

## Samaryum (III) Koordinasyon Polimerinin Etkin Yük Transfer Mekanizmasıyla Görünür Bölge Lüminesansının İncelenmesi

Umur GÜZEL<sup>1\*</sup>, Görkem OYLUMLUOĞLU<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Moleküler ve Nanomalzeme Laboratuvarı, Fizik Bölümü, 48000, Muğla

<sup>2</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 48000, Muğla

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0048-1743>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-7398-4018>

\*Sorumlu yazar: umutguzel@posta.mu.edu.tr

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 13.06.2024

Kabul tarihi: 07.08.2024

Online Yayınlanma: 15.01.2025

#### Anahtar Kelimeler:

Lantanit-MOF

Samaryum

Sm-MOF

Hidrotermal

Lüminesans

Anten Etkisi

### ÖZ

Bu çalışmada; çevre dostu olan hidrotermal yöntem kullanılarak 2-sulfotereftalik asit (2-stp) ligand kullanılarak yeni samaryum metal organik çerçeve (Sm-MOF) sentezlenmiş  $\{[\text{Sm}(2\text{-stp}).3(\text{H}_2\text{O})].(\text{H}_2\text{O})\}$ , elde edilen Sm-MOF kompleksinin kristal yapısı ile görünür bölge lüminesans karakteristiklerinin kullanıldığı, 2-stp ligandan Sm(III) iyonlarına enerji aktarım süreçleri araştırılmıştır. Köprü görevi gören organik ligandlar ve karakteristik koordinasyon yeteneğine sahip lantanit iyonlarıyla sentezlenen, Sm-MOF gibi gözenekli yapıdaki yeni lantanit MOF'lar (Ln-MOF); iyi lüminesans ve manyetik özellikleri, ayarlanabilir gözenekli yapıları sayesinde artan bir ilgiye sahiptir. Sentezlenen Sm-MOF kompleksinin Fourier Transfer Infrared Spektroskopisi ve XRD kristal yapı analizleri yapılmıştır. Ayrıca Sm-MOF yapı katı halde, 349 nm lazer ile UV bölgede uyarılmış, yapıdaki Sm(III) metalinin görünür bölgede yaydığı karakteristik lüminesans analizleri yapılmış, ardından 2-stp ligandın absorpsiyon ile SM-MOF'un uyarılma grafikleri, görünür bölgede elde edilmiştir. 2-stp ligandın emisyonunun yanında, Sm(III)'ün keskin emisyonuna bağlı yoğun piklerin gözlemlenmesi, 2-stp serbest ligandın absorpsiyon spektrumları ile Sm-MOF kompleksinin uyarma spektrumları arasındaki örtüşme ve Sm(III) iyonlarının güçlü lüminesans yeteneği, 2-stp ligandan Sm-MOF kompleksine etkili bir enerji transferini ve ligandın anten etkisini açıkça göstermiştir.

## Luminescence in Visible Region by Effective Charge Transfer Mechanism in Samarium (III) Coordination Polymer

### Research Article

#### Article History:

Received: 13.06.2024

Accepted: 07.08.2024

Published online: 15.01.2025

#### Keywords:

Lanthanide-MOF

Samarium

Sm-MOF

Hydrothermal

Luminescence

Antenna Effect

### ABSTRACT

In this work, novel samarium metal organic framework (Sm-MOFs) containing 2-sulfotereftalic acid (2-stp) ligand  $\{[\text{Sm}(2\text{-stp}).3(\text{H}_2\text{O})].(\text{H}_2\text{O})\}$  was synthesized by using the environmentally friendly hydrothermal method. The crystal structure and visible region luminescence characteristics of the obtained Sm-MOF complex was used to investigate the energy transfer processes from 2-stp ligand to Sm(III) ions. Novel lanthanide MOFs (Ln-MOFs) synthesised with organic ligands acting as bridges and lanthanide ions with characteristic coordination ability, such as Sm-MOFs, are of increasing interest due to their good luminescence and magnetic properties and tunable porous structures. Fourier Transfer Infrared Spectroscopy and XRD crystal structure analyses of the Sm-MOF complex was performed. In addition, the Sm-MOF structure was excited in the UV spectrum with a 349 nm laser in the solid state, characteristic luminescence analyses of the Sm(III) metal in the visible zone were performed, and then the absorption spectra of the 2-stp and the excitation spectra of SM-MOF were obtained in the visible

zone. The observation of sharp peaks due to the dominant emission of Sm(III) despite the emission of the 2-stp ligand, the overlap between the absorption spectra of the 2-stp and the excitation range of the Sm-MOF complex and the strong luminescence ability of Sm(III) ions clearly showed an efficacious energy transfer from the 2-stp to the Sm-MOF complex and the antenna effect of the 2-stp.

