenlerden ekonomik kâr elde edilebilmesi için yüksek tenör gerekli olduğundan nadir toprak madenciliğinde sıkıntılar yaşanmaktadır (Ural vd., 2020, s. 372). Nadir toprak elementinin maden yatağından çıkarılması, bu elementlerin tek tek nadir toprak oksitlerine ayrılması, nadir toprak oksitlerinin farklı saflıktaki metallere rafine edilmesi, metalleri nadir toprak alaşımlarına dönüştürülmesi son olarak ise alaşımların savunma ve ticari uygulamalarda kullanılan kalıcı miktatlar gibi bileşenlere dönüştürülmesi gibi bir dizi teknik işlemden geçmektedir (Levin ve Skelton, 2010, s. 11). Japonlar nadir toprak elementlerini teknolojinin tohumu, Amerika Birleşik Devletleri'nde teknolojik metal olarak adlandırmaktadır (MTA, 2017, s.5). Şekil 1'de nadir toprak elementlerinin kullanımları verilmiştir.



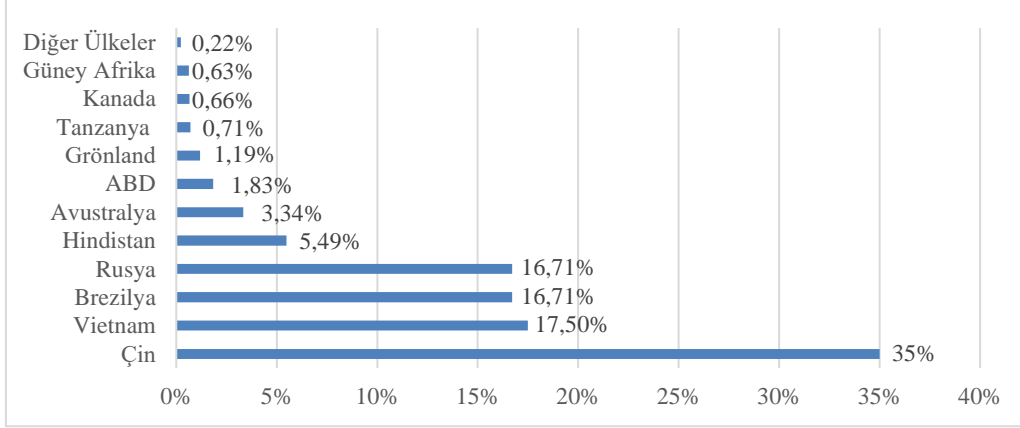
Şekil 1. Nadir Toprak Elementlerinin Kullanım Alanları

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023.

Nadir toprak elementlerinin çoğu geleneksel ve düşük karbonlu teknolojilerde katalizör ve mıknatıs olarak kullanım alanı bulmaktadır. Nadir toprak elementlerinin diğer önemli kullanım alanları özel metal alaşımları, cam ve yüksek performanslı elektronik üretimidir. Neodim (Nd) ve samaryum (Sm) alaşımları, yüksek sıcaklıklara dayanabilen güçlü mıknatıslar oluşturmak için kullanılabilir. Bu özellikleri, onları çok çeşitli kritik elektronik ve savunma uygulamaları için daha uygulanabilir hale getirir (LePAN, 2021). Yüksek katma değer yaratan teknolojilerin gelişimi ile küresel ekonomik büyüme arasında güçlü bir korelasyon bulunmaktadır. İleri teknoloji malzemelerin gelişiminde, nadir toprak elementlerinin önemli olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu elementlere olan gereksinim ilerleyen dönemlerde daha da artacaktır. Örneğin; Nd, Sm, Gd, Dy veya Pr içeren alaşımlarla geliştirilen kalıcı mıknatıslar, sayesinde ses ve görüntü ekipmanlarında, bilgisayarlarda, otomobillerde, iletişim sistemlerinde ve askeri teçhizatlarda kullanılan küçük ama güçlü bir etkiye sahip cihazların üretimini olanak tanımaktadır (Aslan ve Say, 2022, s. 150). Örnek olarak, Apple iPhone, nadir toprak elementleri yardımıyla üretilmektedir. Neodimyum, iPhone hoparlörlerinin çalışmasını sağlayan küçük ama güçlü mıknatısların yapımında kullanılır. Europium, ekranlarda kırmızı renkler üretmek için az miktarda kullanılırken, seryum ise üretim sürecinde telefonları cilalamak için kullanılmaktadır (ChinaPower, 2023).

Nadir toprak elementleri, 2050 yılına kadar dünyanın net sıfıra ulaşabilmesi için fosil yakıtlardan yeşil enerji uygulamalarına gerekli geçişte önemlidir. Bu nedenle, sadece düşük karbonlu enerji geçişi için değil, aynı zamanda ulusal güvenlik ve tüketici elektroniği uygulamaları için de nadir toprak elementleri için arama, madencilik ve çıkarma çabalarının yoğunlaştırılmasına gereksinim duyulmaktadır (Balaram, 2023, s. 21). Temiz enerji sistemine geçişle fosil yakıtlar terk ediliyor ve düşük karbonlu teknolojilerin benimsemesi ise, iklim değişikliği ile mücadelede önemli rol oynuyor (Türkmen ve Üncü, 2024). Dünyada temiz enerji sistemine geçiş için uygulanan politikalar nadir toprak elementlerine olan talebi daha çok artırmaktadır.

Hidrokarbon bağımlı bir enerji sektöründen mineral yoğunluklu enerji sektörü piyasalarına dönüşümde nadir toprak elementlerini önemli hale gelmektedir. Paris Anlaşması'nda yer alan öngörüler doğrultusunda; temiz enerji teknolojilerinin toplam talep içindeki payı önümüzdeki yirmi yıl içinde önemli ölçüde artarak bakır ve nadir toprak elementleri için %40'ın üzerine, nikel ve kobalt için %60-70'e ve lityum için neredeyse %90'a çıkacaktır. Elektrikli araçlar ve batarya depolama şimdiden tüketici elektroniğinin yerini alarak en büyük lityum tüketicisi haline gelmiştir ve 2040 yılına kadar nikelin en büyük son kullanıcısı olarak paslanmaz çeliğin yerini alacaktır (IEA, 2021). Şekil 2'de nadir toprak elementlerinin ülkelerdeki rezerv oranları verilmiştir.



