

## LÜMİNESANS

İşıldama veya lüminesans, bazı maddelerin, ısı değişimsiz elektromanyetik ışınım yaymasıdır. İşıldama, herhangi bir cismin dış bir kaynaktan herhangi bir şekilde aldığı enerjinin bir kısmını elektromanyetik ışınım olarak salmasıdır. Başka elektromanyetik ışınım kaynaklarından temel farkı, kaynağın ısısında bir değişim olmamasıdır. Bu yönüyle işıldama, kara cisim ışımasından farklıdır, "soğuk ışık" olarak da adlandırılır. İşıldama, neon ve floresans lambaları, televizyon, yıldırım, kutup ışması, ateşböcekleri gibi bazı canlılardaki organik bileşikler, bazı sentetik boyalarda da görülür. İşıldamaya yol açan enerji kaynakları, elektron akışı, elektrik ya da manyetik alan, morötesi ışınım, alfa parçacıkları salınımı şeklindedir. Bu yolla uyarılmış atomlar, kararlı hallerine dönerken dışarıya ısı ya da elektromanyetik ışınım (ya da ikisi birlikte) yoluyla enerji verirler. Atomdaki bu uyarılma en dıştaki elektron kabuğunda oluşur. İşıldamanın tetikleyici enerji kaynağına göre sınıflandırılması aşağıdaki gibidir; [1]

## LÜMİNESANS



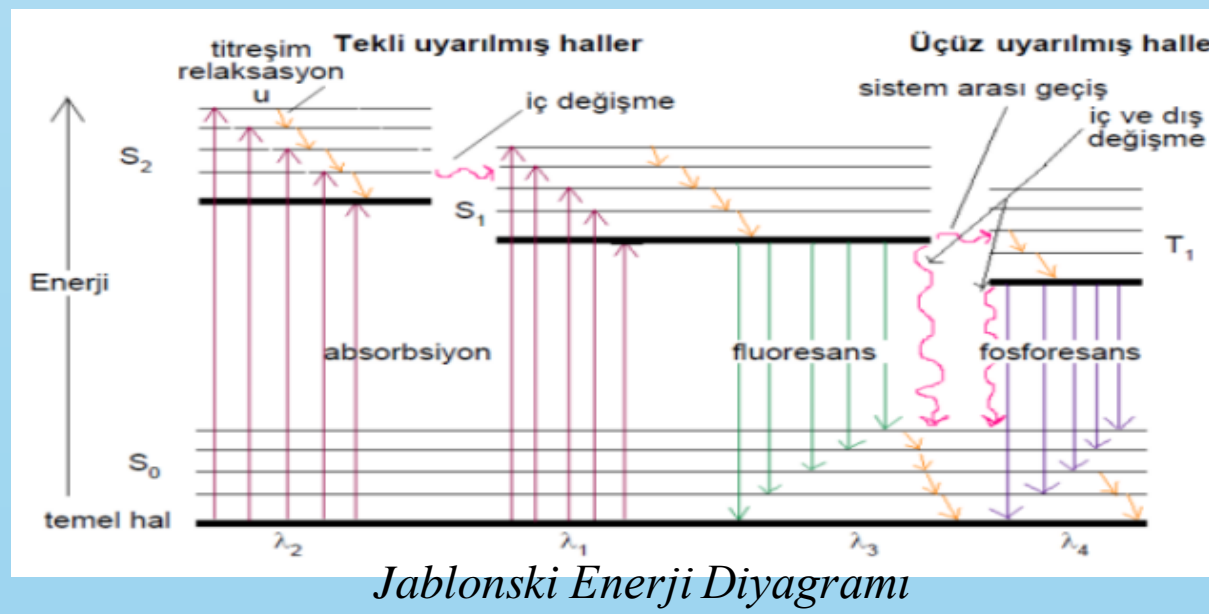
**Fotoluminesans**, kimyasal analizde en sık kullanılan fenomendir. Elektronik geçişlerin mekanizmalarına göre veya daha canlı bir şekilde enerjinin soğurulması ile yayılması arasındaki süreye göre iki ana kategoriye ayrılabilir. Bunlar: Kısa süreli bir aydınlatma olan **floresans**, daha uzun bir sürede meydana gelen uzun süreli bir aydınlatma olgusu olan **fosforesans**.

**Elektrolüminesans**, bir maddenin elektriksel uyarım sonucu ışık yayması olarak tanımlanan bir fiziksel fenomendir. Bu, özellikle yarı iletken maddelerin belirli bir elektrik akımına maruz kaldıklarında ışık üretmeleri üzerine dayanır.