---

**To Cite:** Güzel U., Oylumluoğlu G. Samaryum (III) Koordinasyon Polimerinin Etkin Yük Transfer Mekanizmasıyla Görünür Bölge Lüminesansının İncelenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2025; 8(1): 57-66.

## 1. Giriş

Koordinasyon polimerlerinin iyi morfolojik, fizikokimyasal ve fotofiziksel karakteristikler sergilemesi, özellikle sensörler, ürün etiketleme gibi lüminesans alanları, ışık yayan diyotlar, katı hal lazerleri, bilgi depolama, gaz depolama-filtreleme gibi uygulama alanları, lantanit bazlı metal koordinasyon polimer çalışmalarına olan ilginin gittikçe artmasını sağlamıştır (Lucky ve ark., 2011; Şahiner ve ark., 2017). Organik köprü molekülleri tarafından bağlanan, ligand, metal iyon veya yığınları içeren, kristal yapıda koordinasyon polimerlerinin alt sınıfı olarak kabul edilen ve 2 veya 3 boyutlu Metal Organik Çerçevesel (MOF'lar) yapıları dolayısıyla gözenekli koordinasyon polimerleri olarak da isimlendirilmiştir (Chen ve Qian, 2014).

Lantanitlerin merkezlerinin esnek koordinasyon ortamına ve yüksek koordinasyon sayısına sahip olması sayesinde üstün topolojik çerçeveler oluşturulabilmekte, organik ligand seçimine göre farklı yapılar ve üstün özellikler sergileyen çeşitli lantanit kompleksleri elde edilebilmektedir (Thomas ve Ambili, 2015). Periyodik cetvelde 57-71 arasındaki atom numaralarını temsil eden ve nadir toprak elementleri sınıfında yer alan gözenekli yapıya sahip lantanitlerle, MOF yapıların bir araya getirildiği lantanit metal organik çerçeveler (Ln-MOF'lar), sahip oldukları karakteristik lüminesans özelliklerinden dolayı bilim insanlarının ilgisini çekmiştir. Ligandlarla katkılандığında, Ln(III) iyonlarının ışığı absorbe etme kabiliyetini, dolayısıyla lüminesans özelliklerini artırarak anten etkisi gösteren Ln-MOF'larda, donör-aktivatör etkileşimine bağlı olarak enerji aktarım verimi ayarlanabilir, konuk moleküllere duyarlı lüminesans özellikler sergileyen çeşitli malzemeler geliştirilebilir (Su ve ark., 2018). Ln(III) iyonlarının düşük absorpsiyon sergilemesini sağlayan Parite (Laporte) seçim kurallarının yasaklamış olduğu f-f geçişlerinden dolayı, iyonların direkt uyarılması neredeyse olanaksızdır. Bundan dolayı, literatürde lantanit komplekslerinin, ışık ışınlarını ultraviyole alanda yoğun olarak absorbe ederek uyarılma enerjisini ligandın iyonlarından lantanitinkilere transfer ederek anten etkisi göstermesini sağlayan organik ligandlarla katkılanması tavsiye edilmiştir (Coban, 2017). Ayrıca anten etkisinin, geniş Stokes kaymaları, koordinasyon sayısının yüksek olması, iyi derecede renk saflığı ve yasaklı f-f geçişlerinin yol açtığı fosforesansın da dahil olduğu mükemmel optik özellikler gibi avantajları da sağladığı bilinmektedir (Dang ve ark., 2013). Lantanitlerin fotolüminesans yeteneği ilgili çok sayıda araştırma mevcut olmasına rağmen; evropiyum, disprozyum, terbiyum, holmiyum, samaryum gibi lantanit kompleksleri yoğun bir şekilde çalışılmaktadır (Coban, 2017; Oylumluoğlu ve ark., 2017; Acar ve ark., 2020; Coban ve ark., 2020; Madkhali ve ark., 2023).

