

# Nadir Toprak Elementleri

**İ**lk nadir toprak elementi olan İtiryum'un (Y) 1794'teki keşfinden bu yana 17 farklı nadir element periyodik tabloda yerini aldı. 1960'larda renkli televizyona olan talebin patlamasıyla ABD nadir toprak elementleri (NTE) pazarına girdi. 1980'lerin sonlarında ise Çin'in bu elementleri çok düşük fiyatlarla satması yeni bir ticari savaş alanının habercisi oldu.

Pazarda düşen fiyatlar sebebiyle ABD'nin kâr edemeyen madenlerini kapatması sonrasında 2010 yılında Çin'in ithalatını durdurması ise NTE fiyatlarının fırlamasına yol açtı. Bu gelişme içerisinde ABD, Avustralya, Rusya, Tayland ve Malezya'nın bulunduğu diğer ülkelerin de yeniden üretime geçmelerini motive etti<sup>1</sup>.

Küresel üretimin yüzde 80'inden fazlasını Çin'in yaptığı ve sağlıktan savunma sanayiine kadar birçok alanda kullanılan NTE konusunda ABD ve diğer ülkeler dışa bağımlılığı azaltmanın yollarını arıyor<sup>2</sup>.

Bu nedenle ticaret savaşlarında kritik öneme sahip olan nadir toprak elementlerinin ne olduğuna, hangi alanlarda kullanıldığına ve dünyadaki dağılımına daha yakından bakmakta fayda var.

## Nadir Toprak Elementleri Nelerdir?

Nadir toprak elementi olarak adlandırılan toplam 17 adet element bulunuyor. Genelde toprak altında küçük rezervler halinde bulunan NTE'yi "nadir" yapan şey aslında rezervlerin azlığı değil bu elementleri işlemenin zorluğu ve maliyetinin yüksek olmasıdır<sup>2</sup>.

Birçok bilim kitabında NTE kimyasal olarak birbirine çok yakın özellik göstermektedir. Bu sebeple yaklaşık yüzde 25'i benzer sektörlerde kullanılabilir. Geriye kalan yüzde 75'i ise eşsiz özellikleri ile sektörel kullanımlarda farklılık gösteriyor<sup>3</sup>.

Bu elementler, akıllı telefonlardan bilgisayarlara, elektrikli arabalardan yüksek teknoloji savaş uçaklarına ve uydulara kadar çok geniş bir alanda imalat süreçlerinin önemli bir parçasını oluşturuyor<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <https://geology.com/articles/rare-earth-elements/>

<sup>2</sup> <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-48522318>

<sup>3</sup> <https://www.britannica.com/science/rare-earth-element>

## NTE'nin Kullanıldığı Alanlar

Ülkeler arasındaki ticari savaşta önemli bir konumu olan NTE, içlerinde savunma sanayiinin de bulunduğu birçok farklı alanda kullanıma sahip. Bu elementlerin kullanım alanlarından bazılarını göz atalım<sup>4,5</sup>.

**Skandiyum (Sc):** Havacılık bileşenleri, civa-buhar lambaları, alkali piller, koruyucu boyalar, böcek ilaçları gibi alanlarda özellikle hafif alaşımların kuvvetlendirilmesinde öneme sahip bir elementtir.

**İtriyum (Y):** Lazerler, mikrodalga filtreleri, LCD ve LED ekranlar, optik sistemler ve mercekler, enerji tasarruflu lambalar, tıbbi iğneler gibi kullanım alanlarına sahiptir.

**Lantanyum (La):** Karbon esaslı aydınlatma sistemleri, hibrid araç pilleri gibi alanlarda kullanılıyor.

**Seryum (Ce):** Sıcaklık direncini artırmasıyla çakmak taşı yapımı ve petrol rafinerileri için akışkan katalitik çatlama katalizörü olarak kullanılıyor.

**Prasedmiyum (Pr):** Hibrid otomobil motorlarında, rüzgâr türbinlerinin motor ve jeneratörlerinde, uçak alaşımlarında, lazerler, floresan ve enerji tasarruflu lambalarda kullanılmaktadır.

**Neodimyum (Nd):** Güçlü mıknatıs üretiminde, göz cerrahisi ve kozmetik cerrahinin yanı sıra deri kanserlerinin tedavisinde kullanılan yüksek güçlü kızılötesi yeşil lazerlerin üretiminde kullanılıyor.