Şekil 2. Nadir Toprak Elementleri Rezervlerinin Ülkelere göre Dağılımı (%)

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023.

Nadir toprak elementlerinin çevreye verdiği olumsuz etkilerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu sebeple ekosistemin zarar görmemesi ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için çevresel ve sosyal politikalar belirlenmelidir (METI, 2023). 2021 yılında küresel talebi 125.000-ton olan nadir toprak elementlerinin 2030 yılına kadar 315.000 tona ulaşacağı öngörülmektedir (Baskaran, 2022). Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) "Temiz Enerji Dönüşümlerinde Kritik Minerallerin Rolü" raporuna göre, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda temiz enerji dönüşümünü gerçekleştirebilmek için 2040 yılında lityum talebi 2020'ye göre 42, grafit talebi 25, kobalt talebi 21, nikel talebi 19 ve nadir toprak elementleri talebi de 7 kat artacağı öngörülmektedir (İMMİB, 2024).

Dünyada nadir toprak elementlerine olan arz 2020 yılından bu yana artmaktadır. Küresel nadir toprak elementleri arzının büyük çoğunluğunu Çin oluşturmaktadır. Asya ülkesi, 2020 yılında 140.000-ton ürettiği nadir toprak elementlerini 2023 yılında 240.000 tona çıkartmıştır (Williams, 2024). Tablo 1'de, dünyada 2023 – 2040 yılları arasında kritik minerallere olan talep miktarları verilmiştir.

Tablo 1. 2023 – 2040 Yılları Arasında Kritik Minerallere Olan Talep Miktarları (Kiloton)

Maden	2023	2040	Artış Oranı (%)
Lityum	165	1.431	767
Grafit	4.632	17.873	285,5
Kobalt	215	472	119,5
Nikel	3.104	6.386	105,7
Nadir Toprak Elementleri	93	176	89
Bakır	25.855	39.069	51

Kaynak: Kılıç, 2024.

Tablo 1 incelendiğinde, kritik minerallere olan talebin 2040 yılına kadar artacağı anlaşılmaktadır. Fosil kaynaklardan düşük karbonlu enerji sistemlerine geçildikçe, ülkelerin yeşil dönüşüm politikaları çerçevesinde bu kritik madenlere olan talepleri artacaktır. Lityum ve kobalt talebi, elektrikli arabalar nedeniyle 2050 yılına kadar on ila yirmi kat artabilir (Nayar, 2021). Ancak bu mineraller çevre dostu olsalar bile, üretim aşamasında çevreye çok fazla zarar vermektedir. Çin'i kritik minerallerde öncü yapan faktörlerden biri, çevresel etkileri önemsememesidir. Böylelikle, yüksek teknoloji, düşük maliyet ve çevreyi göz ardı etmesi nedeniyle Çin, küresel kritik minerallerde önemli rol oynamaktadır. Ancak, kritik minerallerin artan talepleri doğrultusunda, bu minerallerin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve üretim aşamasında çevreye zarar verilmemesi oldukça önemlidir.

2. ÇİN NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN MONOPOLÜ MÜ?

Bugün Çin, dünya tarafından yakından izlenen ekonomiler arasında yer alıyorsa ve Amerika Birleşik Devletleri ile bir güç mücadelesi içerisindeyse, bu durum ülke ekonomisinin hızlı büyümesi ve diğer dünya ülkelerini etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Çin ekonomisi hem niceliksel hem de niteliksel olarak büyük bir değişim yaşamıştır. Çin'in 1970'lerin sonlarında piyasa ekonomisine geçişiyle başlayan büyümesinde ucuz işgücü çok önemli bir faktördü; ülkenin ihracatında ise düşük teknolojili ucuz üretim malları ağırlıktaydı (Oktay, 2022). Çin'in temiz enerji ve enerji güvenliği politikaları, uluslararası

arenada rekabet gücünü artırmaktadır. Çin, küresel ekonominin karbonsuzlaştırılması için gerekli olan yeni enerji tedarik zincirlerinin merkezinde yer almaktadır. Hem yurt içinde hem de yurt dışında çok sayıda kritik malzeme ve metalin madenciliğinde büyük bir yatırımcıdır. Ayrıca enerji ile ilgili kritik bileşenlerin üretimi büyük ölçüde Çin’de yoğunlaşmıştır (Meidan vd., 2020, s. 3). Bu sebeple, nadir toprak elementlerinin de yeşil enerji sektöründeki rolü göz önüne alındığında, Çin’in nadir toprak ihracatı politikası beklenen bir durumdur (Dadwal, 2011, s. 182). Günümüzde bu madenlerin tedarikini daha deneyimli bir şekilde gerçekleştiren Çin, diğer ülkeler üzerinde hâkimiyet kurmaktadır. Çin hükümetinin temel hedefi, bu madenler üzerindeki kurmuş oldukları statükoyu uzunca bir süre korumaktır. Çünkü nadir toprak elementlerinin sürekli tedarik edilmesi bir ülkenin imalat, savunma ve yüksek sanayi sektörlerinin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu sebeple, Çin hükümeti ülkedeki mühendislerin eğitimine daha fazla önem veriyor ve ayrıca bir dizi diplomatik ve ekonomik engeller koyuyor (Bielawski, 2020, s. 146; Salim, 2022, s. 76). Nadir toprak elementlerinde elinde bir güç olarak tutan Çin hükümeti, diğer ülkelere ekonomik yaptırımlar uygulayarak 1990 yılında nadir toprak elementlerini “stratejik madenler” olarak ilan etmiş ve yabancı yatırımcıların Çinli firmalarla ortak girişimler dışında Çin’de nadir toprak madenciliği yapmasını yasaklamıştır. Böylelikle Çinli şirketler, yabancı yatırımcılar aracılığıyla know-how kazanırken, yabancı yatırımcıların rekabetini engel olmuştur (ChinaPower, 2020). Çin’in hammadde ticaret politikasının temel önlemlerinden biri, ihracat düzenlemeleri getirmektir. Nadir toprak pazarında, ihracat kotaları ve ihracat lisansları 1999 yılından beri uygulanmaktadır. Ülke, yabancı şirketleri Çin’de fabrika kurmaya, know-how’larını paylaşmaya ve daha yüksek katma değerli ürünlerin üretimini geliştirmeye çekmek amacıyla ihracat kotalarını aşamalı olarak azaltmıştır (Depraite ve Goutte, 2023). 2010 yılında Çin ve Japonya arasında yaşanan diplomatik kriz karşısında Çin, nadir toprak elementlerinin ihracatını durdu. Çin nadir toprak elementlerindeki tekeli küresel endişelere yol açtı (Klinger, 2017). Çin’in ticaret yönelik koymuş olduğu bu engeller karşısında Japonya, Tokyo’nun 1.850 km güneydoğusundaki Minamitori Adası’nda nadir toprak elementleri yatakları keşfetmiştir (Bryen, 2019).