**Kemilüminesans**, bir maddenin kimyasal reaksiyonlarla uyarıldığı bu fenomen örneğin luminoölün oksidasyonu nedeniyle oluşur. Bir suç mahallinde kan tespiti için kullanılır güçlü bir oksitleyici olan luminol ve hidrojen peroksit karışımı püskürtülür. [6]

**Radyölüminesans**, bir maddeye radyasyon uygulandığında bu madde tarafından yayılan ışık fenomenidir. özellikle bazı mineral ve kristallerde doğal olarak meydana gelebileceği gibi, bir maddeye önceden eklenen radyoaktif materyallerin uyarılması sonucu da ortaya çıkabilir.

**Termölüminesans**, bir maddeye ısı uygulandığında meydana gelen ışık yayılması olayıdır.



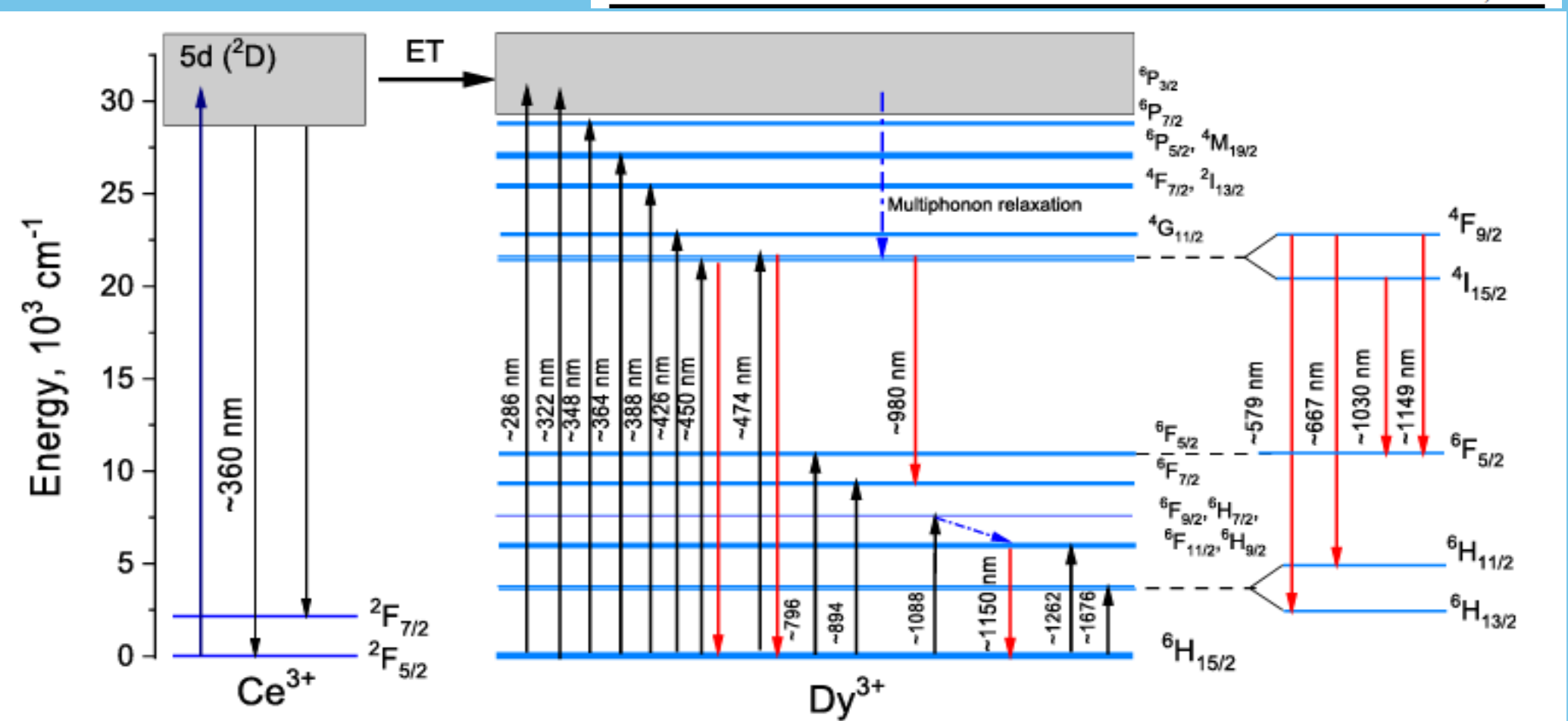
Jablonski Enerji Diyagramı

## NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ

Nadir toprak elementlerinin birçok benzer özelliği vardır ve bu jeolojik tortularda sıklıkla birlikte bulunmalarına neden olur. Birçoğu tipik olarak oksit bileşikleri olarak satıldığı için "nadir toprak oksitleri" olarak da adlandırılırlar. Son derece kararsız prometyum elementi hariç, nadir toprak elementleri yer kabuğunda nispeten yüksek konsantrasyonlarda bulunur ve seryum, milyonda 68 parça ile yer kabuğunda en bol bulunan 25. elementtir. [2]