Elektronik geçişler; örneğin 4f-4f iç kabuk geçişleri, metalden liganda veya ligandan metale yük aktarımı gibi yük transfer geçişleri lüminesansın verimini artırmaktadır. Lantanit iyonlarından; Eu(III) kırmızı, Tm(III) mavi, Tb(III) yeşil, Er(III), Nd(III) ve Yb(III) yakın kızılötesi lüminesans emisyonlarına sahipken Sm(III) iyonlarınınki turuncudur (Fordham ve ark., 2014).

Nadir toprak elementlerinden 62 atom numarasına sahip Sm lantaniti; aydınlatma, sağlık gibi sektörlerde, nötron yakalamada, kanser tedavisi gibi uygulama alanlarında kullanılmaktadır (Şahiner ve ark., 2017).

Bu çalışmada Sm(III) iyonunun anten etkisi ile lüminesans özelliği kazanması amaçlanmıştır. Bunun için Sm-MOF kompleksi, (Samaryum(2-sülfoterefitalat).(H<sub>2</sub>O)), çevre dostu hidrotermal yöntemle sentezlenerek yeni Sm-MOF kompleksi elde edilmiştir. Üretilen tek kristallerin kristal yapı analizleri yapılarak kristal yapıları belirlenmiştir. Ardından ultraviyole alanda, katı fazda, 349 nm dalga boyundaki lazerle uyarılmış, Sm-MOF içerisindeki Sm iyonlarının verdiği, görünür aralıktaki fotolüminesans özellikler incelenmiş, Sm-MOF kompleksinin uyarma ve 2-stp ligandın absorpsiyon verileri görünür aralıklarda elde edilmiş, 2-stp ligandan Sm tuzu iyonlarına enerji transfer yeteneği araştırılmıştır (Güzel, 2019).

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyaller ve Karakterizasyonlar

Sm-MOF kompleksinin üretiminde kullanılan tüm materyaller TCI America ile Sigma-Aldrich'ten alınmış, saflaştırmadan kullanılmış, distile su ile çözülmüştür. Tek kristal XRD ölçümü Agilent Xcalibur Eos marka cihaz kullanılarak elde edilmiştir. Kristallerin yapıları OLEX2, SHELXTL, Mercury programları kullanılarak çözülmüştür. FTIR spektrum ölçümleri Perkin-Elmer Spectrum 65 cihazı ile 4000–600 cm<sup>-1</sup> aralığında alınmıştır. Sentezlenen samaryum kompleksi ve 2-stp organik ligandın fotolüminesans verileri, oda sıcaklığında, toz halinde, 349 nm dalga boyunda lazerle uyarılarak, hava soğutmalı CCD detektörlü 3 mJ enerjili Nd:YLF lazer kullanılan ANDOR SR500i-BL ile görünür bölgede alınmıştır. Hidrotermal sentez için Memert marka sıcaklık kontrollü etüv kullanılmıştır.

### 2.2. Sm-MOF Kompleksin {[Sm(2-stp).3(H<sub>2</sub>O)].(H<sub>2</sub>O)} Hazırlanması

Organik ligand 2-stp (2-sülfoterefitalik asit) ve Samaryum (Sm) lantanit tuzu (Sm(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O), 1'e 1 (1'er mmol) olacak şekilde hassas tartıda ayrı ayrı tartılmış, ayrı beher kaplarına aktarılmış, ultra saf suda çözdürülüp manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra 30 ml'ye tamamlanan ultra saf su içerisinde birleştirilerek Sm-MOF çözeltisi elde edilmiş, çözeltilerin pH değerleri NaOH çözeltisiyle ayarlanmıştır. Öncelikle çözeltinin başlangıç pH değeri pH metre ile ölçülmüş, pastör pipetine koyulan NaOH çözeltisi, pH=4 değerine sabitlenene kadar damlatılmak suretiyle ilave edilmiştir. Çözeltinin nihai pH değeri 4.0'a ayarlandıktan sonra elde edilen çözelti otoklava aktarılmış ve etüvün içine yerleştirilmiştir. Sıcaklık ATMO Control programı kullanılarak; 2 saatte 20 °C'den 120 °C'ye yükseltilecek şekilde ayarlanmış, 50 saat boyunca 120 °C'de bırakılarak, ardından 20 °C'ye 15 saatte

soğutulacak biçimde programlanmıştır. Sm-MOF'un (turuncu) kristalleri elde edilmiş ve distile suyla yıkanmıştır.