Çin’in uzunca yıllar nadir toprak elementleri üzerindeki gücünü sürdürüleceği öngörülmektedir. Adam Smith’in ulusların zenginliği kitabında savunduğu “mutlak üstünlükler teorisi” ne göre; bir ülke, hangi malı daha düşük maliyetle üretiyorsa dış ticaretinde o mal üzerinde yoğunlaşmalıdır. Bu teoriden hareketle, Çin, nadir toprak elementleri üzerinde sağladığı avantajlar sebebiyle daha ucuza üretim yapmaktadır. Bu sebeple, Çin’in hem nadir toprak elementleri rezervinin fazla olması hem de düşük maliyetle üretim yapması, diğer ülkelerin Çin ile rekabet etmesini zorlaştırmaktadır (Güner, 2019; Palacioğlu, 2018).

Küresel piyasada Çin’in monopol olması, küresel pazarı tamamen ele geçirmesi veya bunu kullanabileceği endişelerini artırmaya başlamıştır (Wilsom, 2017, s. 167). Çin’in sahip olduğu nadir toprak elementleri, müknaatlar ve savunma sanayisinde önemli bir bileşendir. Bu durum, savunma sanayisi için Amerika Birleşik Devletleri’ni Çin’e bağımlı hale getirmektedir. Nadir toprak elementleri Afrika, Asya ve Latin Amerikası ülkelerinde Amerika Birleşik Devletleri-Çin jeopolitik rekabetini artırmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri, Çin’in stratejik minerallerin madenciliği ve işlenmesi üzerindeki monopol gücünden giderek daha fazla endişe duymaktadır (Aslanlı, 2023, s. 23). Çin, 2010 yılında Nadir toprak elementleri için ihracat kotalarına sınırlama getirmiştir ve ihracat kotalarını %37 oranında azaltmıştır. Bu durum, nadir toprak elementlerinin fiyatlarında artış sebep olmuştur. Böylelikle nadir toprak madenciliği sektörüne sermaye akışı hızlanmış ve diğer ülkelerde madencilik faaliyetlerine başlamıştır. Örneğin, Avustralya son on yılda nadir toprak üretiminde %672’lik bir artış kaydetmiş ve Myanmar’da 2020’de 30.000 ton nadir toprak üretimi yapmıştır. Ayrıca Mountain Pass Madeni 2018 yılında MP Materials tarafından yapılan yatırımın ardından yeniden canlanma sürecine girmiştir (Bhutada, 2021b). Çin dışında diğer ülkelerinde nadir toprak elementlerinin keşfine başlaması, Çin’in nadir toprak madenciliğindeki payını 2010 yılında %97,7’den 2019’da %62,9’a düşürmüştür. Fakat gerçek şudur ki nadir toprak rafinasyonunun %80’i, Çin’de bulunmaktadır. Bu nedenle, deniz aşırı ülkelerde çıkarılan nadir topraklar bile nihai işleme için Çin’e gönderiliyor. Bu sebeple yeni Kuzey Amerika rafine tesisleri kurulmaktadır (Bhutada, 2021a). Çin’in Ulusal Yüksek Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Programı olarak bilinen “863 Programı” Çin’in bilgi, biyoteknoloji ve enerji gibi teknoloji alanlarında uluslararası düzeyde “yetişmesi” gerektiği yönündeki kararına dayanmaktadır (Zhi vd., 2017, s. 411-412). Bu program ile 1990 yılından sonra nadir toprak elementleri stratejik bir araç olarak ele alındı ve monopolleşmek istendi. Çin hükümeti Batı’nın liberal ekonomisinin kâr hırsına karşı belirlediği politikalar ile hedefine ulaştı (Mermer, 2022, s. 21).

Çin’i nadir toprak elementlerinde önemli konuma getiren bu elementlerin elde edilmesindeki tüm aşamaları başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmesidir. Bugün Çin’in nadir toprak elementlerindeki hakimiyeti, ticaret veya sanayi politikalarından ziyade araştırma ve rafine etme sürecine yaptığı yatırımlardan kaynaklanmaktadır. Allen (2024), Çin 1970 yılından bu yana nadir toprak elementlerini rafine etme, ayırma ve işleme teknolojileri için oldukça fazla harcama yaptı. Nadir toprak elementlerinin çıkarılması ve işlenmesi oldukça maliyetli olduğu için az sayıda şirket tarafından yapılmaktadır. Örneğin, lityum pazarının %90’ı beş şirket tarafından yapılmaktadır. Çin, nadir toprak elementlerinin elde edilmesindeki tüm aşamaları başarılı bir şekilde gerçekleştirmesi diğer ülkelerde endişe uyandırmaya başlamıştır. Bu nedenle Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği, tedariklerini güvence altına almak için kritik ve stratejik mineral listeleri oluşturmuştur. Amerika Birleşik Devletleri 2022 yılında 50 kritik hammadde belirlemiş, Avrupa Komisyonu ise, Mart 2023’te yayınladığı son sınıflandırmasında 34 kritik

hammadde belirlemiştir. Kritik hammaddelere ilişkin taslak Avrupa mevzuatı, 2030 yılı için Avrupa'nın kritik hammadde tedarikini geliştirmeye yönelik hedefler koymaktadır. Bu hedefler Avrupa Birliği'nin çıkarma, işleme, geri dönüşüm ve tedarik kapasitelerine yöneliktir. Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri, elektrikli araç bataryaları üretmek için gereken kritik mineraller için transatlantik tedarik zincirlerini teşvik etmek amacıyla bir işbirliği anlaşması yapmaktadır. Örneğin Sahra Altı Afrika söz konusu olduğunda, dünyada kobalt rezervlerinin üçte ikisi Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nde yoğunlaşmıştır ve platinin %70'i Güney Afrika'dan gelmektedir (Kohnert, 2024; Vekasi, 2021).