**Nadir toprak elementlerinin lüminesans özellik gösteren maddelerdeki rolü;** Bazı moleküllerde enerji seviyeleri arasındaki boşluk çok büyük olduğundan geçişler mümkün olmaz. Ancak, bu geçişleri mümkün kılmamanın çeşitli yolları vardır. Anorganik lüminesans malzemeler, konak molekül, kristal boşlukları ve bu boşluklara yerleşebilecek katkı (dopant) elementlerinden oluşur. Konak molekül; uyarılma enerjisi, soğurma gücü, kimyasal çevresi ve sıcaklığı gibi parametreler göz önünde bulundurularak seçilen  $Y_2O_3$ ,  $Y_3Al_5O_{12}$  vb. anorganik yapılarıdır. Katkı ise, uygulama alanı ve konak moleküle göre seçilen, sabit bir yükselgenme basamağına sahip olan  $Cr^{3+}$ ,  $Mn^{3+}$ ,  $Eu^{3+}$ ,  $Ce^{3+}$  gibi elementlerdir. [3]

Atom Numarası	Element	Sembol	Kullanım Alanları
21	Skandiyum	Sc	Havacılık bileşenleri,
39	İtriyum	Y	Lazerler, mikrodalga filtreleri,
57	Lantan	La	Kamera lensleri, pil elektrotları
58	Seryum	Ce	Petrol rafinerilerinde Miknatıslar, lazerler,
59	Praseodimiyum	Pr	karbon aydınlatma Miknatıslar, lazerler,
60	Neodim	Nd	seramik kapasitörler
61	Prometyum	Pm	Nükleer piller
62	Samaryum	Sm	Miknatıslar, lazerler, nötron yakalama
63	Euröpiyum	Eu	Fosfor, lazerler, NMR üniteleri
64	Gadolinyum	Gd	Bilgisayar hafızaları, Miknatıslar, lazerler,
65	Terbiyum	Tb	Floresan lambalar, fosfor, lazerler
66	Disprosyum	Dy	Miknatıslar, lazerler
67	Holmiyum	Ho	lazerler
68	Erbiyum	Er	Vanadyum çelik, lazerler,
69	Tulyum	Tm	Portatif X ray makineleri
70	İterbiyum	Yb	Kimyasal indirgenler, kızılötesi lazer
71	Lutesyum	Lu	PET tarama dedektörleri,



Ce<sup>3+</sup> ve Dy<sup>3+</sup> 'ün enerji seviye diyagramı ve enerji transfer mekanizması. [4]

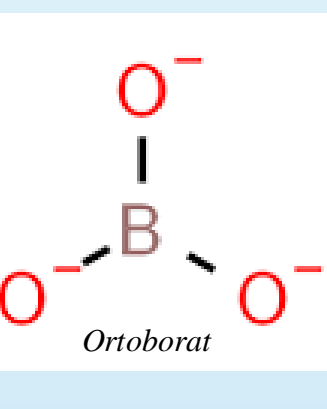
Sc ve Y geçiş metali grubunda bulunurken diğer nadir toprak elementleri Lantanitler grubunda yer alır.

71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
174.967	178.49	180.948	183.85	186.207	188.906	191.224	193.224	195.084	197.043	198.906	200.59	202.073	203.973	205.974	207.977	209.987	210.987	227.035	232.037	231.036	238.029	237	244	243	247	251	252	257	258	259	260	

## ANORGANİK BORATLI BİLEŞİKLERİN LÜMİNESANS ÖZELLİKLERİ

### Boratlı Bileşikler

Bor, esas olarak tortullarda ve tortul kayalarındaki minerallerde yaygın olarak bulunan bir kimyasal elementtir. Çevrede öncelikle oksijenle birlikte borat adı verilen bileşiklerde bulunur ve hiçbir zaman serbest element olarak bulunmaz. Borun doğada her zaman oksijene bağlı olarak inorganik boratlar halinde bulunmasının sebebi oksijene olan yoğun ilgisidir. Borat terimi, oksijen ve borun birlikte bulunduğu bileşikler için kullanılır. Bir borat, ortoborat  $BO_3^{3-}$ , metaborat  $BO_2^-$  veya tetraborat  $B_4O_7^{2-}$  gibi bir dizi bor oksanyonu, bor ve oksijen içeren anyonlardan herhangi biridir.

