

Nadir Toprak Elementlerin Fiziksel ve Manyetik Özellikleri (17 Element)

Hazırlayan: Yüksel Atakan Dr.Fizik Y.Müh. , ybatakan4@gmail.com 10.10.2025 /I/

1. Genel Bakış

- Nadir toprak elementleri (NTE), 15 lantanit (La–Lu) ile birlikte skandiyum (Sc) ve itriyum (Y) elementlerinden oluşur.
- Bu elementler **benzer kimyasal ve fiziksel özellikler** gösterir; bunun nedeni, benzer **elektron dizilimleri** (özellikle 4f orbitalleri) olmasıdır.
- Hepsi **metaliktir, gümüşî beyaz renklidir**, genellikle **yumuşak ve kolay işlenebilir** metallerdir.
- 4f elektronları**, manyetik ve optik özelliklerin temelini oluşturur; bu elektronlar dış etkilere 5s ve 5p orbitalleriyle korunur.

2. Fiziksel Özellikler

Özellik	Açıklama
Atom Numarası	21 (Sc) → 71 (Lu)
Yoğunluk	Atom numarası arttıkça artar (La: ~6,15 g/cm ³ → Lu: ~9,84 g/cm ³).
Erime Noktası	798 °C (Ce) ile 1663 °C (Lu) arasında değişir; genelde artar.
Sertlik	Genelde yumuşak metaller (Mohs 2–6); ağır elementlerde sertlik artar.
Parlaklık	Gümüşî metalik parlaklık; havada hızla oksitlenir.
Elektrik İletkenliği	İyi iletkenlerdir; direnç atom numarasıyla artar.
Reaktivite	Soğuk suda yavaş, sıcak suda hızlı tepkime verir; kolay oksitlenir.
Kristal Yapı	Çoğu hekzagonal sıkı paket (hcp); bazıları (Ce, Pr, Nd) farklı yapı gösterir.

3. Manyetik Özellikler

- Manyetizma, **eşleşmemiş 4f elektronlarından** kaynaklanır.
- Bu elektronlar **yerelleşmiş** olduğu için güçlü manyetik momentlere sahiptir.

Element	Manyetik Özellik	Açıklama
Sc, Y, La, Lu	Manyetik olmayan (diamanyetik veya zayıf paramanyetik)	Eşleşmemiş 4f elektronu yok.
Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm	Güçlü paramanyetik veya ferromanyetik	Eşleşmemiş 4f elektronları mevcut.
Gd	Ferromanyetik (Curie noktası ≈ 293 K)	Yarım dolu 4f ⁷ kabuğu en yüksek moment sağlar.
Tb, Dy, Ho	Ferromanyetik/antiferromanyetik geçişler	Düşük sıcaklıklarda karmaşık düzenler.
Er, Tm	Paramanyetik → düşük sıcaklıkta antiferromanyetik	Sıcaklık artışıyla manyetik duyarlılık azalır.

4. Manyetik Moment Eğilimi

- Etkili manyetik moment (μ_{eff}), **eşleşmemiş 4f elektronlarının sayısına** bağlıdır.

- Ce (f⁷)’den Gd (f⁷)’ye kadar artar, sonra Lu (f¹⁴)’ye kadar azalır.
- Aralık: 0 μB (La³⁺) $\rightarrow$ 10,6 μB (Gd³⁺).

5. Manyetik Kullanım Alanları

Kullanım Alanı	Önemli Element(ler)	Özellik
Kalıcı mıknatıslar	Nd, Sm	Güçlü manyetik alan ve yüksek koersivite (Nd ₂ Fe ₁₄ B, SmCo ₅).
Manyetik soğutma	Gd	Büyük magnetokalorik etki.
Floresan / fosfor malzemeleri	Eu, Tb, Dy	Keskin f-f geçişleri sayesinde parlak renkler.
Manyeto-optik cihazlar	Tb, Dy, Ho	Yüksek manyetik anizotropi.

Özet Tablo – Nadir Toprak Elementleri

No	Element	4f Elektronu	Manyetik Doğa	Öne Çıkan Özellik
1	Sc	0	Manyetik değil	d-blok karakterinde
2	Y	0	Manyetik değil	Skandiyuma benzer
3	La	0	Diamanyetik	Lantanit serisinin başlangıcı
4	Ce	1	Paramanyetik	+3 ve +4 değerlikli olabilir
5	Pr	2	Paramanyetik	Kalıcı mıknatıs yapımında
6	Nd	3	Paramanyetik	En güçlü mıknatıs alaşımı (NdFeB)
7	Pm	4	Paramanyetik	Radyoaktif, nadir kullanılır
8	Sm	5	Paramanyetik	SmCo mıknatısları
9	Eu	6	Paramanyetik	Floresan fosforlarda
10	Gd	7	Ferromanyetik	En yüksek manyetik moment
11	Tb	8	Ferromanyetik	Manyetostriktif malzemelerde
12	Dy	9	Ferromanyetik	Yüksek koersivite
13	Ho	10	Antiferromanyetik	Güçlü moment, düşük sıcaklık davranışı
14	Er	11	Paramanyetik	Lazer malzemeleri
15	Tm	12	Paramanyetik	Düşük sıcaklık mıknatışlığı
16	Yb	13	Zayıf paramanyetik	Neredeyse dolu 4f kabuğu
17	Lu	14	Diamanyetik	Lantanit serisinin sonu

Kaynaklar /I/ ve YZ

1. Greenwood, N.N., & Earnshaw, A. (1997). *Chemistry of the Elements* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
2. Cotton, S. A. (2006). *Lanthanide and Actinide Chemistry*. John Wiley & Sons.
3. Gschneidner, K. A., & Eyring, L. (Eds.). (2003). *Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths*. Elsevier.
4. Jensen, J., & Mackintosh, A. R. (1991). *Rare Earth Magnetism: Structures and Excitations*. Clarendon Press.

Ek Makaleler:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010854522004659>
<https://pubs.aip.org/aip/jap/article-abstract/36/3/1078/695715/Magnetic-Properties-of-Rare-Earth-Metals-and>