Nadir toprak elementlerinin madenciligi ve işlenmesi çevre sorunlarına neden olmaktadır. Çünkü nadir toprak elementlerinde radyoaktif elementler ve ağır metaller bulunduğundan bu elementlerin madenciligi ve işlenmesi doğa ve insanlar için tehlikelidir. Bayan Obo'daki dünyanın en büyük nadir toprak elementleri çıkarma ve işleme tesisi onlarca yıldır faaliyet göstermekte olup, yüzeysel ve yeraltı sularının, toprağın ve havanın yıkıcı bir şekilde kirlenmesine yol açarak yerel ekosistemlerin ve toplulukların sağlığını ciddi şekilde etkilemektedir (Feffer, 2023). Uzunca bir zaman Çin tarafından göz ardı edilen çevre kirliliği sorununa karşı ise Çin hükümeti çeşitli çevre politikaları geliştirmektedir. Bu doğrultuda Çin, nadir toprak elementlerinin üretim aşamasında çevreye en fazla zarar verebilecek kısmını Çin dışında başka bir ülkede ya da bölgede fakat yine Çin'in mali kontrolü altındaki ülkelere taşımak için kullanabileceği düşünülmektedir (Science History Institute, 2024).

3. NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ POLİTİK-EKONOMİK ETKİLERİ

Dünyada hızlı nüfus artışı ve gelir artışı nedeniyle doğal kaynaklara olan talep her geçen gün daha fazla artmaktadır. Doğal kaynakların kıtlığı ve tükenebilirliği endişesi, "yetersiz olma korkusunu" artırmaya başlamıştır. Özellikle küresel ekonomide kalkınma ve sanayileşme çemberi genişledikçe, doğal kaynaklara erişme isteğinin bu gerilimi artıracakları öngörülmüştür. Doğal kaynak sıkıntısı çeken ülkelerdeki kaynaklara erişim ve kaynak zengini bölgelerdeki uygunsuz sömürü korkuları, ticaret savaşlarına sebep olabileceği düşünülmektedir (WTO, 2010, s. 203). Yüksek ve ileri teknolojinin vazgeçilmez unsuru, nadir toprak elementlerini fark eden devletler, stratejik güç elde ederler (Gündoğdu, 2022, s. 105). Dünyanın gözü şimdilerde yeni mineral arayışlarında ve nadir toprak elementlerindedir. Nadir toprak elementi rezervlerine en fazla sahip olan ülke Çin, endüstriyel ve ekonomik kalkınma planlarında bu elementlerinde stratejik varlık statüsü elde etmiştir. Dahası, Çin uzunca bir süredir nadir toprak elementlerinin yalnızca hammadde ihracatçısı olmaktan çıkıp nihai ürünlerin yerli üreticisi haline gelmeyi ve böylece ekonomisine değer katmayı hedeflemektedir. Çin, nadir toprak elementlerindeki monopol gücünü kullanarak 2010 yılında bu elementlerin ihracat kotalarını %40 oranında azalttı (Kalantzakos, 2017, s. 3). Aslında Çin'in burada yapmak istediği ekonomik yaptırımdan ziyade siyasi bir güç gösterisiydi. Amerika Birleşik Devletleri ve Çin arasındaki ticaret savaşında Pekin, nadir toprak elementlerini bir güç olarak kullandı. Çin'in bu stratejik hammaddelere ilişkin baskın konumu geçici bir jeopolitik eğilim değil, Batı'nın sanayileşmiş ülkeleri için teknolojik ve güvenle ilgili sonuçları olan yapısal bir pazar sorunudur. Dünyada sadece bir devletin bu elementlere sahip olması hem siyasi hem de ekonomik olarak diğer ülkelere tehdit oluşturmaktadır (Kullik, 2019, s. 1). Çin'in nadir toprak elementlerini kullanarak yaptığı bu yaptırım, politika yapıcılarının hammadde tehditleri karşısında çok hızlı ya da çok kapsamlı hareket etmeleri gerçeğini göstermiştir (Gholz, 2014, s.13). 1970 yılından itibaren nadir toprak elementlerine yatırım yapan Çin, bu elementlerdeki gücü ile dünya ekonomisi ve siyasetinde sıklıkla gündem olmaya devam etmektedir.

Örneğin, 2010 yılında Çin'e ait bir balıkçı teknesi ile Japon devriye gemisinin çarpışması sonucu iki ülke arasındaki gerilim tırmanarak diplomatik kriz yarattı. Çin, iki ülke arasında yaşanan anlaşmazlıkta hemen nadir toprak elementlerini bir koz olarak kullanarak ihracatını kısıtladı. Böylelikle nadir toprak elementlerinin fiyatı %500 arttı. Çin'in bu tutumu tüm dünyada büyük yankı uyandırdı, çünkü bütün ülkeler Çin'e bağımlıydı. Her ne kadar Dünya Ticaret Örgütü'ne durumu bildirmiş olsalar da Çin vergi koyarak tekrardan gücünü kullandı. Bu yaşananlardan sonra, ileri teknolojiye sahip ülkeler, Amerika Birleşik Devletleri, başta olmak üzere Çin'e bağımlılıklarını azaltmak amacıyla nadir toprak elementi üretimini teşvik etmeye başladılar. 2018 yılında Mountain Pass tesisi yeniden üretime başladı ve günümüzde üretimin %14'ü bu tesiste yapılıyor. Amerika Birleşik Devletleri, rezervi çok olan Avustralya ile anlaşma sağladı ve diğer ülkelerde de yatırımlarına başladı. 2015 -2022 arasında Çin dışındaki üretim 90 bin ton artı (Hekim, 2023). Çin'i bu ülkelerden ayıran ve nadir toprak elementlerinde dikkat edilecek iki unsur vardır. Birincisi, bu elementler çıkarılırken gerekli olan yüksek teknoloji ikincisi ise, bu elementlerin işlenebilmesi için gerekli maliyettir. Çin bu ikisini yapabilecek güçtedir. Çin'in elindeki bu güç tüm dünyada bir endişe yaratmaya devam ettikçe ve teknolojik gelişmeler daha fazla ete kemiğe büründükçe günümüzde nadir toprak elementlerine sahip olmak tüm dünyanın vazgeçilmez olacaktır.