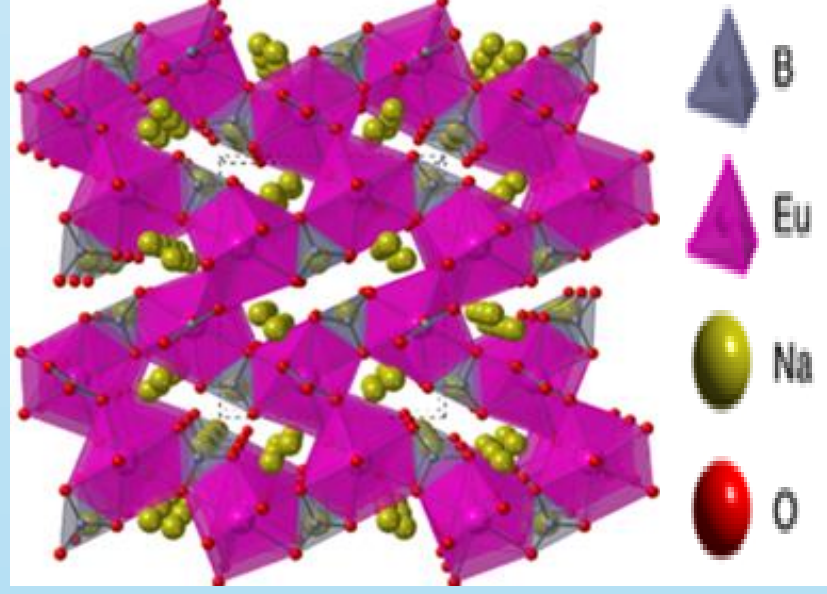


### Nadir Toprak Metali İçeren Bazı Boratlı Bileşiklerin Lüminesans Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar:

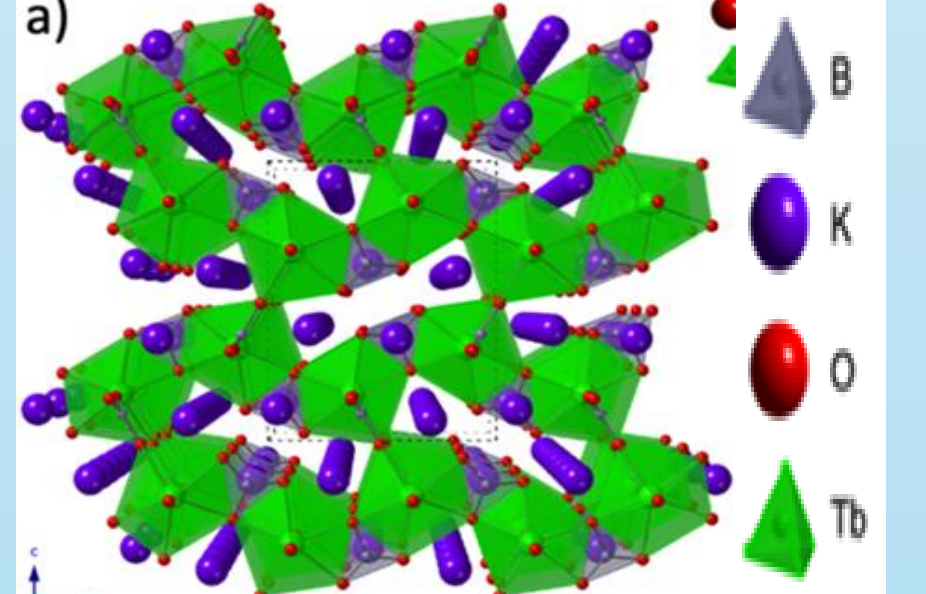
#### Luminescence of alkali rare earth borates $A_3Ln(BO_3)_2$ (A = Na, K; Ln = Eu, Tb)

(Alkali nadir topraklı boratların lüminesansı  $A_3Ln(BO_3)_2$  (A = Na, K; Ln = Eu, Tb))

