

ANALİZ

NADİR TOPRAK **ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE:** JEOPOLİTİK SATRANÇTA YENİ DİNAMİKLER VE AKTÖRLER

MAYIS 2025



NADİR TOPRAK
ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE:
JEOPOLİTİK SATRANÇTA
YENİ DİNAMİKLER VE
AKTÖRLER

ANALİZ / MAYIS 2025





Telif
Millî İstihbarat Akademisi © 2025
Ankara - TÜRKİYE

Yayın Tarihi: Mayıs 2025

Bu çalışmaya ait içeriğin telif hakları Millî İstihbarat Akademisine ait olup 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu uyarınca kaynak gösterilerek kısmen yapılacak makul alıntılar dışında, hiçbir şekilde önceden izin alınmaksızın kullanılamaz, yeniden yayımlanamaz.

Millî İstihbarat Akademisi

E-Posta: bilgi@mia.edu.tr

"Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin 5'inci maddesinin 2'nci fıkrası çerçevesinde bandrol taşıması zorunlu değildir."

ANALİZ / Mayıs 2025

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE: JEOPOLİTİK SATRANÇTA YENİ DİNAMİKLER VE AKTÖRLER

İÇİNDEKİLER

YÖNETİCİ ÖZETİ	5
GİRİŞ	7
UKRAYNA VE SAVAŞIN GÖLGESİNDEKİ REZERVLER	11
JEOPOLİTİK SATRANÇ: ABD x ÇİN x RUSYA + GRÖNLAND	13
KÜRESEL SATRANÇ TAHTASINDA TÜRKİYE’NİN YERİ VE STRATEJİK YOL HARİTASI (2025-2035)	18
SONUÇ	22
KAYNAKÇA	24

GÖRSEL

Görsel 1: Nadir Toprak Elementleri.....	7
--	---

İNFOGRAFİK

İnfoğrafik 1: Nadir Toprak Elementlerinin Çeşitli Kullanım Alanları	8
İnfoğrafik 2: Nadir Toprak Elementlerinin Elde Edilme Süreçleri.....	9
İnfoğrafik 3: Ukrayna'nın Sahip Olduğu Yer Altı Kaynakları.....	11
İnfoğrafik 4: Türkiye'de Nadir Toprak Elementleri	18

TABLO

Tablo 1: Ukrayna'nın Ana Mineral Rezervleri ve Bulundukları Konumlar	12
Tablo 2: ABD'nin Stratejik Olarak Önemli Bulduğu Nadir Toprak Elementleri.....	14
Tablo 3: Türkiye'nin NTE Ekosisteminin Geliştirilmesine Yönelik Yol Haritası	20

GRAFİK

Grafik 1: ABD'nin Kritik Mineraller Açısından Orta Vadeli (2025-2035) Kritiklik Matrisi.....	13
---	----

FOTOĞRAF

Fotoğraf 1: 48 km ² lik Alana Yayılmış Dünyanın En Büyük NTE Sahası Bayan Obo	15
---	----

YÖNETİCİ ÖZETİ

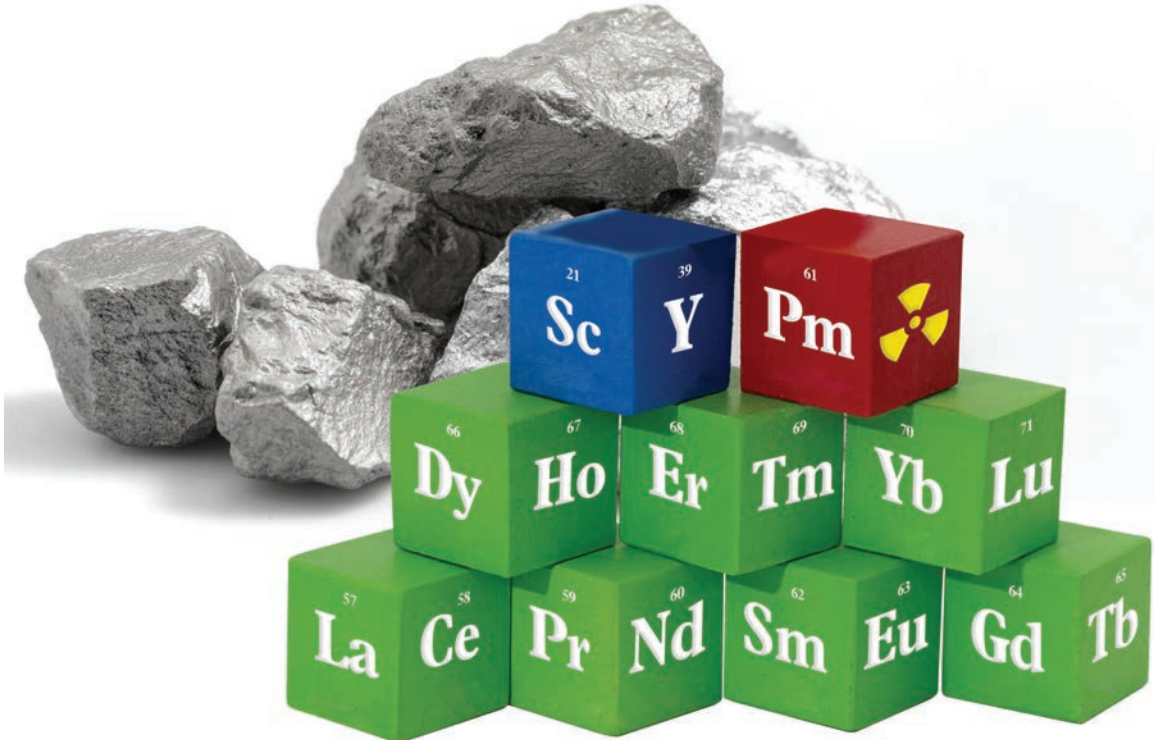
- Küresel ekonominin dijitalleşme ve karbon-nötr büyüme ekseninde yeniden şekillendiği günümüzde, nadir toprak elementleri (NTE) yalnızca yüksek teknoloji sanayilerinin vazgeçilmez girdisi değil; aynı zamanda savunma kabiliyetlerinin, yeşil enerji dönüşümünün ve dijital altyapıların da stratejik dayanağı hâline gelmiştir.
- Yeşil dönüşümü besleyen kritik mineraller pazarının 2024'te 325 milyar dolar büyüklüğe ulaştığı ve 2040'ta 770 milyar dolara çıkacağı öngörülürken NTE'ye dayalı motor, türbin ve elektronik ürün pazarının hâlihazırda 1 trilyon doları aştığı hesaplanmaktadır.
- Çin tek başına küresel NTE cevher üretiminin %61'ini, rafinaj ve ayırma kapasitesinin ise %92'sini kontrol etmektedir. 2024'te 300 bin ton NdFeB kalıcı mıknatıs üretmiş ve ABD'nin 2025 hedef hacmini yaklaşık 300 kat geride bırakmıştır.
- Çin, yıllık üretim kotaları (2024'te 270 bin ton cevher, 254 bin ton ayırıştırma) ve 4 Nisan 2025 tarihinde yedi NTE'ye getirdiği ihracat lisans zorunluluğu ile "üret, kısıtla, lisansla" modelini sürdürerek küresel fiyatlama gücünü pekiştirmiştir.
- ABD, 2020-2023 döneminde ihtiyaç duyduğu NTE bileşik ve metallerinin %70'ini Çin'den ithal etmiş; Mountain Pass madeninde yalnızca hafif NTE çıkarabilirken ağır NTE ihtiyacında tamamen dışa bağımlı kalmıştır.
- ABD modern savunma platformları NTE'ye doğrudan bağımlıdır. Bir F-35'te yaklaşık 410 kg, Arleigh Burke destroyerinde 2,36 ton ve Virginia sınıfı denizaltıda 4,17 ton NTE ihtiyacı bulunmaktadır. NTE arz kesintisi, ABD'nin tüm entegre caydırıcılık mimarisini riske atmaktadır.
- 30 Nisan 2025 tarihli ABD-Ukrayna Mineral Anlaşması, önceki 500 milyar dolar geri ödeme planı yerine yarı yarıya ortak fon modeli getirmiştir. Böylece Ukrayna'nın yaklaşık %5 payla dünyadaki NTE ve kritik mineral rezervlerine erişim sağlanarak ABD'nin Çin bağımlılığını azaltacak alternatif tedarik hattı kurulmuştur.
- Ukrayna rezervlerinin %40'ının hâlen Rusya işgali altındaki bölgelerde olması ve savaşın altyapıyı zedelemesi, kısa vadede üretim artışını sınırlasa da uzun vadede elektrikli araç, rüzgâr türbini ve savunma elektroniği için fiyat dengeleme potansiyeli sunmaktadır.