Çin'de nadir toprak elementlerinin arzının artması, bu elementlerin fiyatlarının düşmesine sebep olmaktadır. Böylelikle, Çin üretilen materyalleri kullanan müknaş imalatçılarının %13 oranında ihracat indirimi yaparak piyasadaki hâkimiyetini daha da artırmaktadır. Bu uygulama ile nadir toprak elementlerinin arzını artırmak isteyen diğer ülkelerin rekabet edebilmelerinin önüne

geçmektedir. Diğer ülkeler nadir toprak elementlerini keşfini yapıyor fakat radyoaktif atık üretebilen yeni rafineler kuramıyorlar. Bu durumda Çin fiyatları kontrol edebiliyor (VOA, 2023). Çin'in fiyatları kontrol edebilmesi küresel tedarik zincirinde aksamalara neden olmakta ve küresel rekabetin önüne geçmektedir. Çin, dışında nadir toprak madenlerinin açılmasının önündeki en büyük engel, Çin'in dünya çapında en düşük maliyetli nadir toprak üreticisi olmasıdır (Giacalone, 2012, s. 17). Çin'in tekel gücünden endişe duyan Avrupa Birliği, 23 Mayıs 2024 tarihinde kritik hammaddeler tüzüğü hazırladı. Avrupa Birliği hammaddelere erişimin ve küresel pazarın işleyişinin önemli olduğunu ifade etti. Kritik hammaddelerin birçoğunun yeşil ve dijital geçişlerin gerçekleştirilmesindeki kilit rolü göz önüne alındığında, savunma ve havacılık uygulamalarında kullanılması talebin önümüzdeki yıllarda katlanarak artacağını düşündürmektedir. Aynı zamanda, artan jeopolitik gerilimler ve kaynak rekabeti sonucunda arz kesintileri riski de artmaktadır. Kritik hammaddelere yönelik artan talep, doğru yönetilmediği takdirde olumsuz çevresel ve sosyal etkilere neden olabilir (European Union, 2024).

Avrupa Birliği, döngüsellik ve sürdürülebilirliğin sağlanması için 17 maddeden oluşan stratejik hammaddeler listesi (Tablo 2), 34 maddeden oluşan kritik hammaddeler listesi (Tablo 3) belirlemiştir. Kritik hammaddeler, Avrupa ekonomisi için önem arz eden küresel tedarik kesintisi riski en yüksek olan hammaddeleri ifade ederken, stratejik hammadde ise yüksek stratejik öneme sahip olan küresel arz ve talep dengesizlikleriyle tanımlanan hammaddelerdir. Bu doğrultuda iki hedef belirlenmiştir: *Birincisi*, Birliğin, stratejik hammadde tüketiminin en az %10'unun birlik içindeki madencilik faaliyetlerinden elde edilmesi, %40'nın işlenmesi ve %25'nin geri dönüşüme dönüştürülmesi amaçlanmıştır. *İkincisi*, stratejik hammadde kaynaklarının farklılaştırılması için, yıllık tüketiminin %65'inden fazlasının sadece bir ülkeye bağımlı olmaması amaçlanmaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2024; Narter ve Partners, 2024).

Hammaddeler, istihdamı artırmak ve rekabet gücü sağlamak için Avrupa ekonomisinin temelini oluşturur; yaşam kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için de gereklidir. Tüm hammaddeler önemli olmakla birlikte, bazıları güvenli ve sürdürülebilir tedarik açısından diğerlerine göre daha fazla endişe kaynağıdır (European Commission, 2024). Tablo 2'de stratejik hammaddeler verilmiştir.

Tablo 2. Stratejik Hammaddeler

Boksit/alümina/alüminyum
Bizmut
Bor - metalurji sınıfı
Kobalt
Bakır
Galyum
Germanyum
Lityum - pil sınıfı
Magnezyum metal
Manganez - pil sınıfı
Grafit - pil sınıfı
Nikel - pil sınıfı
Platin grubu metaller
Kalıcı mıknatıslar için nadir toprak elementleri
Silikon metal
Titanyum metal
Tungsten

Kaynak: European Union, 2024.

Avrupa Birliği bu tüzük ile kritik hammaddelerin yerli üretimini teşvik etmeyi ve bu hammaddelerin diğer ülkelere tedarikine bazı kısıtlamalar getirmek istemektedir. Stratejik hammaddeler, genellikle sağlık ve savunma sektörlerinde kullanılan hammaddelerdir. Kritik hammaddeler ise, Avrupa ekonomisi için hem önemli hem de tedarik riski yüksek hammaddelerdir (Dursun, 2024, s.53-54). Tablo 3'te kritik hammaddeler verilmiştir.

Tablo 3. Kritik Hammaddeler Listesi

Antimon
Arsenik
Boksit/alümina/alüminyum
Baryte
Berilyum
Bizmut
Kobalt
Koklaşabilir kömür
Bakır

Feldspat
Fluorspar
Galyum
Hermanyum
Hafniyum
Helyum
Ağır nadir toprak elementleri
Hafif nadir toprak elementleri
Lityum
Magnezyum
Manganez
Grafit
Nikel – pil sınıfı
Niyobyum
Fosfat Kayası
Fosfor
Platin grubu metaller
Skandiyum
Slikon metal
Stronsiyum
Tantal
Titanyum metal
Tungsten
Vanadyum

Kaynak: European Union, 2024.

Avrupa Birliği'nde önemli sayıda kritik mineral ve metal yatağı bulunmaktadır. Örneğin, İsveç'te bilinen antimon, florit, fosfat mineralleri, grafit, kobalt, platin grubu metaller, nadir toprak elementleri, bizmut ve tungsten yatakları bulunmaktadır (SGU, 2024). Fakat tüm gelişmelere rağmen Çin'in nadir toprak elementlerindeki monopolü bir süre daha devam edecektir. Çin dışında, nadir toprak elementi rezervi bulunan ülkeler, bu elementlerin madenciliği ve rafine edilmesi hususunda pilot aşamasındadır ve bu kritik madenlerin işletilmesine yönelik uygulamalar devam etmektedir. Ameirka Birleşik Devletleri ve diğer ülkeler, tedarik zincirlerini geliştirdikçe Çin ile rekabet edebilecek düzeye gelecektir (Kim ve Jarlwala, 2021, s. 17).