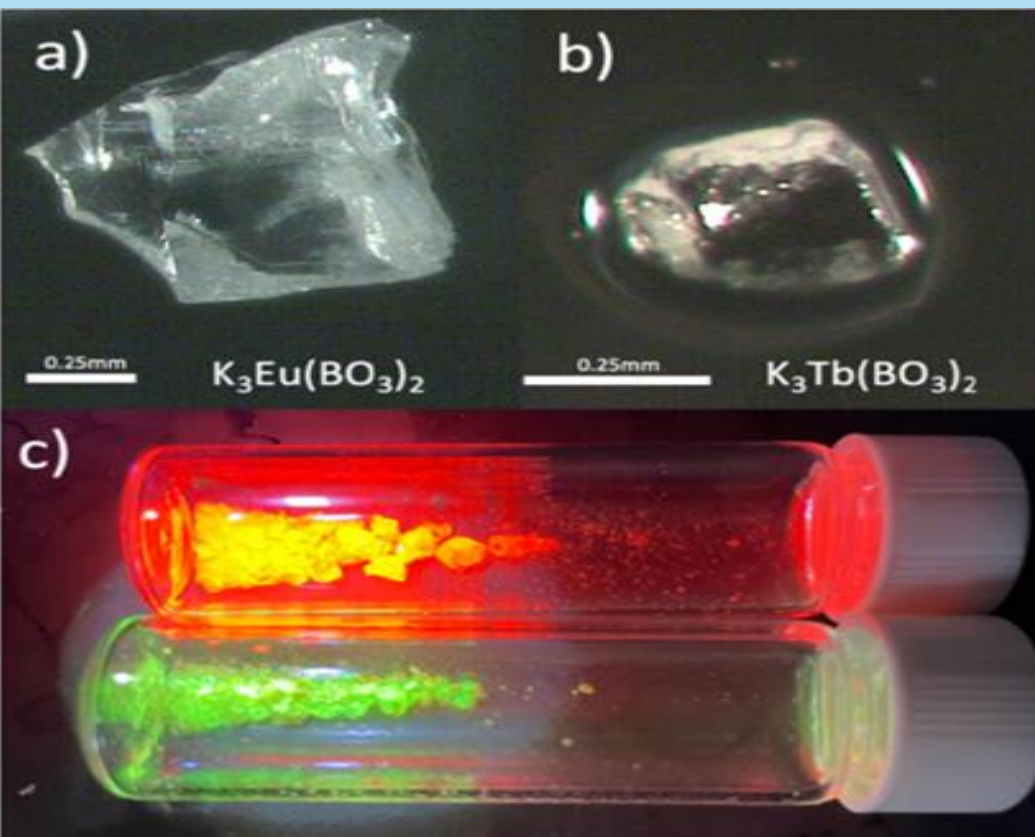
Bu çalışmada farklı boratlar ve farklı nadir toprak elementlerinin sentezlerinin ( $A_3Ln(BO_3)_2$  (A = Na, K; Ln = Eu, Tb)) ilk defa X-ışınımı kırınımı ölçülmüş ve lüminesans özellikleri gözlenmiştir. Radyölüminesans (RL) ölçümleri bu çalışmada sentezlenen  $K_3Tb(BO_3)_2$ 'nin en parlak bileşik olduğunu gösterdi. *Çalışma Resmi 1*'de  $Na_3Eu(BO_3)_2$  bileşiğinin yapısını görüyoruz. *Çalışma Resmi 2*'de ise  $K_3Tb(BO_3)_2$ , bileşiğinin yapısını görüyoruz.