-
- Grönland'daki disprosyum ve terbiyum açısından zengin cevher sahaları, ABD'nin ağır NTE açığını kapatmak ve Çin hâkimiyetine karşı alternatif yaratmak üzere stratejik öncelik kazanmıştır.
 - Türkiye, Eskişehir/Beylikova'da bulunan 694 milyon tonluk rezerviyle Çin'in ardından ikinci büyük NTE sahasına sahiptir. Yıllık 10 bin tonluk pilot tesisin faaliyete geçmesinin ardından Türkiye'nin hedefi, yıllık 570 bin tonluk saflaştırma kapasitesine ulaşarak bu alanda Avrupa başta olmak üzere yakın bölgenin "başat aktörü" hâline gelmektir.
 - Türkiye'nin, 2025-2035 döneminde rezerv sahibi konumundan katma değer üreticisi konumuna geçebilmesi için JORC/UMREK uyumlu doğrulama, ölçeklenebilir rafinasyon, ileri manyetik alayım Ar-Ge'si ve döngüsel geri kazanım hatlarını içeren üç eksenli bir yol haritası sunulmuştur.
 - NTE arzının jeopolitik silaha dönüşmesi, tedarik zincirinin çeşitlendirilmesini ve yeni üretici/işleyici aktörlerin (Ukrayna, Grönland, Türkiye) hızlı entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır. Küresel rekabet; maden, rafineri ve mıknatıs değer zincirinin bütün halkalarında teknoloji ve finansman yarışı şeklinde derinleşmektedir.

GİRİŞ

NTE, ileri teknoloji sektörleri açısından vazgeçilmez kabul edilen bir ham madde grubudur. Bu grup, periyodik tablonun 57-71 numaralı elementlerini oluşturan lantanitler [lantanyum (La), seryum (Ce), praseodimyum (Pr), neodimyum (Nd), prometyum (Pm), samaryum (Sm), evropiyum (Eu), gadolinyum (Gd), terbiyum (Tb), disprosyum (Dy), holmiyum (Ho), erbiyum (Er), tuliyum (Tm), iterbiyum (Yb) ve lütesyum (Lu)], kimyasal özellikleri benzer olan ve doğada genellikle onlarla birlikte bulunan 21 numaralı skandiyum (Sc) ile 39 numaralı itriyum (Y) elementlerini içerir (bk. Görsel 1).¹

Görsel 1: Nadir Toprak Elementleri



Bu elementler; akıllı telefonlardan rüzgâr türbinlerine, elektrikli araçlardan savunma sistemlerine kadar pek çok kritik teknolojinin üretiminde vazgeçilmez bileşenlerdir. İnfografik 1’de, kullanım alanları ve bu alanlarda gerekli elementler gösterilmektedir. Dolayısıyla stratejik ham maddeler üzerindeki kontrol, küresel güç dengelerini etkileme potansiyeline sahiptir. Artan talep ve sınırlı arz, jeopolitik rekabetin odağına NTE’yi yerleştirirken bu elementleri üreten veya işleyebilen ülkeler, ciddi bir avantaj elde etmektedir. Bu elementlerin değerini artıran bir diğer faktör, kolayca çıkarılabilir formlarda bulunmamaları ve çıkarma ile işleme süreçlerinin çevresel ve teknik zorluklar yaratmasıdır. NTE’nin ham cevherden son ürüne kadar süren aşamaları İnfografik 2’de gösterilmiştir.

Günümüzün dijital ve yeşil dönüşüm odaklı ekonomisinde, yenilenebilir enerji teknolojileri ile elektrikli araçlar hızla yaygınlaşmaktadır. Rüzgâr türbinlerinin jeneratörlerinde ve elektrikli araçların motorlarında kullanılan yüksek manyetik özelliklere sahip NTE sayesinde enerji verimliliği artmaktadır. Benzer şekilde, akıllı telefonlar ve diğer elektronik cihazlar için kritik bileşenler olan NTE’ye erişim, rekabet gücünü belirleyen faktörler arasındadır. Bu durum, tedarik zincirlerinin güvenliğini ve sürekliliğini, devletlerin ekonomik ve politik stratejilerinin merkezine yerleştirmektedir.

İnfografik 1: Nadir Toprak Elementlerinin Çeşitli Kullanım Alanları



Küresel güç dengelerinin NTE’yle iç içe geçmesi, devletleri ve çok uluslu şirketleri ham madde güvenliği konusunda uzun vadeli planlar yapmaya zorlamıştır. Bazı ülkeler, NTE madenciliğine yatırım yaparak dışa bağımlılıklarını azaltmayı hedeflerken bazı ülkeler de ham madde kaynağı sunan ülkelerle stratejik ortaklıklar kurmayı seçmektedir. Bu durum hem ticaret hem de diplomasi alanında, farklı ittifakları ve pazarlıkları ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca yüksek teknoloji endüstrisinin ekonomik değeri

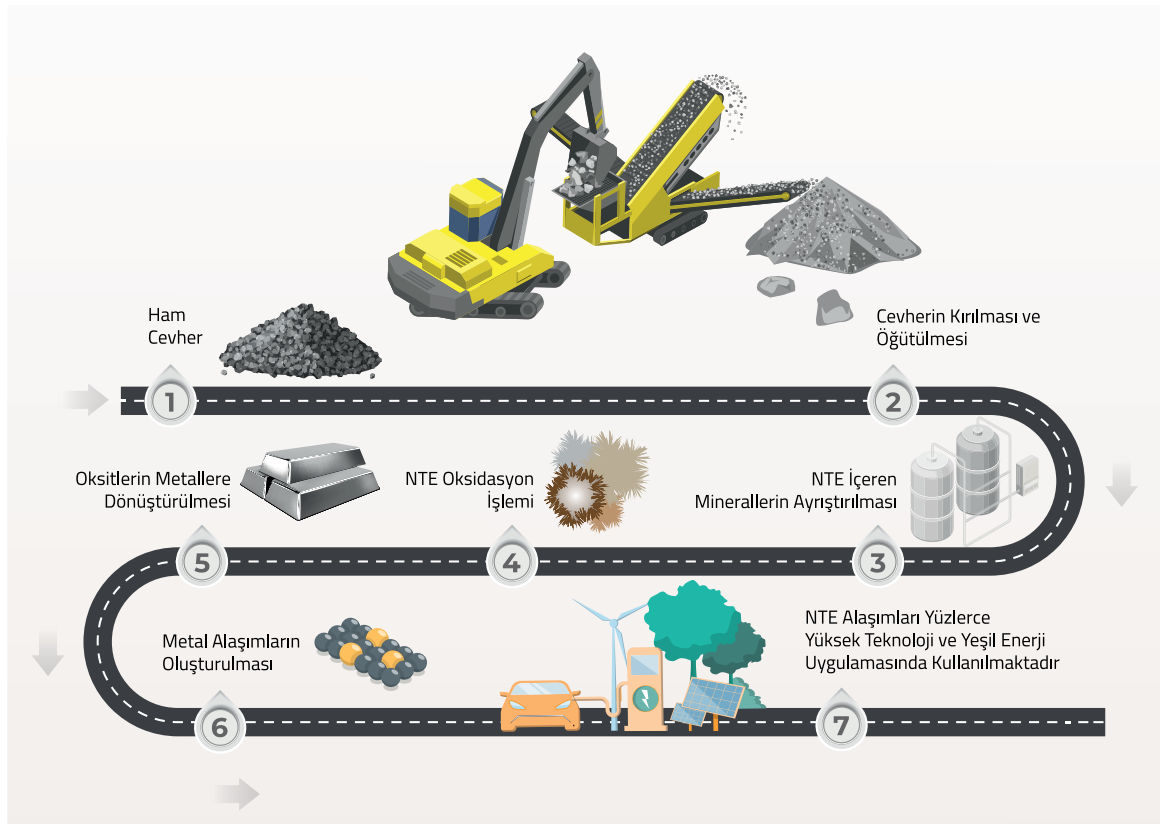
NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE: JEOPOLİTİK SATRANÇTA YENİ DİNAMİKLER VE AKTÖRLER

son derece fazladır. Bu endüstriye hâkim olan ülkeler; aynı zamanda savunma sanayisi, yapay zekâ, uzay teknolojileri gibi alanlarda da liderlik pozisyonu elde edebilir. Dolayısıyla NTE arzını kontrol eden aktörlerin hem konvansiyonel hem de yeni nesil savunma ve güvenlik projelerinde öncelikli rol oynaması mümkündür. Özellikle gelişmiş lazer sistemleri, füze güdüm teknolojileri ve uydu iletişimi gibi stratejik alanlar; NTE olmadan ilerleyemeyecek kadar bağımlıdır.

Küresel güç dengeleri kapsamında verilebilecek en iyi örnek, 2010 yılında Çin ve Japonya arasındaki Diaoyu/Senkaku Adaları anlaşmazlığı sırasında, Çin'in NTE ihracatını Japonya'ya kısıtlamasıdır.² Bu durum, Japonya'nın teknoloji sektörünü olumsuz etkilemiş ve NTE'nin uluslararası ilişkilerde jeopolitik bir silah olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Bir diğer örnek ise 4 Nisan 2025 tarihinde ABD ve Çin arasında yaşanan ticaret savaşları sonucunda, Çin'in bazı NTE'lere satış yasağı getirmesidir.³

Tarihsel süreçte, petrole ve diğer doğal kaynaklara dayalı gerilimlerin ve savaşların yaşandığı bilinen bir gerçektir. Enerji bağımlılığı ve ham madde arzının kritik önemi düşünüldüğünde, NTE'nin de benzer jeopolitik krizlere yol açabilme ihtimali göz ardı edilemez durumdadır. Özellikle savunma, yüksek teknoloji ve yeşil enerji dönüşümü gibi kilit alanlarda bu elementlerin rolü arttıkça, ülkelerin NTE tedarikine olan hassasiyetlerinin yükselmesi mümkündür.