Türkiye ise, Eskişehir'in Beylikova ilçesinde 694 milyon tonluk nadir toprak elementi bulunan rezervi keşfetti. İçerisinde 17 farklı toprak elementi bulunan rezerv, Çin'in 800 milyon tonluk rezervinden sonra dünyanın ikinci rezervi olduğu açıklandı (Boltuc, 2022). Türkiye'deki nadir toprak elementleri 17 NTE'nin 11'ini içermekte olup, yüzeyle biraz daha yakındır. Bu elementlerin Türkiye'de daha yüzeyle yakın olması çıkarılması açısından avantaj oluşturmaktadır. Ayrıca bu durum maliyetinin daha az olması içinde bir fırsat oluşturmaktadır. Türkiye'deki nadir toprak elementlerinin yıllık üretiminin 2030 yılında küresel talebin yaklaşık iki katı olacağı öngörülmektedir (Hyatt, 2022). On İkinci Kalkınma Planı'nda da yerlilik üretimin artırılması, yerli sanayinin Ar-Ge, tasarım ve üretim faaliyetlerinin geliştirilmesi için kritik elementlerin arama çalışmalarının hızlandırılması ve kritik elementlerin üretiminin destekleneceği yönünde hedefler sunulmuştur (On İkinci Kalkınma Planı). Rogers (2022)'e göre, Türkiye'deki nadir toprak elementlerinin keşfi, ancak ekonomik olarak kullanılmasıyla bir anlam ifade edecektir. Örneğin; Grönland zengin nadir toprak elementlerine sahip, ancak hükümetin uranyum madenciliğini yasaklamasıyla nadir toprak projesi askıya alındı ve ülkede bu kadar büyük rezerv ekonomik bir değer kazanmadı. Bazı Çinli araştırmacılar, Çin'in nadir toprak elementlerindeki üstünlüğünün gelecekte de devam edeceğini ve Türkiye'de nadir toprak elementlerinin keşfinin Çin'in nadir toprak elementlerindeki gücü üzerinde önemli bir etkisi olmayacağını düşünmektedir. Fakat, Türkiye'nin dünyada ikinci büyük nadir toprak rezervine sahip ülke olması sebebiyle, Çin ile iş birliği yapması durumunda önemli bir fırsat yaratacağı düşünülmektedir (Global Times, 2022).

Dünyada enerji sistemi büyük ölçüde fosil kaynaklara bağlı olduğundan, iklim değişikliği, küresel ısınma ve çevre kirliliği gibi olumsuzluklar sebebiyle, bugünden gelecek nesillere daha yaşanabilir bir çevre bırakmak için düşük karbonlu bir sisteme geçmek gerekmektedir. Yakın gelecekte enerji sisteminin dinamikleri önemli ölçüde değişecek olup düşük karbonlu enerji sistemlerine artan talep, dünya ekonomisi ve siyasetinde etkili olacaktır.

4. SONUÇ

Dünya, köklü değişimlerin yaşanmaya başladığı 2020 yılından bu yana, önce pandemi, daha sonra Rusya-Ukrayna savaşı, diğer ülkelerdeki siyasi ve ekonomik krizlerle birlikte çalkantılı bir dönemden geçmektedir. Pandemi, savaşlar, depremler, iklim

değişiklikleri gibi gelişmeler, dünyanın ekonomik ve politik yapısında nasıl değişimler olacağını dair bir muğlaklık sürmektedir.

Hızla artan rekabet ortamında, ülkeler birbirine yetişmeye çalışırken, tarihin her döneminde diğer ülkeler tarafından dikkatle takip edilen, zengin bir kültürel geçmişe sahip ve dünyanın ikinci büyük ekonomisi olan Çin, teknolojinin vazgeçilmez unsuru olan nadir toprak elementlerinin üreticisi ve ihracatçısı olan tek ülkedir. Çünkü Çin, nadir toprak elementlerinin rezervini çıkartma, rafine etme, işleme ve miktatsız üretimi gibi aşamaların tümünü gerçekleştirebilecek sanayiye sahip olan tek ülkedir. Bu durum Çin'in hem ekonomik hem de politik gücünü artırmıştır. Bu elementler telefonlar, miktatsızlar veya sağlık sektöründe kullanılmasının yanı sıra savunma sanayisinde (uçak, füze vb. gibi) kullanıldığından, ülkelerin ulusal güvenliklerine tehdit oluşturmaktadır. Bu mineraller az da olsa Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya gibi ülkelerde üretilmekte, fakat saflaştırılmaları için tekrardan Çin'e gönderilmektedir. Bu elementlerin kullanıma hazır olması için nihai işlem Çin'de yapılmaktadır.

Bu minvalde, 1970'lerde ekonomik çöküş yaşayan ve yaptığı ekonomik reformlarla piyasa ekonomisine geçen Çin, başarılı ekonomi politikaları ile küresel ekonomik konjonktüre yön vermeye devam etmektedir. Nadir toprak elementlerindeki gücünü uzun yıllar devam ettirmek isteyen Çin, bu mineraller için telif hakkı oluşturmayı da düşünmektedir. Elbette zamanla, piyasa yapısı değişecek teknolojilerine daha fazla yatırım yapan ülkeler, Çin'e yetişecektir. Ancak bu güç mücadelesinde diğer ülkelerin başarı sağlayabilmesi için birlikte hareket etmeleri gerekmektedir. Örneğin, Çin'den sonra bu madenlerin rezervlerine sahip olan Amerika Birleşik Devletleri, Avusturya, Japonya gibi ülkeler, ulusal güvenliği sağlamak ve ileri teknolojiye yetişebilmeleri için küresel tedarik zinciri kurmalıdır. Nadir toprak elementlerinin rezervinde dünyada ikinci sırada yer alan Türkiye ise jeoekonomik ve stratejik menfaatleri doğrultusunda bu elementler için harekete geçmelidir.

YAZAR BEYANI

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı: Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Etik Kurul Onayı: Bu araştırma etik kurul izni gerektiren analizleri kapsamadığından etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Yazar Katkıları: Yazar çalışmanın tümünü tek başına gerçekleştirmiştir.