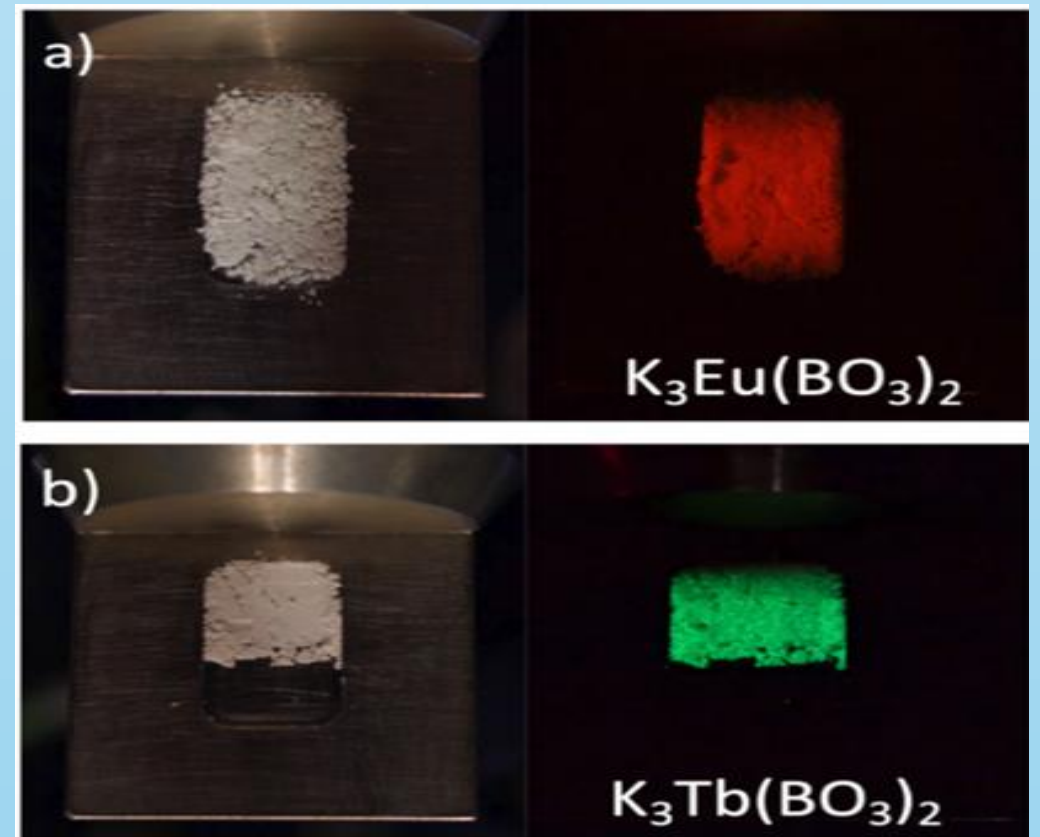
Çalışma Resmi 1



Çalışma Resmi 2

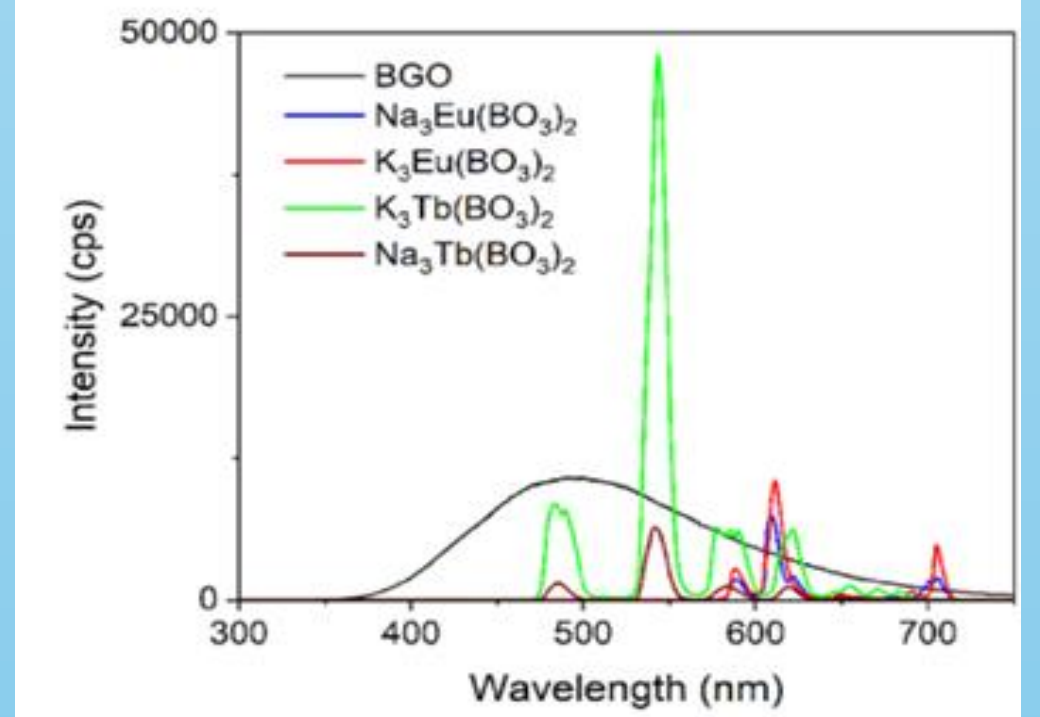


Çalışma Resmi 3



Çalışma Resmi 4

*Çalışma resmi 3*'de a)  $K_3Eu(BO_3)_2$  ve b)  $K_3Tb(BO_3)_2$  kristallerinin görünümü varken c) şıkında uv ışığı altında uyarılmış hallerinin görüntüleri vardır. *Çalışma Resmi 4*'de aynı örneklerin tozunun X-ışını altında yaptığı ışınımı görüyoruz. *Çalışma Grafiği 1*'de Deneylerde kullanılan boratların ve BGO (Bizmut Germanyum Oksit  $Bi_4Ge_3O_{12}$ ) tozunun radyölüminesans karşılaştırmaları yapılmıştır. Grafik sonucuna göre  $K_3Tb(BO_3)_2$ 'nin en parlak bileşik olduğu anlaşılmaktadır. [5]