İnfoğrafik 2: Nadir Toprak Elementlerinin Elde Edilme Süreçleri



Bir taraftan söz konusu elementlerin dünya genelinde yaygın rezervlere sahip olmaması diğer taraftan ise rafine ve işleme teknolojilerinin büyük oranda belirli bölgelere veya ülkelere yoğunlaşması, rekabeti artırmaktadır. Stratejik ortaklıklar, ambargolar, NTE ihracatını kısıtlayan politikalar ve fiyat manipülasyonları; tarihte petrol konusunda yaşananlara benzer sahnelerin ortaya çıkmasına sebep olabilir. Teknoloji üreticisi ülkelerin, güvenilir bir tedarik zinciri oluşturmak için maden işletmelerine yatırım yapması ve diplomatik nüfuzlarını kullanması muhtemeldir.

Madencilik sahası üzerinden yaşanacak olası anlaşmazlıklar özellikle Afrika, Güney Amerika ve Asya'nın bazı bölgelerinde dikkat çekici bir boyut kazanabilir. Zira bu coğrafyalarda bulunan zengin maden sahaları, ekonomik açıdan teknoloji üreticisi ülkelerin ilgisini çekerek bölgesel güçlerin rekabetine sahne olmaktadır. Jeopolitik kutuplaşmaların derinleşmesiyle bu sahaların kontrolü veya işletilmesi adına yaşanabilecek çatışmalar, uluslararası toplum için ciddi gerilimler doğurabilecek potansiyeldedir.

Gelecekteki muhtemel kriz senaryolarını hafifletecek bazı dinamikler de mevcuttur:

- İlk olarak teknolojik gelişmelerin hızlanmasıyla birlikte NTE'yi ikame edebilecek malzemeler ve daha az NTE kullanımı gerektiren üretim yöntemleri üzerinde çalışmalar yürütülmektedir.
- Döngüsel ekonomi ve geri dönüşüm teknolojileri, kullanılmış ürünlerden tekrar NTE elde edilebilmesine imkân tanıyarak dışa bağımlılığı azaltabilir.
- Devletler arasında bu konuda imzalanabilecek uluslararası anlaşmalar veya tekelleşme karşıtı düzenlemeler, olası gerginlikleri önleyebilir.

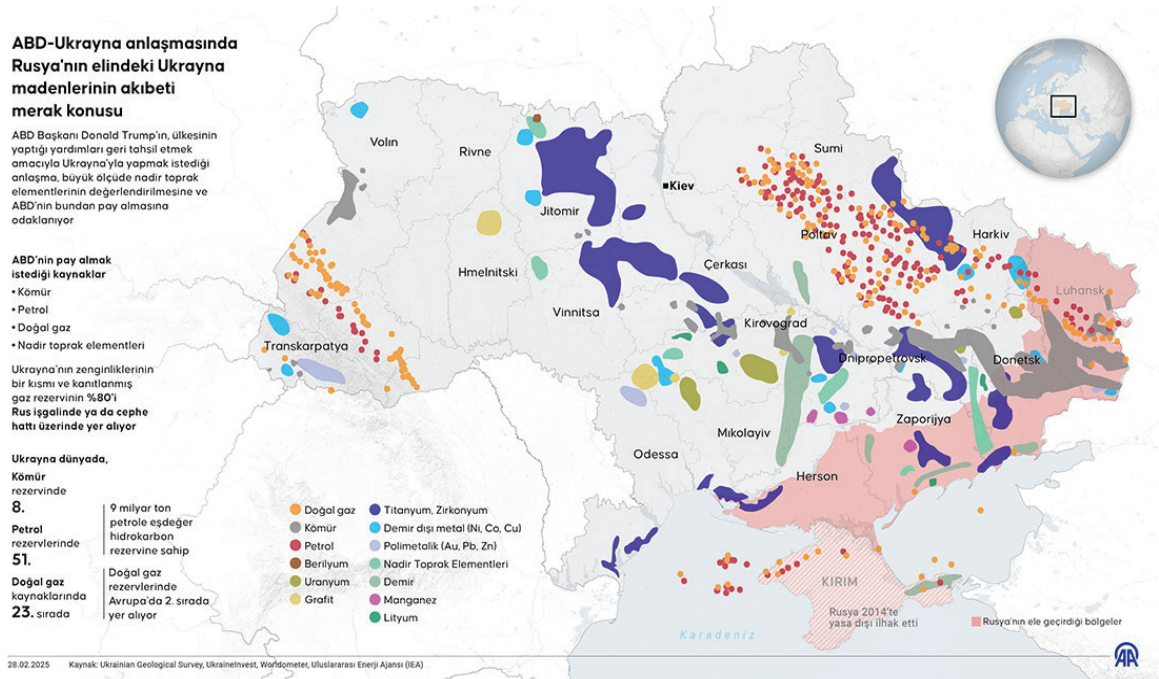
Yine de mevcut tabloya bakıldığında, yüksek teknolojik ürünlerin artan talebi ve enerji dönüşümünün hızlanması sebebiyle NTE'ye olan gereksinim katlanarak büyümektedir. Teknoloji üreticisi ülkeler için stratejik önemi gittikçe artan mezkûr elementler, potansiyel bir kaynak diplomasisi ve baskı aracı hâline gelebilir. Dolayısıyla geçmişte enerjinin yol açtığı jeopolitik kırılmaların benzerinin, geleceğin yüksek teknoloji çağında NTE etrafında şekillenebileceğini söylemek mümkündür.

Özetle NTE, önemli bir güç unsuru hâline gelmektedir. Yeni teknolojiler, enerji sektörü ve savunma sanayisi gibi alanlardaki gelişmeler; NTE'yi önümüzdeki dönemde daha önemli kılmaktadır. Türkiye'nin bu konuda bir aktör olma şansı vardır. Bunun gerçekleşmesi için kurumlarla koordineli ve uzun vadeli bir stratejiye ihtiyaç duyulmaktadır.

UKRAYNA VE SAVAŞIN GÖLGESİNDEKİ REZERVLER

Ukrayna, zengin mineral kaynaklarıyla küresel madencilik sektöründe önemli bir aktör olarak öne çıkmaktadır. Savaşın etkisiyle bazı veriler güncel olmasa da özellikle geçmişte yapılan araştırmalar ve raporlar temel alınarak yaklaşık bir tahminde bulunmak mümkündür. Ukrayna, dünya mineral rezervlerinin yaklaşık %5'ine sahiptir. Ülkenin, dünya yüzeyinin sadece %0,4'ünü kaplamasına rağmen bu orana sahip olması dikkate değerdir.⁴ İnfografik 3'te Ukrayna'nın sahip olduğu maden bölgeleri gösterilmiştir.

İnfoğrafik 3: Ukrayna'nın Sahip Olduğu Yer Altı Kaynakları



Kaynak: Anadolu Ajansı.

Ukrayna; demir ve manganez cevheri, titanyum, lityum, grafit ve NTE gibi değerli minerallerle dikkat çekmektedir. Bu mineraller; savunma, yüksek teknoloji, havacılık ve yenilenebilir enerji sektörlerinde kritik öneme sahiptir. Ancak Rusya'nın; 2014 yılındaki Kırım işgali ve 2022 yılından beri devam eden diğer bölgelerdeki işgalleri özellikle doğu ve güney bölgesindeki madenlerin erişimini ve üretimini kısıtlamıştır. Değerli maden rezervlerinin yaklaşık %40'ı Rus işgali altındaki bölgelerde (Donetsk, Herson, Luhansk ve Zaporijya) yer almaktadır. Bu durum, kaynakların tam olarak değerlendirilmesini ve işletilmesini zorlaştırmaktadır. Aynı zamanda yıllar öncesine dayanan haritalar, eski veriler ve yetersiz modern keşif faaliyetleri; rezervlerin ekonomik uygulanabilirliği konusunda belirsizlik yaratmaktadır. Tablo 1'de Ukrayna'nın ana mineral rezervleri ve konumları özetlenmiştir.

Tablo 1: Ukrayna'nın Ana Mineral Rezervleri ve Bulundukları Konumlar⁵

Mineral	Tahmini Rezervler	Bulundukları Konumlar	Küresel Üretim (%)	Dünyadaki Sıralaması
Demir	6,5 milyar ton	Kryvyi Rih, Kremençuk, Mariupol, Kerç	%1,5	8
Manganez	140 milyon ton	Nikopol, Zaporijya	%1,6	4
Titanyum	8,4 milyon ton	Kiev, Dnipro, Harkiv, Donetsk	%7	9
Lityum	500 bin ton	Shevchenkivskiyi, Polokhivske, Dobra, Kruta Balka	-	1 (Avrupa'da)
Grafit	18,6 milyon ton	Zavallivskiyi, Zarichne, Balakhivskiyi	%4	5
NTE	Dünyanın %5'i	Donetsk, Harkiv, Zaporijya, Kirovograd, Dnipropetrovsk	-	-

Ukrayna Ekonomik Strateji Merkezine göre Ukrayna'nın hidrokarbon rezervlerinin değeri, yaklaşık 360 milyar dolar olarak tahmin edilmekte olup yer altı kaynaklarının toplam piyasa değerinin yaklaşık 15 trilyon dolar olabileceği ileri sürülmektedir.⁶ Ancak Ukrayna'nın madencilik altyapısının geliştirilmesi gerektiği; bu sürecin de milyarlarca dolarlık yatırım gerektirdiği göz önüne alındığında, kısa vadede bu kaynaklardan büyük gelir elde etmek oldukça zor görünmektedir.