**Prometyum (Pm):** Uzay araçları ve uydularda ilave ısı kaynağı olarak, radyasyon ölçüm cihazları, güdümlü füzeler, nükleer bataryalar, atomik kalp pilleri ve güneş pilleri gibi çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır.

**Samaryum (Sm):** Aydınlatma sistemlerinde, bazı kanser türlerinin tedavisinde, nükleer reaktör kontrol çubuklarında güçlü bir nötron soğurucu olarak, seramik, cam, hassas güdümlü silahlar, radyoaktif tarihleme uygulamaları gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

**Evropiyum (Eu):** Floresan ve televizyon ekranlarında, nötron soğurucu özelliğiyle nükleer reaktörlerde kullanılan kontrol çubuklarında, lazerler, floresan camları, kuantum bellek yongaları, oksit kaplama gibi alanlarda kullanılmaktadır.

**Gadolinyum (Gd):** MR görüntüleme sistemlerinde netliği artırmak için ilaç bileşeni olarak, nükleer reaktörlerin kontrol çubuklarında, manyetik özelliğiyle mıknatıslarda, bilgisayar bellekleri ve çiplerinde kullanılmaktadır.

**Terbiyum (Tb):** Yüksek sıcaklıklara dayanıklı yapısı ile yakıt hücrelerinde, rüzgâr türbinlerinin elektrik motorlarında, biyolojik ve tıbbi araştırmalarda, bazı hastalıkların erken teşhis ve tedavisi gibi alanlarda kullanılıyor.

**Disprosyum (Dy):** Nükleer reaktörlerdeki kontrol çubuklarının yapımında ve nükleer santrallerde nötronları soğurmada, MR görüntüleme sistemlerinde kontrast ajanı olarak, radyasyon etkisi tespiti gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

**Holmiyum (Ho):** Nükleer fizik deneylerinde, fiber optik uygulamalarda, elektronik cihazlarda ve hassas radar sistemlerinde tercih edilen bir elementtir.

**Erbiyum (Er):** Medikal lazerlerin yanı sıra fiber optik kablolarda, nükleer santrallerdeki nötron soğurucu kontrol çubuklarında ve füzyon kontrolünde, cam, güneş gözlükleri, porselen emaye sırları ve yapay mücevher taşlarının renklendirilmesinde kullanılıyor.

**Tulyum (Tm):** Deri ve cilt hastalıklarının tedavisinde, medikal estetik alanında etkin işlev gören cerrahi lazerlerde, küçük röntgen cihazlarının yanı sıra avro banknotlarını sahtelerinden ayırt edebilmek için de kullanılmaktadır.

**İterbiyum (Yb):** Taşınabilir radyasyon kaynaklarında, paslanmaz çelik alaşımında, organik kimyada, petrol arama işlemlerinin yanı sıra depreme bağlı zemin deformasyonlarını izlemek için basınç göstergelerinde kullanılmaktadır.

**Lütesyum (Lu):** Nükleer tıpta, kanser tedavisinde ve tomografi cihazlarında faydalanan bir elementtir.

4 <https://www.bbc.com/news/world-17357863>

5 <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/nadir-toprak-elementi>

## NTE'nin Savunma Sanayii Açısından Önemi ve Kullanım Alanları

NTE askeri alanda kritik öneme sahip. Akıllı bombalardan güdüm sistemlerine, savaş jetlerinden uydu iletişim sistemlerine kadar birçok alanda savunma sanayii dayanıklılığı, mıknatıs etkileri ve daha birçok eşsiz özellikleri nedeniyle NTE'yi tercih ediyor<sup>6</sup>.

NTE, ABD ulusal savunma sektörlerinde önemli bir rol oynuyor. ABD'nin en büyük savunma sanayii firmaları NTE'yi üretim süreçlerinde yoğun miktarda kullanıyor.