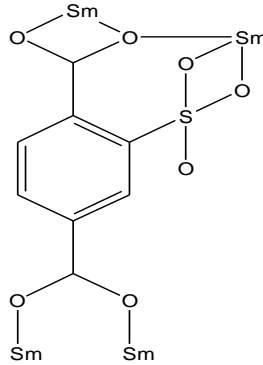
### 2.3. Kristal Yapı Çözümü ve Arıtımı

Sm-MOF kompleksi için X-ışını tek kristal verileri, Xcalibur, Eos difraktometresinde, MoK $\alpha$  radyasyonu kullanılarak oda sıcaklığında (293 K) elde edilmiştir. Kristallerin yapı çözümlemesi için OLEX2 (Dolomanov ve ark., 2009; Coban, 2017), SHELXTL ve Mercury bilgisayar programları kullanılmıştır (Sheldrick ve ark., 2007; Coban, 2017).

## 3. Bulgular ve Tartışma

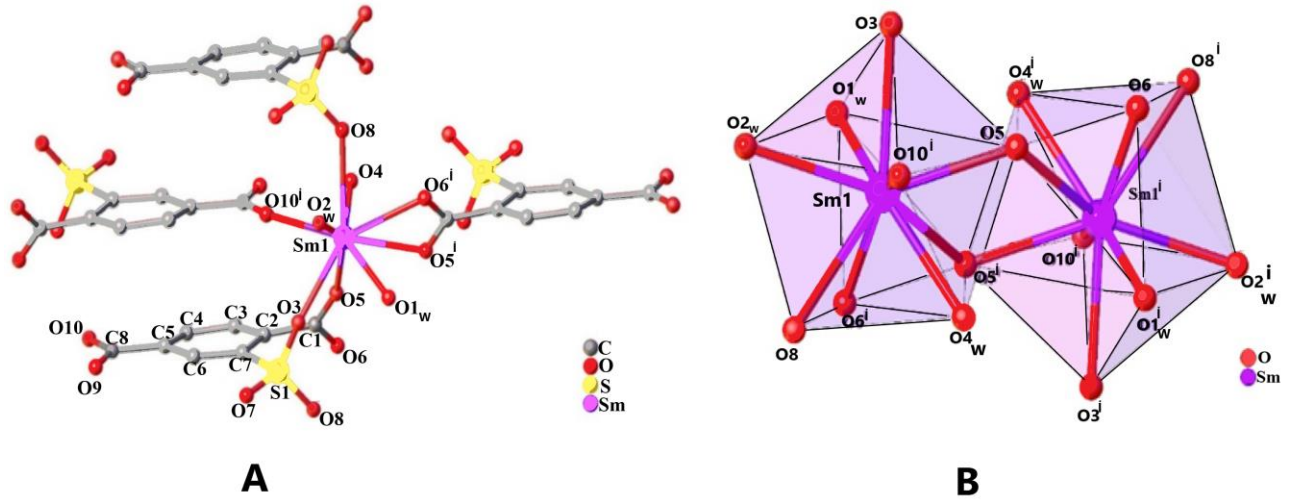
### 3.1. Sm-MOF Kompleksinin Kristal Yapısı

Sm-MOF kompleks; tek kristal XRD analiz verileri kullanılarak (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>10</sub>SSm·H<sub>2</sub>O) şeklinde (CCDC numarası: 1912696) formülize edilmiştir. Ayrıca kristal yapı analizine göre, monoklinik, P2<sub>1</sub>/n uzay grubuyla 2 boyutlu kristal oluşturduğu görülmüştür. Sm-MOF kompleksinin ligandlar ile koordinasyon bağlantılarının şematik gösterimi Şema 1'de görülmektedir. Ayrıca, Sm-MOF kompleksine ait kristalografik veriler ve yapı arıtım parametreleri Güzel (2019)'da verilmiştir.