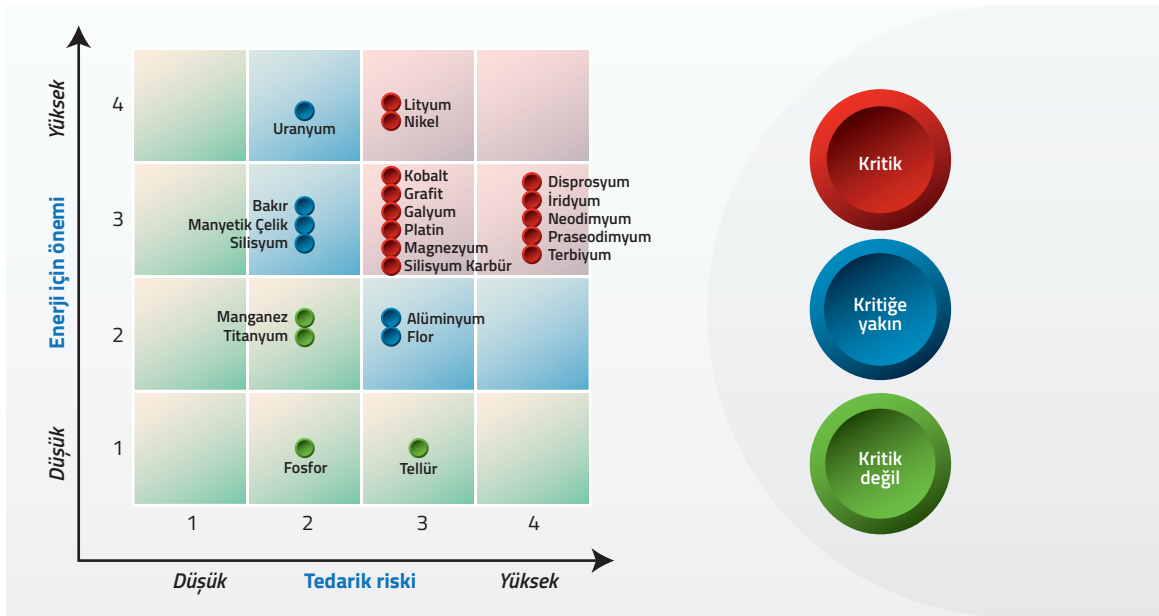
ABD'nin Ukrayna'ya yaptığı askerî ve mali desteğin toplamına dair farklı rakamlar ifade edilmektedir. Bu yardımın 350 milyar dolar olduğu öne sürülürken resmî ABD kayıtları, 30 Eylül 2024 tarihi itibarıyla toplam tutarın yaklaşık 180 milyar dolar olduğunu göstermektedir.⁷ Kiel Enstitüsünün 2025'te yayımladığı çalışmada ise bu tutar, 119 milyar dolar olarak hesaplanmıştır.⁸ 30 Nisan 2025 tarihinde imzalanan Mineral Anlaşması'na göre daha önce gündeme gelen 500 milyar dolarlık geri ödeme yerine, her iki ülkenin %50 ortak olduğu bir fon aracılığıyla yatırımlar yapılacak ve elde edilen gelirler paylaşılacaktır.⁹ Böylece talep edilen minerallerin değeri ile sağlanan desteklerin birbiriyle tam olarak örtüşüp örtüşmediğine dair önceki belirsizlik ortadan kalkmıştır.

Anlaşma sayesinde Ukrayna'dan tedarik edilecek mineraller, ABD'ye alternatif kaynak sunarak olası tedarik aksamalarına karşı kırılganlığı azaltma potansiyeli taşımaktadır. Özellikle ABD'nin Çin'e bağımlılığını düşürerek NTE arz zincirindeki güvenliği güçlendirebilir. Ukrayna'nın, dünya çapındaki kritik mineral rezervlerinin yaklaşık %5'ine sahip olduğu düşünüldüğünde uzun vadede artacak tedarik; yeşil enerji teknolojileri, elektronik ürünler ve savunma sanayisi için hayati minerallerin fiyatlarını istikrara kavuşturabilir veya düşürebilir. Ancak Ukrayna'daki madencilik projelerinin geliştirilmesi ve savaşın sürdürdüğü altyapı sorunları nedeniyle bu olumlu etkilerin kısa vadede hissedilmesi pek olası görünmemektedir.

JEOPOLİTİK SATRANÇ: ABD × ÇİN × RUSYA + GRÖNLAND

Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre yeşil enerji dönüşümü açısından önemli olan minerallerin piyasa değeri, 2024 yılında yaklaşık 325 milyar dolara ulaşmış olup 2040 yılına kadar 770 milyar dolara çıkması beklenmektedir.¹⁰ NTE piyasasının küresel değerinin 2024 yılı için yaklaşık 4 ila 12,5 milyar dolar arasında olduğu tahmin edilmektedir.¹¹ NTE gerektiren elektrikli araç motorları, rüzgâr türbinleri, savunma elektroniği gibi ürünlerin piyasası 1 trilyon doların üzerindedir.¹² ABD Enerji Bakanlığı, 2023 yılında yayımladığı kritik mineraller listesinde, Grafik 1’de gösterildiği gibi bir gruplama yaparak önümüzdeki 10 yıllık süreçte kritik olanları belirlemiştir. Bunlar arasında NTE’den beş tanesinin tedarik riski açısından kritik seviyelerde yer aldığı görülmektedir.

Grafik 1: ABD’nin Kritik Mineraller Açısından Orta Vadeli (2025–2035) Kritiklik Matrisi¹³



NTE, ABD’nin üstünlük sağlaması gereken modern savunma platformlarının neredeyse tamamında vazgeçilmez rol oynamaktadır. Örneğin, F-35 savaş uçağında yaklaşık 410 kg, Arleigh Burke sınıfı DDG-51 destroyerinde 2,36 ton, Virginia sınıfı nükleer denizaltıda ise 4,17 ton NTE bulunmaktadır. Söz konusu elementlere Tomahawk seyir füzeleri, Predator insansız hava araçları, gelişmiş erken-uyarı radar ağları ve akıllı mühimmat gibi pek çok sistemde de ihtiyaç duyulmaktadır.¹⁴ Dolayısıyla NTE tedarikindeki herhangi bir aksama yalnızca tekil platformları değil, ABD’nin entegre caydırıcılık ve operasyonel üstünlük konseptinin bütününe de riske atma potansiyeline sahiptir. Nitekim Nisan 2025’te Çin’in samaryum, gadolinyum, terbiyum, disprosyum, lütesyum, skandiyum ve itriyum ihracatını ABD’ye yasaklaması, NTE’lerin stratejik değerini bir kez daha gözler önüne sermiştir.¹⁵

ABD’nin kendi topraklarında üretebildiği NTE’ler ağırlıklı olarak hafif NTE (HNTE) grubuna girmektedir. Kaliforniya’daki Mountain Pass madeninde lantanyum, seryum, praseodimyum, neodimyum,

samaryum, evropiyum ve gadolinyum gibi HNTE'ler çıkarılırken disprosyum ve terbiyum gibi ağır NTE'lerin (ANTE) üretimi oldukça sınırlıdır. 2020-2023 arasında ABD'nin tüm nadir toprak bileşikleri ve metallerine yönelik ithalatının yaklaşık %70'i Çin'den yapılmıştır.¹⁶ Bu nedenle ABD, ANTE arzını güvence altına alacak yeni tedarik kaynakları aramaktadır. ABD Enerji Bakanlığının kritik mineraller listesi, söz konusu elementlerin enerji teknolojileri açısından hayati olduğuna işaret ederek dışa bağımlılığı azaltma hedefini vurgulamaktadır.¹⁷

Bu bağlamda ABD'nin Grönland'daki NTE arayışları, öncelikle ANTE tedarikini güvenceye alma stratejisi olarak değerlendirilebilir. Grönland; disprosyum, terbiyum ve diğer ağır NTE'ler bakımından zengin rezervleriyle hem Çin'in küresel tedarik zincirindeki hâkimiyetine karşı alternatif bir kaynak oluşturma potansiyeli taşımakta hem de önemli bir jeopolitik hamle niteliği kazanmaktadır.¹⁸

Tablo 2, ABD'nin HNTE için mevcut üretim kapasitesine sahip olduğunu ancak ANTE için Ukrayna ve Grönland gibi alternatif kaynaklara ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Özellikle disprosyum ve terbiyum, yüksek performanslı mıknatıslar için kritik olduğundan ABD'nin bu elementleri kendi kaynaklarından elde etme çabası stratejik bir öncelik olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 2: ABD'nin Stratejik Olarak Önemli Bulduğu Nadir Toprak Elementleri

Element	Tür	Ana Kullanım Alanları	ABD'nin Üretim Kapasitesi
Neodimyum	HNTE	Güçlü mıknatıslar, elektrikli araçlar	Var (Mountain Pass)
Praseodimyum	HNTE	Mıknatıslar, rüzgâr türbinleri	Var (Mountain Pass)
Disprosyum	ANTE	Yüksek sıcaklı mıknatıslar, savunma sanayisi	Sınırlı, çoğunlukla ithal
Terbiyum	ANTE	Mıknatıslar, fosforlar, lazerler	Sınırlı, çoğunlukla ithal

ABD ve Çin arasındaki ticaret savaşları, 2018 yılından beri devam eden tarife ve ticaret kısıtlamalarıyla karakterize edilmektedir. Bu savaşlar; fikrî mülkiyet hakları, teknoloji transferi ve endüstriyel politikalar gibi konuları içermektedir. Ancak NTE, bu ekonomik rekabetin önemli bir bileşenidir. ABD'nin bu elementlere olan bağımlılığı, Çin'in ticaret anlaşmazlıklarında baskı aracı olarak bunları kullanma potansiyelini gittikçe artırmaktadır.