ABD ordusu, gece görüş sistemlerinde Lantanyum'u kullanıyor. Neodimyum lazer mesafe ölçerler, güdüm sistemleri ve iletişim sistemlerinde kullanılırken, Evropiyum floresan ve fosfor lambalarla monitörlerde, Erbiyum ise fiber optik veri transferi sistemlerinde önem kazanıyor. Samaryum ise yüksek sıcaklıklarda stabil olmasıyla mıknatıslarda, hassas güdümlü silahlarda ve radara yakalanmayan gizlilik teknolojilerinde önemli ölçüde kullanılıyor. Ayrıca bu elementler çok sert alaşımlara imkân verdiğinden zırhlı araçların imalatında kilit rol oynuyor<sup>1</sup>.

NTE'nin güçlü mıknatıslara ihtiyaç duyan elektrik motorlarında kullanımı ve ABD ordusunun bu alandaki yatırımları önemli bir pazar oluşturuyor. Donanmanın Zumwalt DDG 1000 güdümlü askeri destroyerinin hareket sistemleri Terbiyum, Disprosyum, Samaryum, Prasedmiyum ve Neodimyum'a ihtiyaç duyuyor<sup>7</sup>.

Patriot füzelerinin imalatçısı olan Rytheon ile F-35 gibi savaş uçaklarını üreten Lockheed Martin ise nadir toprak elementlerini füze güdüm sistemleri, yakıt sistemleri ve sensörlerin üretiminde kullanıyor<sup>2</sup>.

## Ülkelerin NTE Rezervleri

Dünya üzerinde, toplam NTE rezervi 1 milyon metrik tonun (MT) üzerinde olan yedi ülke bulunuyor. Rezerv büyüklüklerine göre ülke sıralamasında ilk sırada Çin yer alıyor. Çin'i sırasıyla Brezilya, Vietnam ve Rusya izliyor.

- **Çin:** 44 milyon MT ile dünyanın en büyük NTE rezervi Çin topraklarında bulunuyor. Ayrıca 2018 yılında yaptıkları 120 bin MT üretimle bu alanda Çin liderliği elinde tutuyor.
- **Brezilya:** Brezilya 22 milyon MT NTE rezervi ile ikinci sırada bulunuyor. Her ne kadar 2018 yılında 1000 MT üretim yapılmışsa da rezervlerin toplam değerinin 8.4 milyar dolar olduğu düşünülüyor.
- **Vietnam:** 22 milyon MT ile Brezilya ile ikinciliği paylaşan Vietnam da önemli bir NTE kaynağı. 2018 yılındaki 400 MT üretimi az görünse de yeşil enerji yatırımları nedeniyle NTE'ye olan ilginin artması bekleniyor.
- **Rusya:** Rusya 12 milyon MT rezervi ile dördüncü sırada yer alıyor. Ancak radyoaktif yan ürünleri nedeniyle NTE maden işleri için ortak arayan Rusya ile ilgili daha fazla bilgi bulunmuyor.
- **Hindistan:** Hindistan 6.9 milyon MT rezervle beşinci sırada bulunuyor. NTE'nin zengin bulunduğu dünya plajları ve kum minerallerinin yüzde 35'ine sahip Hindistan önemli bir NTE kaynağı oluşturuyor.
- **Avustralya:** Altıncı sırada 3.4 milyon MT rezerv ile Avustralya bulunuyor. 2018 yılındaki 20.000 MT üretimle en büyük ikinci NTE sağlayan ülke olan Avustralya'nın üretimini 2025'e kadar yıllık 10.500 MT artırması bekleniyor.
- **ABD:** 1.4 milyon MT ile ABD yedinci sırada bulunuyor. Rezervlerini efektif kullanamayan ABD, 2018 yılındaki 160 milyon dolarlık ithalatı ile NTE'yi en çok ithal eden ülke. ABD'nin yoğun NTE ihtiyacı ve ana tedarikçinin Çin olması bu iki ülke arasındaki ticari savaşta önemli sonuçlar doğuruyor.

6 [https://ewi.org/wp-content/uploads/2013/01/EWI\\_Energy\\_Center\\_RareEarthMaterialsQandA.pdf](https://ewi.org/wp-content/uploads/2013/01/EWI_Energy_Center_RareEarthMaterialsQandA.pdf)

7 <https://highenergytrading.com/defense-metals-the-canadian-company-taking-on-chinas-rare-earth-monopoly/>

Bu ülkelerin dışında Malezya gibi 30.000 MT ile daha küçük rezervlere sahip başka ülkeler de var. Toplam dünya rezervinin ise 120 milyon MT civarında olduğu düşünülüyor<sup>8</sup>.