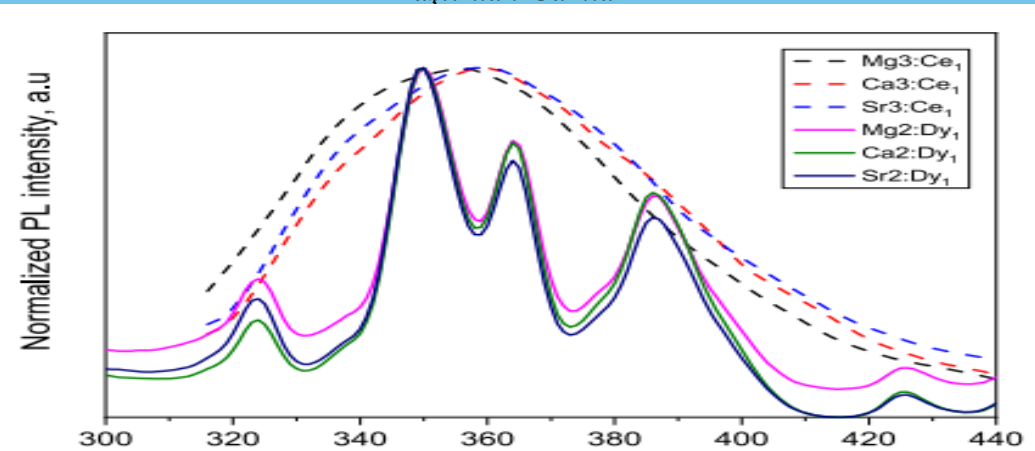
Çalışma Grafiği 1

### Optical properties and tunable luminescence of Ce<sup>3+</sup>/Dy<sup>3+</sup>-doped lithium borate glasses for photonic applications (Fotonic uygulamalar için Ce<sup>3+</sup>/Dy<sup>3+</sup> katkılı lityum borat camların optik özellikleri ve ayarlanabilir lüminesansı)

Çalışmada, Dy ve Ce iyonları katkılı yeni lityum borat camlarının ( $B_2O_3$ )-(MO)-(Li<sub>2</sub>O)-(Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) optik absorpsiyon ve fotoluminesans özellikleri araştırılmıştır. M harfi Ca, Mg, Sr atomlarından her hangi birini temsil ediyor. Temel olarak bu malzemelerin optik soğurma bandı 315-390 nm bölgesinde gözlemlenir, ve ağ değiştiricileri olarak kullanılan toprak alkali metallerin doğasına bağlıdır. Dy katkılı camların fotoluminesans spektrumları iki şeyi ortaya koyuyor: 4'e karşılık gelen görünür aralıktaki yoğun emisyon bantları  $^4F_{9/2} \rightarrow ^6H_{15/2}$  (486 nm) ve  $^4F_{9/2} \rightarrow ^6H_{3/2}$  (580 nm) Dy<sup>3+</sup> iyonlarının geçişleri. Ce katkılı camlar görünür aralıkta geniş bir bant gösterir; Ce<sup>3+</sup> iyonlarının geçişi  $^2D \rightarrow ^2F_{5/2}$  (340 nm). Dy<sup>3+</sup> iyonlarının elektronik geçişlere atfedilen üç fotoluminesans çizgisi (980 nm, 1010 nm ve 1150 nm), Dy ile doplanmış camların yakın-IR bölgesinde gözlemlenirken, Dy/Ce kodoplanmış camlarda sadece bir çizgi (1150 nm) gözlenmiştir. Bu camlar, nadir toprak dopingi için umut vadeden bir ana matris olduğu gösterilmiştir. [7] **Sonuç olarak bir çok boratlı tipteki bileşiklere değişik oranlarda nadir toprak metalleri katkılanarak suretively gerek camı gerekse de kristal yapılu lüminesans özellikli malzemelerin elde edilebileceği anlaşılmaktadır.**