Ukrayna'yla yapılan anlaşma, ABD'nin Çin'e olan bağımlılığını azaltma stratejisinin bir parçası olarak görülebilir. Söz konusu anlaşma, ticaret savaşlarını etkileyebilir:

- **Tedarik zincirlerinin çeşitlendirilmesi:** ABD, Ukrayna'dan başta NTE olmak üzere lityum, titanyum ve grafit gibi kritik mineralleri elde ederek Çin'e olan bağımlılığını azaltabilir. Bu durum, ABD'nin ekonomik dayanıklılığını artırabilir ve Çin'in bu mineralleri bir baskı aracı olarak kullanma yeteneğini zayıflatabilir.
- **Pazarlık gücünün artışı:** Daha az bağımlılık, ABD'nin ticaret müzakerelerinde daha güçlü bir pozisyon almasına olanak tanıyabilir. Çin'in NTE ihracatına yönelik olası kısıtlamaları, ABD'yi daha az etkileyebilir. Bu durum da tarife ve diğer ticaret anlaşmazlıklarında daha fazla esneklik sağlayabilir.

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE: JEOPOLİTİK SATRANÇTA YENİ DİNAMİKLER VE AKTÖRLER

- **Uzun vadeli stratejik rekabet:** Ukrayna'nın NTE kaynakları, Çin'in küresel tedarik zincirindeki hâkimiyetine alternatif bir kaynak sunabilir. Bu durum da ABD'nin ulusal güvenlik ve ekonomik stratejilerini güçlendirebilir.

Bahse konu etkilerin gerçekleşmesi için birkaç zorluk aşılmalıdır. Öncelikle Ukrayna'daki NTE rezervlerinin ekonomik olarak çıkarılabilirliği konusunda veriler sınırlıdır. Sovyet Dönemi'nden kalan haritalar, güncel keşif yöntemleriyle güncellenmemiştir. Ayrıca savaşın etkisiyle altyapı kayıpları ve güvenlik riskleri, madencilik yatırımlarını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle anlaşmanın uygulanabilirliği ve zaman çizelgesi belirsizdir, bu da ticaret savaşlarındaki etkisini geciktirecektir.

Çin ise söz konusu iş birliğine çeşitli şekillerde yanıt verebilir: ABD'ye yönelik NTE ihracatını daha da kısıtlayabilir ve/veya Ukrayna'ya ekonomik baskı uygulayabilir. Ancak bu tür tepkiler, Çin'in küresel pazarlarda rekabetçi kalmak adına ihracat gelirlerine ihtiyaç duyduğu için kendi ekonomik çıkarlarını da etkileyebilir. Ayrıca Çin'in Ukrayna ile kendi ekonomik ilişkilerini güçlendirme çabaları, bu iş birliğini karmaşık hâle getirebilir.

Çin'in İç Moğolistan bölgesinde bulunan Bayan Obo sahası (48 km²), NTE bakımından hem jeolojik hem de ekonomik ölçekte dünyadaki en büyük maden sahası olarak kabul edilmektedir. Madenin yaklaşık 800 milyon ton cevher içerdiği ve ortalama %6 nadir toprak oksit (NTO) tenörüyle 48 milyon tonun üzerinde NTO barındırdığı belirtilmektedir.¹⁹ 2020 yılında yapılan çalışmalara göre muhtemel rezerv 100 milyon tonun üzerine çıkmakta, böylece Bayan Obo tek başına Çin'in toplam NTE rezervlerinin %80'ini ve küresel rezervlerin yaklaşık %40'ını temsil etmektedir.²⁰ Söz konusu büyüklük, Çin'in küresel NTE değer zincirindeki fiyat belirleyici konumunun jeolojik temelini oluşturarak Bayan Obo'yu tedarik güvenliği tartışmalarında stratejik bir mihenk taşı hâline getirmektedir.

Fotoğraf 1: 48 km²lik Alana Yayılmış Dünyanın En Büyük NTE Sahası Bayan Obo



Kaynak: space.com

Çin, NTE piyasasında uzun yıllardır kritik bir konuma sahip olup küresel üretimin büyük bir bölümünü elinde bulundurarak NTE üretiminin yaklaşık %61'ini ve işleme kapasitesinin %92'sini kontrol etmektedir.²¹ Bu durum, Çin'in hem ham madde çıkarma kapasitesinden hem de rafine işlemlerindeki teknolojik altyapısından kaynaklanmaktadır. Dünyadaki bilinen NTE rezervlerinin önemli bir kısmı başka coğrafyalarda bulunsa dahi Çin'in madencilik ve işleme tesislerine yaptığı stratejik yatırımlar, bu ülkeye rakiplerine karşı önemli bir avantaj sağlamaktadır. Özellikle NTE'nin işlenmesi ve yüksek kaliteli malzeme hâline getirilmesinde uzmanlaşan Çin, küresel tedarik zincirinde kilit bir halkadır. ABD'de Mountain Pass-Fort Worth entegre tesisleri tam kapasiteye ulaştığında bile yıllık NdFeB mıknatıs üretimi yalnızca bin tonla sınırlı kalacaktır. Buna karşılık Çin, 2024'te 300 bin ton NdFeB mıknatısı üreterek ABD'nin öngörülen hacminin yaklaşık 300 katına ulaşmıştır.²² Bu rakamlar, Çin'in sadece ham madde üretiminde değil ayrıca bunların kullanılarak üretildiği kalıcı mıknatıs gibi kritik ürünlerde de piyasa hâkimiyetini açıkça göstermektedir.

Bu hâkimiyetin ardında, yıllarca süren devlet destekli politikalar ve uluslararası şirketlerle kurulan iş birlikleri bulunmaktadır. Çin hükûmeti, NTE'ye yatırım yapan yerli maden firmalarını teşvik etmiş, aynı zamanda teknoloji transferini destekleyerek işleme kapasitesinin yurt içinde büyümesini sağlamıştır. Bu sayede küresel piyasalarda fiyatlamayı büyük ölçüde belirleyen bir aktör hâline gelmiştir.

Çin'in küresel NTE arzını yönlendirdiği başlıca araçlar, üretim kotaları ile ihracat ve lisans rejimidir. 2024'ün ilk yarısında cevher üretiminde 135 bin ton, ayrıştırma için ise 127 bin ton kota uygulanmıştır.²³ Bu kota, iki büyük devlet şirketi üzerinden dağıtıldığından küresel fiyatları Çin'in belirlemesine olanak tanımaktadır. Ayrıca Çin, İhracat Kontrol Yasası'nın geniş yetkileriyle güçlendirilen lisans sistemi sayesinde ihracat kısıtlamaları getirebilmektedir. Böylece "üret, kısıtla ve lisansla" zinciri sayesinde hem arzı daraltmakta hem de rakip ülkelerin stok planlarını geciktirerek fiyatları kendi lehine yönlendirmektedir. Bu politikanın sonucu olarak Ticaret Bakanlığı, 4 Nisan 2025 tarihinde samaryum, gadolinyum, terbiyum, disprosyum, lütesyum, skandiyum ve itriyumun ihracatını özel lisansa bağlamış; böylece NTE'ler stratejik denetim altına alınmış ve özellikle ABD'nin stok yönetimi zorlaştırılmıştır.

Son yıllarda Çin'in NTE tedarikindeki egemen konumunun olası risklerini fark eden ülkeler, bu bağımlılığı azaltmak adına çeşitli stratejiler geliştirmeye başlamıştır. ABD ve AB, kendi rezervlerini veya müttefik ülkelerin rezervlerini daha etkin biçimde işletme yönünde adımlar atmaktadır. Özellikle Ukrayna ve Grönland'da bulunan NTE rezervleri için yapılacak anlaşmalarla olası tedarik zinciri sorunlarında, kendilerini güvence altına almayı planlamaktadırlar. Ayrıca ABD'de bulunan Mountain Pass madeni yeniden faaliyete geçirilmiş, potansiyel rezerv sahalarında keşif faaliyetleri hızlandırılmıştır. İkinci olarak döngüsel ekonomi yaklaşımı benimsenerek geri dönüşüm teknolojileri ve atık yönetimi projeleri üzerinde çalışılmaktadır. Elektronik atıklardan NTE geri kazanımı, uzun vadede dışa bağımlılığı azaltabilecek bir seçenektir.

Bunun yanı sıra Avustralya, Kanada, Brezilya ve Hindistan gibi ülkeler NTE rezervlerini geliştirmeye ve dünya pazarına entegre etmeye yönelik politikalar uygulamaktadır. Diplomatik düzeyde ise ABD ile Japonya gibi teknoloji devi ülkeler, tedarik zinciri güvenliği konusunda ortak projelere ve anlaşmalara imza atmaktadır. Böylece kritik ham maddelerin sağlanmasında daha çeşitlendirilmiş bir yapı oluşturulmaya çalışılmaktadır.