### **NTE'nin Politik Etkisi**

Savunma sanayiinde önemli rol oynayan NTE'nin üretiminin tekelleşmesi ise belirli riskleri ortaya çıkarıyor. Son dönemde özellikle Çin'in bu pazarda sahip olduğu hâkimiyet endişe uyandırıyor. ABD Hükümeti Sorumluluk Ofisinin (US Government Accountability Office) 2018'de yaptığı bir açıklamaya göre; Çin tarafından ithalatın kesilmesi durumunda savunma tedarik zincirinin eski haline dönmesi için 15 yıllık bir süreç gerektiği ortaya konuluyor<sup>9</sup>.

ABD'nin kullandığı NTE'nin yüzde 80'inin kaynağının Çin olması nedeniyle ülkenin ekonomik ve ulusal savunma alanında büyük bir risk oluşuyor. Geriye kalan yüzde 20'lik kısmı oluşturan tedarikçi ülkeler de hammaddeyi Çin'den alıyor. Ayrıca ABD'de faaliyet gösteren tek NTE madeni de rafine işlemi için çıkardığı mineralleri Çin'e gönderiyor. Bu durumların birleşimi ABD açısından riski daha da büyük bir hale getiriyor.

Farklı bir opsiyon olarak NTE'nin Malezya'dan temini mümkün olsa da buradaki hammadde üretimi ABD'nin ihtiyaçlarını karşılamıyor<sup>10</sup>.


ABD Ticaret Bakanlığı ise ülke içindeki NTE üretiminin artırılması ve dışa bağımlılığın azaltılması için acil tedbirler alınması gerektiğini vurgulayarak "Rusya'nın ya da Çin'in NTE ihracatını durdurması ekonomi üzerinde ciddi bir şok etkisi yaratabilir" uyarısı yapıyor.

Çin'in işlenmiş element ihracatını durdurması durumunda ABD'de birçok sektörün üretim yapamaz hale gelmesi riskinin olduğunu vurgulayan Reuters haber ajansı, bu nedenle NTE'yi ticaret savaşlarında ABD'nin "yumuşak karnı" olarak niteliyor<sup>11</sup>.

Tedarik zincirleri ile ilgili ortaya çıkabilecek risklerin tamamı ABD'nin NTE ihtiyacı için ciddi sorun oluştursa da olası bir kesinti durumunda hükümet, çözümü Kaliforniya Mountain Pass madenlerinin üretiminin yeniden devreye sokulmasında görüyor. Bu çözümün yeterli olmaması durumunda ise şu an Çin'in dışında ciddi oranlarda üretim yapabilen tek firma olan Avustralya menşeli Lynas Corp. bir kurtuluş alternatifi olarak öne çıkıyor.

Bazı sektörler ise ticari savaşların yanında NTE madenciliğinin insan sağlığına verdiği zararlar nedeniyle bu elementlerin elde edilmesinde farklı yöntemler araştırıyor<sup>12</sup>.

NTE yerine tercih edilebilecek farklı elementler bir çözüm olasılığı sunarken NTE kadar efektif sonuç alınamaması özellikle savunma sanayiinde askeri üstünlükleri azaltıyor<sup>1</sup>.

NTE madenciliğine bir diğer alternatif de geri dönüşüm olarak öne çıkıyor. Daha öncesinde saflaştırılarak çeşitli teknolojilerde kullanılan NTE'nin geri dönüşümü ile madenlerin sebep olduğu çevre ve insan sağlığı zararlarının azaltılabileceği düşünülüyor<sup>12</sup>. 

8 <https://investingnews.com/daily/resource-investing/critical-metals-investing/rare-earth-investing/rare-earth-reserves-country/>

9 <https://www.mining.com/web/rare-earths-cross-hairs-new-high-tech-arms-race/>

10 <https://www.bbc.com/news/world-asia-48366074>

11 <https://www.reuters.com/article/us-usa-trade-china-rareearth-explainer/u-s-dependence-on-chinas-rare-earth-trade-war-vulnerability-idUSKCN1TS3AQ>

12 <https://www.scientificamerican.com/article/dont-panic-about-rare-earth-elements/>