Çıkar Çatışması: Yazar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Allen (2024). Securing rare earths for Europe's high-tech industries. Erişim Adresi: <https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/horizon-magazine/securing>
- Aslan, N. ve Say, Y. (2022). Nadir toprak elementlerinin uygulama alanları. *Kırklareli University Journal of Engineering and Science*, 8(1), 148-178.
- Aslanlı, K. (2023). Afganistan'ın doğal kaynak zenginlikleri ve jeopolitik güç mücadelesi. *Uluslararası Çalışmalar Dergisi*, 7(1), 19-32.
- Balaram, V. (2023). Potential future alternative resources for rare earth elements: Opportunities and challenges. *Minerals*, 13(425), 1-22. doi: 10.3390/min13030425
- Baskaran, G. (2022). Could Africa replace China as the world's source of rare earth elements? The Brookings Institution. Erişim adresi: <https://www.brookings.edu/articles/could-africa-replace-china-as-the-worlds-source-of-rare-earth-elements/>
- Baştürkçü, E., Şavran, C., Timur, S. ve Yüce, A.E. (2021). Birincil ve ikincil mineral kaynaklarından nadir toprak elementlerinin fiziksel ve fizikokimyasal yöntemlerle üretim proseslerinin incelenmesi. *International Journal Of Pure and Applied Sciences*, 7(2), 276-287.
- Bhutada, G. (2021a). Visualizing China's dominance in rare earth metals. Erişim adresi: <https://elements.visualcapitalist.com/chinas-dominance-in-rare-earth-metals/>
- Bhutada, G. (2021b). Rare earth metals production is no longer monopolized by China. Erişim adresi: <https://elements.visualcapitalist.com/rare-earth-metals-production-not-monopolized-china/>
- Bielawski, R. (2020). Rare earth elements – a novelty in energy security. *Journal of Ecological Engineering*, 21(4), 134-149. doi: 10.12911/22998993/119810
- Boltuc, S. (2022). Turkey discovered a massive reserve of rare earth elements. Erişim adresi: <https://www.specialeurasia.com/2022/07/04/turkey-discovered-rare-earth/>
- Bryen, S. (2019). If China cuts rare earth supplies what can the US do?. Erişim adresi: <https://asiatimes.com/2019/05/if-china-cuts-rare-earth-supplies-what-can-the-us-do/>
- Castor, S.B., & Hedrick, J.B. (2006). Rare earth elements. *Industrial minerals volume. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration*, 769-792.
- Cebe, I.Z., Karvan, Z., Yolveren, O. ve Çimen, O. (2020). Nadir toprak elementleri, Orta Asya'daki çevreleşme alanları: Türkiye için olası iş birlikleri. B. Enerji notları ben. 39, Ankara.
- China Power (2023). Does China pose a threat to global rare earth supply chains?. Erişim adresi: <https://chinapower.csis.org/china-rare-earths/>
- Dadwal, R.S. (2011). The Sino-Japanese rare earths row: Will China's loss be India's gain?. *Strategic Analysis*, 35(2), 181-185. doi: 10.1080/09700161.2011.542913