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE: JEOPOLİTİK SATRANÇTA YENİ DİNAMİKLER VE AKTÖRLER

Rusya, önemli ölçüde kendi NTE kaynaklarına sahiptir. ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumuna göre Rusya'nın NTE rezervleri, dünya sıralamasında beşinci konumdadır. Ukrayna'da işgal altında bulunan NTE sahaları ise Rusya'nın ABD gibi yüksek bir talep içinde olmadığı madenleri barındırmaktadır. Rusya'nın, Ukrayna'daki mineral projelerinde ABD ile iş birliğine gitmesi, Rusya-Çin ilişkilerini olumsuz etkileyebilir. Zira Çin ve Rusya, stratejik ortaklık diye niteledikleri ilişkilerinde özellikle Batı yaptırımları karşısında birbirlerine destek vermektedir. Rusya'nın Ukrayna'daki ya da kendi NTE kaynaklarını ABD'ye temin etmesi, ABD'nin Çin'e bağımlılığını azaltarak ikili dengeleri değiştirme potansiyeli taşımaktadır. Bununla birlikte uzun vadede Rusya'nın Batı'ya yaklaşması, Çin-Rusya ilişkilerinde güven sorunu doğurabilir.

Rusya'nın ABD ile Ukrayna'daki mineral iş birliğine katılması, AB açısından daha karmaşık bir sonuç doğurabilir. Bu iş birliğinin, Ukrayna'daki çatışmanın çözümü ve Avrupa'daki istikrar için bir adım olarak görülmesi durumunda AB, bunu olumlu bir gelişme olarak değerlendirebilir. Özellikle Ukrayna'nın toprak bütünlüğünün tanındığı ve çatışmanın dondurulduğu bir iş birliği senaryosunda AB, bu durumu barış ve istikrar için bir fırsat olarak görebilir. Ayrıca AB, mineral kaynaklarının Çin dışındaki alternatif kaynaklardan sağlanmasını kendi stratejileriyle uyumlu bulabilir. Ancak ABD'nin bu kaynaklar üzerindeki etkisi konusunda endişeler duyabilir. İş birliği, ABD'nin bu kaynaklara tek taraflı erişimini artırır ve AB'nin çıkarlarını sınırlarsa AB bu durumu olumsuz bir gelişme olarak görebilir. Bir diğer taraftan iş birliği, Rusya'nın Ukrayna'daki işgalini meşrulaştırmak için bir araç olarak kullanılırsa AB buna şiddetle karşı çıkabilir. Bu durumda ise AB'nin değerlendirmesinin olumsuz olacağını ifade etmek mümkündür.²⁴

Öte yandan Çin hâkimiyetine karşı ABD'nin sürdürdüğü alternatif kaynak arayışları, Grönland gibi bölgelere olan ilgiyi artırmaktadır. ABD'nin Grönland'daki NTE'ye olan ilgisi, birden fazla stratejik faktörün birleşiminden kaynaklanmaktadır. Her şeyden önce Grönland coğrafyası, dünyanın önde gelen NTE rezervlerinden bir kısmına ev sahipliği yapabilecek jeolojik zenginliklere sahiptir. Küresel ısınmaya bağlı olarak buzulların erimesi ve yeni maden sahalarının keşfi, bu rezervlerin ekonomik olarak daha cazip hâle gelmesine ve ABD dâhil olmak üzere birçok ülkenin dikkatini çekmesine yol açmıştır.

ABD'nin bu bölgeye yoğunlaşmasının başlıca sebebi, yüksek teknoloji ve savunma endüstrisinde kritik öneme sahip NTE'lerin tedarik güvenliğini sağlamaktır. ABD, hâlihazırda büyük ölçüde Çin'in hâkim olduğu bir tedarik zincirine bağlıdır. Dolayısıyla **Çin kaynaklı muhtemel bir tedarik kısıtlaması veya ambargo durumu, ABD ekonomisinde ve savunma projelerinde ciddi sorunlara yol açabilme riskini beraberinde getirmektedir.** Grönland'daki NTE rezervlerine yatırım yapmak ve potansiyel işletme haklarını güvence altına almak, ABD'nin bu bağımlılığı azaltma stratejisinin bir parçasıdır.

Grönland'daki özerk yönetim ve Danimarka hükûmeti ise çevresel kaygılar ve ekonomik fırsatlar arasında dengeli bir politika izlemeye çalışmaktadır. NTE madenciliği, bölge kalkınmasına katkı sağlayabilecek olsa da çevreye ve yerli halkın yaşam koşullarına dair endişeler de aynı derecede önemlidir. ABD'nin bu hassas dengede nasıl bir yaklaşım benimseyeceği, gelecekteki maden anlaşmaları ve diplomatik ilişkilere yön verecektir. **Sonuç olarak ABD'nin Grönland'daki NTE ilgisinin ardında; tedarik zinciri güvenliği, stratejik rekabet ve jeopolitik nüfuzu artırma amacı gibi çok katmanlı bir motivasyon yer almaktadır.**

KÜRESEL SATRANÇ TAHTASINDA TÜRKİYE’NİN YERİ VE STRATEJİK YOL HARİTASI (2025-2035)

Türkiye, dünya çapında büyük bir NTE potansiyeline sahiptir. Eskişehir/Beylikova bölgesinde bulunan 694 milyon tonluk rezerv, Çin’in ardından dünyanın en büyük ikinci rezervi konumundadır (bk. İnfografik 4). Beylikova’da Eti Maden tarafından kurulmakta olan pilot tesis, yıllık 10 bin ton NTO üretme kapasitesine sahiptir. Ayrıca T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, pilot tesisin ardından endüstriyel üretime geçilmesiyle birlikte yıllık 570 bin ton nadir elementi saflaştıracak bir sanayi tesisi kurmayı hedeflemektedir.²⁵ Eskişehir dışında Sivas, Burdur ve Malatya gibi farklı bölgelerde de yeni rezerv alanları tespit edilmiş olup bu bölgelerdeki çalışmalar devam etmektedir.²⁶ Tüm bu gelişmeler, Türkiye’nin NTE pazarında büyük bir aktör olabileceği anlamına gelmektedir.

İnfografik 4: Türkiye’de Nadir Toprak Elementleri



Kaynak: Anadolu Ajansı.

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE: **JEOPOLİTİK SATRANÇTA YENİ DİNAMİKLER VE AKTÖRLER**

Türkiye'nin NTE üretmesi sadece ekonomik bir kazanç sağlamayacak, aynı zamanda küresel enerji ve teknoloji piyasalarında daha güçlü bir konuma gelmesini de sağlayacaktır. Çin'in söz konusu hâkimiyeti, diğer ülkeleri yeni tedarikçiler aramaya zorladığı için Türkiye'nin uzun vadede küresel NTE piyasasında stratejik bir aktör hâline gelmesi oldukça muhtemeldir.

NTE madenciliği ve işleme süreçleri, yüksek yatırım maliyetleri ve ileri teknoloji gerektirmektedir. Ayrıca NTE'nin işlenmesi, çevresel etkiler bakımından da düzenli bir planlama istemektedir. Ancak Türkiye'nin savunma sanayisi ekosisteminde, yenilenebilir enerji kapasitesinde ve Ar-Ge yatırımlarında artan bir eğilime sahip olması, bu alanda potansiyel bir aktör hâline gelebileceğini göstermektedir.

Savunma sanayisi açısından, modern teknolojilerde NTE kullanımı kritik bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Gündüm sistemlerinden radar teknolojilerine, zırh malzemelerinden yüksek ısıya dayanıklı motor parçalarına kadar pek çok alanda bu elementlere ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye'nin yerli ve millî savunma sistemlerini geliştirme hedefiyle uyumlu olarak NTE kaynaklarını keşfetme, üretme ve işleme konusunda adımlar atması özellikle bazı stratejik elementlerde dışa bağımlılığı azaltarak savunma teknolojilerinin sürekliliğini güvence altına almasını sağlayacaktır.

Enerji sektöründe de benzer bir durum geçerlidir. Rüzgâr ve güneş enerjisinin yanı sıra elektrikli araç teknolojilerinde de NTE kritik öneme sahiptir. Özellikle rüzgâr türbinlerinin jeneratörleri ve elektrikli araç bataryalarında kullanılan kalıcı mıknatıslar (yüksek manyetik nitelik kazandıran NTE alaşımları), Türkiye'nin yenilenebilir enerji hamlelerinde daha rekabetçi olmasına katkı sağlayabilir. Bu nedenle NTE üretiminin veya tedarikinin sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, yeşil dönüşüm hedefleri açısından da önemlidir.

Teknolojik bağımsızlık perspektifinden bakıldığında ise yarı iletkenlerin yanı sıra lazer sistemleri, sensörler ve yüksek sıcaklık süper alaşımları gibi kritik alanlarda da NTE'nin payı büyüktür. Türkiye, bu alanlarda dışa bağımlılığını azaltmak ve yerli üretimi artırmak için NTE tedarik zincirini güvence altına almalı ve kendi rezervlerini işlemeye yönelik kapsamlı bir strateji belirlemelidir. Bu strateji; madencilik, Ar-Ge, çevreye duyarlı teknolojiler ve uluslararası iş birliklerinin bir bütün hâlinde ele alınmasını gerektirmektedir. Uzun vadede doğru yatırım ve politikalarla Türkiye'nin söz konusu rekabette kendine önemli bir yer edinmesi mümkündür.