Nr	Label	Composition
1	Mg1-Bi2	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(MgO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
2	Mg2-Dy1	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(MgO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> -(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>1</sub>
3	Mg3-Ce1	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(MgO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> -(CeO <sub>2</sub> ) <sub>1</sub>
4	Mg4-(Ce,Dy)0,5	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(MgO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> -(CeO <sub>2</sub> ) <sub>0,5</sub> -(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>0,5</sub>
5	Ca1-Bi2	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(CaO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
6	Ca2-Dy1	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(CaO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> -(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>1</sub>
7	Ca3-Ce1	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(CaO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> -(CeO <sub>2</sub> ) <sub>1</sub>
8	Ca4-(Ce,Dy)0,5	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(CaO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> -(CeO <sub>2</sub> ) <sub>0,5</sub> -(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>0,5</sub>
9	Sr1-Bi2	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(SrO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
10	Sr2-Dy1	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(SrO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> -(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>1</sub>
11	Sr3-Ce1	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(SrO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> -(CeO <sub>2</sub> ) <sub>1</sub>
12	Sr4-(Ce,Dy)0,5	(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> -(SrO) <sub>20</sub> -(Li <sub>2</sub> O) <sub>20</sub> -(Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> -(CeO <sub>2</sub> ) <sub>0,5</sub> -(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>0,5</sub>

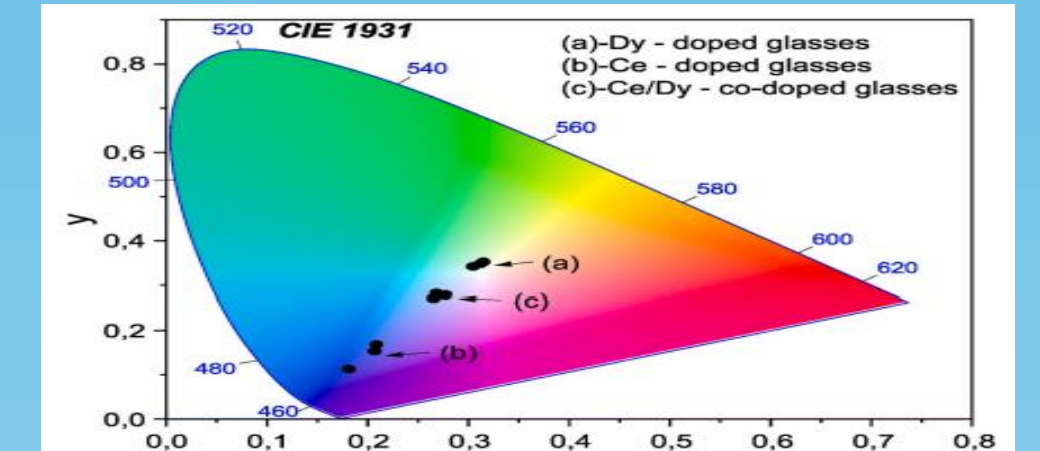
Araştırılan Camlar



Çalışma Grafiği 2

Mg1-Bi2	Mg2:Dy1	Mg3:Ce1	Mg4:(Ce,Dy)0,5
Ca1-Bi2	Ca2:Dy1	Ca3:Ce1	Ca4:(Ce,Dy)0,5
Sr1-Bi2	Sr2:Dy1	Sr3:Ce1	Sr4:(Ce,Dy)0,5

Ekle edilen NTE katkılı borat camlar



Çalışma Grafiği 3

*Çalışma Grafiği 2*: Çalışılan camlarda, 270 nm uyarım altında Ce<sup>3+</sup> iyonlarının emisyon bantları (kesikli çizgiler) ve 486 nm emisyon kaydında Dy<sup>3+</sup> iyonlarının uyarım bantları (düz çizgiler). *Çalışma Grafiği 3*: Ce/Dy kodoplanmış alkali toprak lityum borat camlarının CIE 1931 kromatiklik diyagramı.

## KAYNAKÇA

- [1] Gündü, Keremcan. "Bazı Nadir Toprak Elementlerinin, Kalkiyum Boratlı Türkçe Bileşiklere Katkılarının Sırasıyla, Gerçekleşen Lüminesans ve Yapsal Karakterizasyonların Belirlenmesi." Yüksek Lisans Tezi, [Balıkesir Üniversitesi], [2023].
- [2] Ayaz, Ahmet. "Nadir Toprak Metal Oksit Katkılı Li<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>5</sub> ve Na<sub>2</sub>Zr<sub>2</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> Bileşiklerinin Kristal, Yapısal ve Optiksel Özelliklerinin İncelenmesi." Doktora Tezi, [Balıkesir Üniversitesi], [2023].
- [3] Çelik G. "Süper Sert Boroksit Bileşiğinin ve Lüminesans Özellik Gösteren Bazı Nadir Toprak Elementleri Katkılı Metal Boroksitlerin Sentezi ve Karakterizasyonu" adı doktora tezi, [Balıkesir Üniversitesi], [2015].
- [4] <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2023.120120>
- [5] <https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2023.107130>
- [6] <https://www.products.pcc.edu.tr/academy/luminesans/>
- [7] <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2023.120120>