- Depraiter, L., & Goutte, S. (2023). The role and challenges of rare earths in the energy transition. *Resources Policy*, 86, 1-41. doi: 10.1016/j.resourpol.2023.104137
- Dursun, C. (2024). Avrupa kritik hammaddeler tüzüğü ve Türkiye için önemi. *Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 6(1), 32-125.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2023). Nadir toprak elementleri. Erişim adresi: <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabii-kaynaklar-nadirtoprakelementleri>.
- European Commission (2024). RMIS-Raw materials information system. Erişim Adresi: <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/eu-critical-raw-materials>
- European Union. Avrupa parlamentosu ve konseyi'nin 2024/1252 Sayılı Tüzüğü (Avrupa Birliği). Erişim Adresi: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401252
- Feffer, J. (2023). Mapping The impact and conflicts of rare -earth elements. Erişim Adresi: <https://ips-dc.org/mapping-the-impact-and-conflicts-of-rare-earth-elements/#:~:text=The%20largest%20REE%20extraction%20and,of%20local%20ecosystems%20and%20communities>.
- Gholz, E. (2014). Rare earth elements and national security, council on foreign relations, 1-15. Erişim Adresi: https://www.cfr.org/sites/default/files/pdf/2014/10/Energy%20Report_Gholz.pdf
- Giacalone, J. A. (2012). The market for the " not-so-rare" rare earth elements. *Journal of International Energy Policy*, 1(1), 11-18. doi: 10.19030/jiep.v1i1.7013
- Global Times (2022). Turkey's new rare-earth reserves won't affect Chinese industry, offer cooperation opportunity. Erişim adresi: <https://www.globaltimes.cn/page/202207/1270157.shtml>
- Gündoğdu, S. (2022). Dış politikada stratejik güç unsuru olarak nadir toprak elementleri. *Rahva Teknik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 103-115.
- Güner, B. (2019). Nadir toprak elementleri üzerine jeopolitik bir değerlendirme, M. Günay- Ö. Aydoğmuş Ördem (Ed.), *Sosyal Bilimler Araştırmaları II* içinde (s. 279-295). Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Hekim, D. (2023). Ticarete yeni silah nedir: Nadir toprak elementleri. Erişim adresi: <https://opinyu.com/derya/nadir-toprak-elementleri/>
- Hyatt, K. (2022). Move over China, Turkey has all the rare earth minerals our EVs need. Erişim adresi: <https://jalopnik.com/move-over-china-turkey-has-all-the-rare-earth-minerals-1849154953>
- IEA (2021). The role of critical minerals in clean energy transitions. Erişim Adresi: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- İMMİB (2024). Yeşil dönüşümde kritik mineraller. Erişim Adresi: <https://immib.org.tr/tr/kose-yazilari-genel-sekreterden-yesil-donusumde-kritik-mineraller>
- Kakışım, C. (2021). New energy geopolitics shaped by energy transition: The energy for rare earth elements and critical minerals. *Avrasya Etütleri*, (60), 5-28.
- Kalantzakos, S. (2017). *China and the geopolitics of rare earths*. Oxford University Press. doi: 10.1093/oso/9780190670931.001.0001
- Kılıç, A. (2023). The diplomat: Nadir toprak elementleri, ülkeler için ulusal güvenlik meselesi haline geldi. Erişim Adresi: <https://gdh.digital/the-diplomat-nadir-toprak-elementleri-ulkeler-icin-ulusal-guvenlik-meselesi-haline-geldi-80806>
- Kılıç, Z.N. (2024). Temiz Enerji Talebi Kritik Minerallerin Piyasa Değerini de Yükseltiyor. Erişim Adresi: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/temiz-enerji-talebi-kritik-minerallerin-piyasa-degerini-de-yukseltiyor/3238441>
- Kim, H.M., & Jarlwalla, D. (2021). The not-so-rare earth elements a question of supply and demand. *Kleinman center for Energy Policy*, 1-20.
- King, H.M. (2023). REE- rare earth elements and their uses. Erişim adresi: <https://geology.com/articles/rare-earth-elements/>
- Klinger, J. M. (2017). *Rare earth frontiers: From terrestrial subsoils to lunar landscapes*. Cornell University Press, Ithaca. 67–102.
- Kohnert, D. (2024). Prospects and challenges for the export of rare earths from Sub-Saharan Africa to the EU. doi:10.2139/ssrn.4687731
- Kullik, J. (2019). The strategic significance of rare earths for the economic and military security of the West. *Federal Academy For Security Policy*, 13, 1-5.
- LePAN, N. (2021). Rare Earth Elements: Where in the World Are They ?. Erişim adresi: <https://www.visualcapitalist.com/rare-earth-elements-where-in-the-world-are-they/>
- Levin, C., & Skelton, I. (2010). Rare Earth Materials in the Defense Supply Chain, Briefing for Congressional Committees, United States Government Accountability Office Washington, 1-36.
- Meidan, M., Andrews, P., & Marks, D. (2022). New Energy Supply Chains: Is the UK at Risk from Chinese Dominance? *Occasional Paper*. 1-48.
- Mermer, C.T. (2022). *NTE'ler ve çipler üzerinde küresel rekabet* (Rapor No: 78, 2022). TASAM.
- METI (2023). Five Point Plan For Critical Minerals Security. Erişim Adresi: https://www.meti.go.jp/english/policy/external_economy/g7_hiroshima/sapporo.htm
- MTA (2017). Dünyada ve Türkiye'de Nadir Toprak Elementleri. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/img/5NTE.pdf>
- Narter & Partners (2024). Avrupa Birliği Kritik Hammaddeler Tüzüğü. Erişim Adresi: <https://www.narterlaw.com/avrupa-birligi-kritik-hammaddeler-yasasi/>
- Nayar, J. (2021). Not So "Green" Technology: The Complicated Legacy of Rare Earth Mining. Erişim Adresi: <https://hir.harvard.edu/not-so-green-technology-the-complicated-legacy-of-rare-earth-mining/>
- Oktay, F. (2022). Çin ve Dünyanın Geleceği (Yeni büyük güç ve ticaret, teknoloji, pandemi savaşları). İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayınları.
- On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028). Erişim adresi: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf
- Palacioğlu, T. (2018). Mutluk Üstünlük ve Bazı Dış Ticaret Teorileri (Rapor No: ITO: 2018 – 8). İstanbul: ITO-İstanbul Düşünce Akademisi.
- Ramprasad, C., Gwenzi, W., Chaukura, N., Azelee, N.I., Rajapaksha, A.U., Naushad, M., & Rangabhashiyam, S. (2022). Strategies and options for the sustainable recovery of rare earth elements from electrical and electronic waste, *Chemical Engineering Journal*, 442, 1-17. doi: 10.1016/j.cej.2022.135992
- Rogers, J. (2022). Turkey just disclosed the second-largest reserve of rare earth — but its value is still up in the air. Erişim adresi: <https://www.marketwatch.com/story/huge-rare-earth-reserve-discovered-in-turkey-but-experts-caution-that-grade-is-king-11657207689>
- Salim, H., Sahin, O., Elsayah, S., Turan, H., & Stewart, R. (2022). A critical review on tackling complex rare earth supply security problem. *Resources Policy*, 77, 1-9. doi: 10.1016/j.resourpol.2022.102697

- Science History Institute. (2024). History and future of rare earth elements. Erişim Adresi: <https://www.sciencehistory.org/education/classroom-activities/role-playing-games/case-of-rare-earth-elements/history-future/>
- SGU (2024). Critical and strategic raw materials. Erişim Adresi: <https://www.sgu.se/en/mineral-resources/critical-raw-materials/>
- Ticaret Bakanlığı (2024). Avrupa Birliği kritik hammaddeler tüzüğü. Erişim Adresi: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/kritik-hammaddeler/ab-kritik-hammaddeler-tuzugu>
- Türkmen, G. ve Üncü, Ü.R. (2024). Nadir toprak elementleri (yeni teknolojilerin gizemli cevheri). Erişim Adresi: <https://www.sde.org.tr/analiz/nadir-toprak-elementleri-yeni-teknolojilerin-gizemli-cevheri-analizi-55485>
- Ural, M.N., Vural, A. ve Çiftçi, A. (2020). Nadir toprak elementlerinin sosyo/kültürel ekonomik ve teknolojik gelişmelerle ilişkisinin n-gram analizi ile incelenmesi. *Journal Of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 6(24), 369-379.
- Vekasi, K. (2021): The geoeconomics of critical rare earth minerals. *Georgetown Journal of International Affairs*, 22 (2), 271-279. doi:10.1353/gia.2021.0039
- VOA (2023). Dünya temiz enerjiye geçiş sürecinde Çin'in nadir toprak elementleri üzerindeki egemenliğini kırmaya çalışıyor. Erişim Adresi: <https://www.voaturkce.com/a/dunya-temiz-enerjiye-gecis-surecinde-cin-in-nadir-toprak-elementleri-uzerindeki-egemenligini-kirma-mucadelesi-veriy%C4%B1r/7209892.html>
- Williams, G. (2024). *Rare earths market update: H1 2024 in review*. Erişim Adresi: <https://investingnews.com/rare-earths-forecast/>
- Wilson, J. D. (2017). Securitising rare earth minerals: The Political Economy of Conflict and Cooperation. In *International Resource Politics in the Asia-Pacific* (pp. 167-188). Edward Elgar Publishing. WTO (2010). Trade in natural resources. Erişim adresi: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/anrep_e/world_trade_report10_e.pdf
- Zhi, Q., & Pearson, M.M. (2017). China's hybrid adaptive bureaucracy: the case of the 863 program for science and technology. *An International Journal of Policy*, 30(3), 407-424. doi:10.1111/GOVE.12245