Küresel NTE pazarının önümüzdeki 10 yılda üç kattan fazla büyümesi beklenmektedir. En büyük itkiyi ise elektrikli araç motorlarıyla doğrudan tahrikli rüzgâr türbinleri yaratmaktadır. Bu ivmenin Türkiye'ye yansması, Beylikova gibi büyük sahaların devreye girmesiyle birlikte ciddi bir talep karşılama gücüne dönüşebilir. Bununla birlikte rafineri-alaşım teknolojisinin hâlen Çin, Japonya ve Fransa merkezli olması, bir "teknoloji açığı" doğurmaktadır. Lisans anlaşmalarının yanında güçlü ve yerli bir Ar-Ge ekosistemi geliştirilmezse katma değer basamağında geri kalınabilir. Son olarak Gümrük Birliği statüsünün sağladığı düşük tarifeler ve Karadeniz-Doğu Akdeniz limanlarına dayalı lojistik ağ, Avrupa'nın "yakın bölge tedarikçisi" arayışında Türkiye'yi doğal ve en güçlü adres yapmaktadır.

Bu potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilebilmesi, dengeli bir finansman modeli ve esnek bir ticari politika gerektirmektedir. Kamu-özel sektör ortaklıklarının, kalkınma bankalarının ve varlık fonlarının birlikte kullanılması sermaye maliyetini aşağı çekerken tek kaynağa bağımlılığı da azaltılabilir. Uzun vadeli satış sözleşmelerinin üretimin yarısını aşmaması, fiyat dalgalanmalarına karşı hareket alanı

birakacak ve farklı pazarlara açılımı kolaylaştıracaktır. NTE çıkarılan bölgelerde bulunan toryum ve skandiyum gibi yan ürünlerin de ekonomik değere dönüştürülmesi, yatırım geri dönüş süresini kısaltan ek bir gelir kalemi sağlayacaktır. Son olarak hurda mıknatıs ve elektronik atıklardan geri kazanım hattı kurmak, ham madde talebini dengeleyecek stratejik bir tampon işlevi görebilir ve tesislerin ham madde temin riskini azaltabilir. **Elektronik atık toplama zorunluluğu, hurda mıknatıs ithalat teşviki, KDV muafiyeti gibi somut politika araçları bu süreci destekleyecektir.**

Tablo 3, Türkiye'nin NTE ekosistemini 10 yıllık bir perspektifle geliştirmesine yönelik öneri niteliğinde bir yol haritası sunmaktadır. Amaç; rezerv, rafineri, nihai ürün zincirini yurt içinde tamamlayarak hem ulusal talebi karşılayacak hem de Avrupa-Asya pazarlarına açılacak bütüncül bir model oluşturmaktır.

Tablo 3: Türkiye'nin NTE Ekosisteminin Geliştirilmesine Yönelik Yol Haritası

Dönem	Önerilen Öncelik	Temel Göstergeler
2025-2028 (<i>Temel altyapı</i>)	- Beylikova başta olmak üzere ana sahalarda JORC/NI-43-101/UMREK uyumlu rezerv doğrulaması - Pilot tesisinin devreye alınması - Üniversite-sanayi konsorsiyumuyla mıknatıs alışımlı Ar-Ge yatırımları	2027 sonunda kanıtlanmış ve muhtemel rezervin rakamsal olarak gösterilmesi - Yıllık 1.200 ton üretim - Yerli manyetik toz prototip oranı ~%20
2028-2032 (<i>Ölçek büyüme</i>)	- Çoklu teknoloji lisansına sahip entegre rafineri kurulumu - Mineraller Güvenlik Ortaklığı (Minerals Security Partnership) gibi uluslararası iş birlikleri	- Yıllık 500 bin ton cevher işleme 2030 itibarıyla NTO'nun $\geq$ %50'si manyetik toza dönüştürülmüş olmalı - Yıllık NdFeB mıknatıs üretimi $\geq$ 2.500 ton
2032-2035 (<i>Küresel konumlama</i>)	- Sinterlenmiş mıknatıs ve elektrikli araç motor montaj hattı yatırımları - İkincil ham maddeden (elektronik atık, hurda mıknatıs) geri kazanım kapasitesinin kademeli olarak artırılması - Dış kaynaklı fonlarla teknoloji ortaklıklarının çeşitlendirilmesi	2035'te katma değer çarpanı (cevher→nihai ürün) $\geq$ 10 - İkincil NTE girdisi toplam arzın ~%25'i

NTE, geleceğin petrolü olabilir fakat Türkiye açısından "çıkar→sat" modelinden ziyade "rafineri, geri dönüşüm, çevre" üçlüsünün aynı hızda yürütülmesi kazançlı olacaktır. Önümüzdeki 10 yıl, Türkiye için "rezerv sahibi" konumundan "katma değer üreticisi" konumuna geçiş fırsatı barındırmaktadır. Kritik başarı faktörleri; kanıtlanmış rezerv verisi, ölçeklenebilir rafineri yatırımı, ileri manyetik alıştırma teknolojisi ve finansal diplomatik portföy çeşitliliği olarak öne çıkmaktadır. Bu unsurlar dengeli yönetildiğinde Türkiye, 2035 yılına kadar hem bölgesel hem de küresel olarak nadir toprak tedarik zincirinde güçlü bir yer edinecektir.

SONUÇ

SONUÇ

Dijitalleşme ve karbon-nötr büyüme ekseninde hızlanan küresel dönüşüm, NTE'yi jeopolitik rekabetin merkezine yerleştirmiştir. Çoğu ülke; ileri savunma sistemleri, yenilenebilir enerji altyapıları ve yüksek performanslı elektronik için vazgeçilmez olan bu elementlere her zamankinden daha fazla ihtiyaç duysa da arz, tek merkezli bir yapıya sahiptir. Çin, cevher üretiminden rafinaja ve son kullanım mıknatıs üretimine kadar neredeyse tam hâkimiyet kurarak kritik tedarik zincirini belirleyen oyuncu konumundadır. Böylesi yoğunlaşmış bir yapıda her fiyat dalgalanması veya ihracat kısıtlaması yalnızca ekonomik değil, stratejik etkiler de yaratmaktadır.

Bu asimetrik tabloda ABD, kendi topraklarında sınırlı ölçüde de olsa HNTE üretebilmesine karşın ağır elementlerde ciddi dışa bağımlılık yaşamaktadır. Mountain Pass-Fort Worth hattında başlatılan tam entegre madende, ayrıştırma ve mıknatıs üretimi tedarik zinciri kurulurken üretim hacmi, yakın vadede Çin'in mevcut kapasitesiyle kıyaslanamayacak ölçekte düşük olacaktır. Modern savunma platformlarında tonlarla ölçülen NTE kullanımı dikkate alındığında, arz güvenliği yalnızca endüstriyel rekabet meselesi değil, doğrudan ulusal güvenlik sorunu olarak da ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla Vaşington, iç kapasiteyi artırırken aynı anda ittifak temelli tedarik çözümleri geliştirmek zorunda da kalmaktadır.

Bu noktada Ukrayna, Grönland ve Türkiye gibi yeni veya yeniden gündeme gelen kaynaklar hem coğrafi çeşitlenme hem de politik dengeleme işlevi görebilir. Ancak Ukrayna rezervlerinin önemli bir kısmının aktif çatışma bölgesinde kalması, Grönland'ın ekolojik hassasiyetler ve yerel halk onayıyla ilerlemesi ve Türkiye'nin rafinasyon ölçeklenmesi gibi zorluklar; arzın kısa sürede serbestçe piyasaya akmasının önünde engel teşkil etmektedir. Bu nedenle ikincil kaynaklardan geri kazanım, elektronik atık ve hurda mıknatıs geri dönüşümü gibi döngüsel ekonomi çözümleri talep baskısını hafifletmektedir ve kritik bir ara rol de üstlenebilir. Arz çeşitlenmesini; teknoloji paylaşımı ve uzun vadeli yatırım güvenliğiyle desteklemek, tedarik risklerine karşı en etkili sigorta olarak görünmektedir.

Türkiye için stratejik bir yol haritası, üç ayaklı bir yaklaşım önermektedir:

1. Maden, rafineri ve nihai ürün üretimini aynı ekosistemde bütünleştiren kapalı devre tesisler,
2. Güçlü bir döngüsel ekonomi politikası ile ikincil kaynakların sistematik olarak devreye sokulması,
3. Süreç yenilikleri ve mıknatıs alışimleri geliştirmeye yönelik Ar-Ge yatırımlarıyla teknoloji bağımlılığını azaltmak.

Bu adımların; finansman, çevresel regülasyon ve uluslararası iş birliği çerçevesinde eş güdümlü yürütülmesi hâlinde, NTE değer zinciri sürdürülebilir ve dirençli bir yapıya kavuşturulabilir. Başarılı ülkeler; jeoloji, teknoloji ve diplomasi kesişiminde erken pozisyon alarak hem ekonomik refahlarını hem de stratejik özerkliklerini güçlendirirken diğer ülkeler, uzun vadeli tedarik risklerinin yüksek maliyetleriyle karşı karşıya kalacaktır.

KAYNAKÇA

KAYNAKÇA

- ¹ Vysetti Balaram, Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact (2019). Erişim Adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987119300258> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ² Milton Ezrati, China Plays Hard Ball With Rare Earth Elements (2022). Erişim Adresi: <https://www.forbes.com/sites/miltonezrati/2022/05/09/china-plays-hard-ball-with-rare-earth-elements/> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ³ Eunice Yoon, Erin Doherty, China Keeps Hold on Rare Earth Metals After Lifting Some U.S. Export Curbs (2025). Erişim Adresi: <https://www.cnn.com/2025/05/15/china-trump-trade-deal-export-controls.html#:~:text=On%20April%20%2C%20China%20announced,%2C%20lutetium%2C%20scandium%20and%20yttrium.> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ⁴ Sarah Shamim, US-Ukraine Critical Minerals Deal: What we Know So Far (2025). Erişim Adresi: <https://www.aljazeera.com/economy/2025/2/26/us-ukraine-critical-minerals-deal-what-we-know-so-far> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ⁵ Bruno Venditti, Mapped: Ukraine's Mineral Resources (2025). Erişim Adresi: <https://www.visualcapitalist.com/mapped-ukraines-mineral-resources/> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ⁶ Inshara Ali and Dan De Luce, What to Know About Ukraine's Mineral Wealth (2025). Erişim Adresi: <https://www.nbcnews.com/politics/national-security/what-know-ukraines-mineral-wealth-rcna194070> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ⁷ Mared Gwyn Jones, Fact-checking President Trump's claims on US financial support to Ukraine (2025). Erişim Adresi: <https://www.euronews.com/my-europe/2025/02/26/fact-checking-president-trumps-claims-on-us-financial-support-to-ukraine> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ⁸ Giuseppe Irto, Ivan Kharitonov, Taro Nishikawa, Christoph Trebesch, Ukraine Aid: How Europe Can Replace US Support (2025). Erişim Adresi: https://www.ifw-kiel.de/fileadmin/Dateiverwaltung/IfW-Publications/fis-import/c3f6146b-52c8-40d4-8e3e-78002913cb18-KPB_186_final_Version.pdf [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ⁹ Gracelin Baskaran ve Meredith Schwartz, What to Know About the Signed U.S.-Ukraine Minerals Deal (2025). Erişim Adresi: <https://www.csis.org/analysis/what-know-about-signed-us-ukraine-minerals-deal> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ¹⁰ International Energy Agency, Global Critical Minerals Outlook 2024 (2024). Erişim Adresi: <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ¹¹ Ellie Saklatvala, The Bizarre Case of Ukraine's 'Rare Earths' (2025). Erişim Adresi: <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/market-opinion-and-analysis-blog/the-bizarre-case-of-ukraines-rare-earths> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ¹² Glenn Hegar, Rare Earth Elements Supply Chain (2021). Erişim Adresi: <https://comptroller.texas.gov/economy/economic-data/supply-chain/2021/rare-earth.php> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ¹³ U.S. Department of Energy, Critical Materials Assessment (2023). Erişim Adresi: https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-07/doe-critical-material-assessment_07312023.pdf [Erişim Tarihi: 27.04.2025].

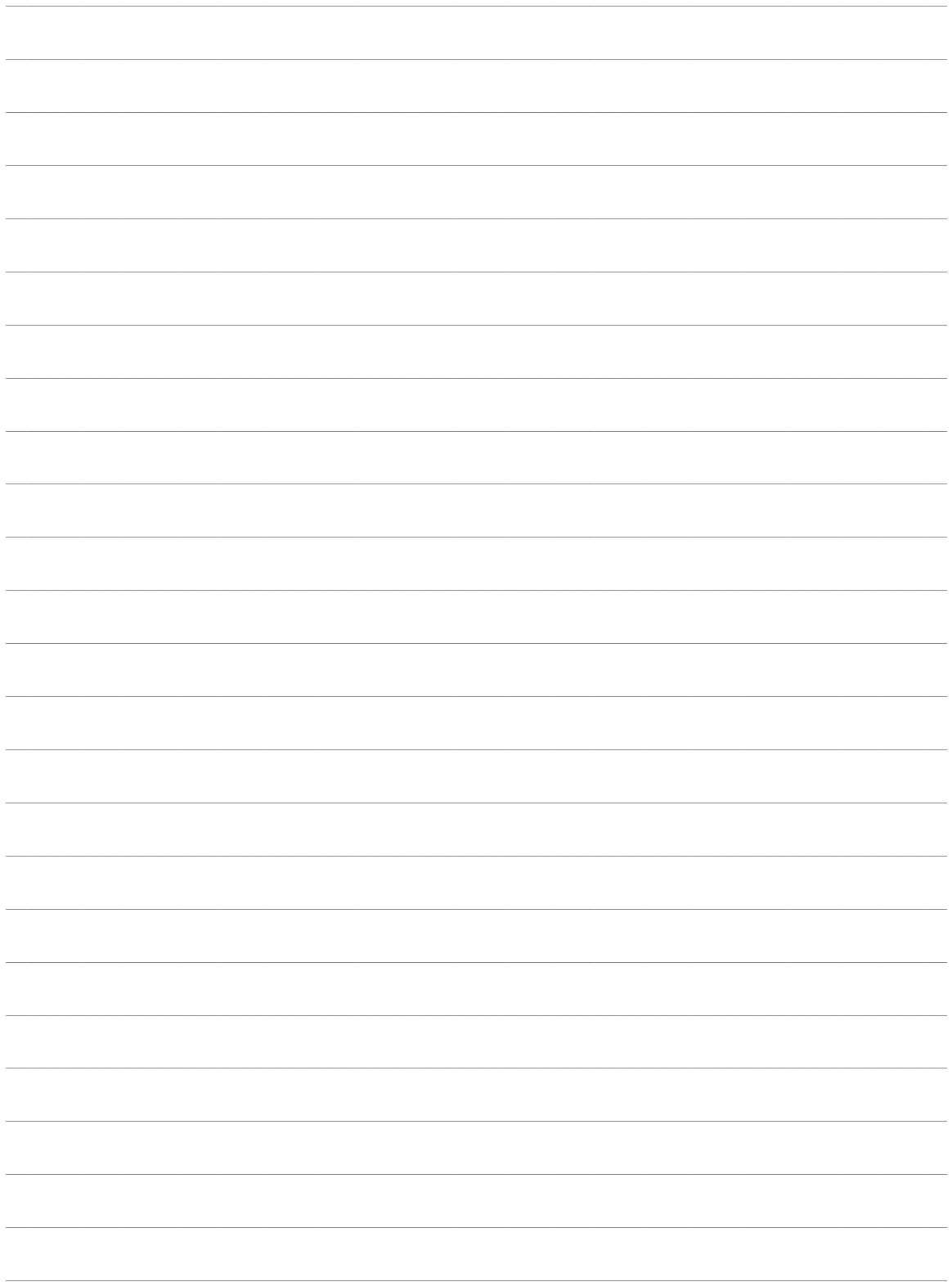
NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE: JEOPOLİTİK SATRANÇTA YENİ DİNAMİKLER VE AKTÖRLER

- ¹⁴ Todd Lopez, DOD Looks to Establish 'Mine-to-Magnet' Supply Chain for Rare Earth Materials (2024). Erişim Adresi: <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/3700059/dod-looks-to-establish-mine-to-magnet-supply-chain-for-rare-earth-materials/#:~:text=The%20F%2D35%2C%20for%20instance,class%20submarine%20needs%209%2C200%20pounds.> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ¹⁵ Gracelin Baskaran and Meredith Schwartz, The Consequences of China's New Rare Earths Export Restrictions (2025). Erişim Adresi: <https://www.csis.org/analysis/consequences-chinas-new-rare-earths-export-restrictions> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ¹⁶ U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries 2025. Erişim Adresi: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025.pdf> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ¹⁷ Department of Energy, Notice of Final Determination on 2023 DOE Critical Materials List (2023). Erişim Adresi: <https://www.federalregister.gov/documents/2023/08/04/2023-16611/notice-of-final-determination-on-2023-doe-critical-materials-list> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ¹⁸ Jackie Northam, Greenland Is Not For Sale. But It Has Rare Earth Minerals America Wants (2019). Erişim Adresi: <https://www.npr.org/2019/11/24/781598549/greenland-is-not-for-sale-but-it-has-the-rare-earth-minerals-america-wants> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ¹⁹ U.S. Geological Survey, Rare-Earth Elements (2017). Erişim Adresi: <https://pubs.usgs.gov/pp/1802/o/pp1802o.pdf> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ²⁰ Baogang Group, Bayan Obo Rare Earth Mine (2020). Erişim Adresi: <https://www.nsenergybusiness.com/projects/bayan-obo-rare-earth-mine/?cf-view&cf-closed> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ²¹ Ayeshea Perera, Why China curbing rare earth exports is a blow to the US (2025). Erişim Adresi: <https://www.bbc.com/news/articles/c1drqeev36qo> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ²² Bk. Gracelin Baskaran and Meredith Schwartz, The Consequences of China's New Rare Earths Export Restrictions.
- ²³ Fastmarkets, China issues first batch of rare earths quotas for 2024. Erişim Adresi: <https://www.fastmarkets.com/insights/china-issues-first-batch-of-rare-earths-quotas-for-2024> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ²⁴ Courtney Kube, Carol E. Lee and Dan De Luce, Russia offered U.S. a deal for minerals in Ukrainian territory it seized (2025). Erişim Adresi: <https://www.nbcnews.com/politics/national-security/russia-offered-us-deal-minerals-ukrainian-territory-seized-rcna193700> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ²⁵ Celal Erbay, Türkiye'nin Nadir Toprak Elementleri Stratejik Olarak Neden Önemli? (2025). Erişim Adresi: <https://www.aa.com.tr/tr/analiz/turkiyenin-nadir-toprak-elementleri-stratejik-olarak-neden-onemli/3474854> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].
- ²⁶ T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Nadir Toprak Elementleri Sektör Raporu (2020). Erişim Adresi: <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/NadirToprakElementleriSektorRaporu.pdf> [Erişim Tarihi: 27.04.2025].

NOTLAR

[illegible]





NADİR TOPRAK
ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE:
JEOPOLİTİK SATRANÇTA
YENİ DİNAMİKLER VE
AKTÖRLER

MAYIS 2025