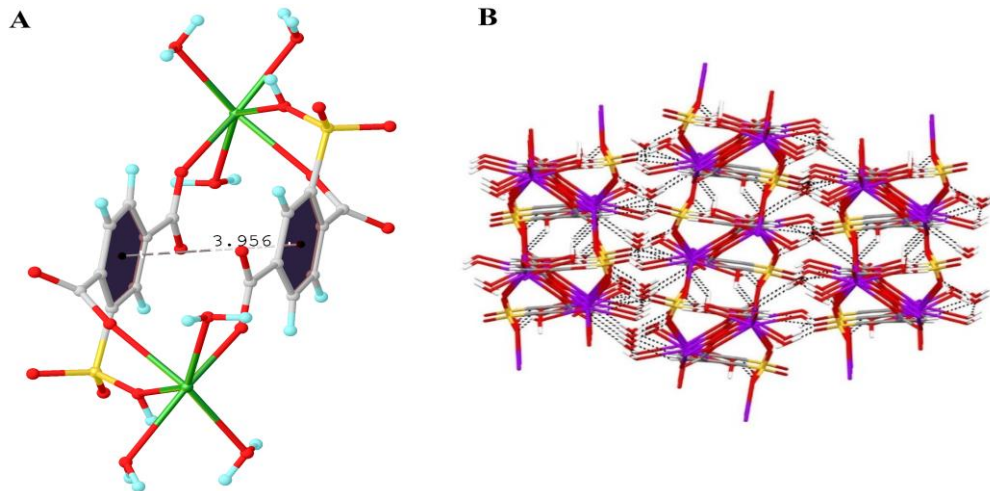
**Şema 1.** Samaryum- MOF'un ligandlar ile koordinasyon bağlantılarının Mercury programı ile elde edilen şematik gösterimi verilmiştir.

Asimetrik Sm(III) iyonlarının her biri, altısı koordine ve üçü örgü su molekülünden oluşan toplamda 9 koordinasyona sahiptir. Şekil 1A'da Sm-MOF kompleksteki Sm(III) iyonlarının koordinasyon ortamının perspektif görünümü, Şekil 1B'de ise Sm(III) atomlarının koordinasyon polihedronu verilmiştir.



**Şekil 1.** A) Sm-MOF kompleksteki Sm(III) iyonlarının koordinasyon ortamının perspektif görünümü. Kafes su molekülü ve hidrojen atomları netlik sağlamak amacıyla çıkarılmıştır. B) Sm(III) atomlarının koordinasyon polihedronu. Şekiller Mercury programıyla elde edilmiştir.

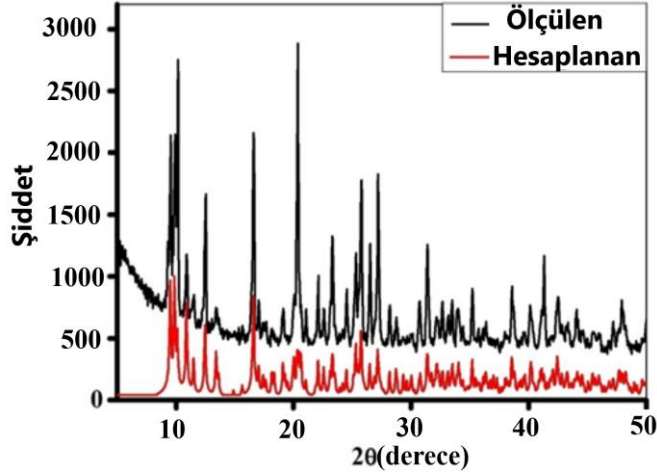
Şekil 1A'dan; 9 koordinasyonun; farklı iki 2-stp organik ligandından; dört oksijen atomunun karboksil, 3'ünün bağlı su molekülünden, geri kalan ikisinin de aynı şekilde diğer 2-stp ligandının sülfonat grubundan geldiği, görülmektedir. Şekil 1B'de verilen polihedron yapısı ise, bozulmuş, üç başlı antiprizmatik kare düzlem dizilimi sergilemektedir. 1 boyutlu zincirlerdeki  $\pi$ - $\pi$  etkileşiminin bir görünümü Şekil 2A'da ve 3 boyutlu hidrojen bağlarına sahip çerçevenin ab düzleminde uzanarak, c eksenine doğru paketlenişinin görüldüğü görünüm de sırasıyla Şekil 2B'de verilmiştir. 2-stp ligandının Sm(III) iyonuna altı dişli modunda, dört bağlantı ile, üç boyutlu MOF yapısında koordinasyon sağladığı görülmüştür. Ayrıca, zayıf hidrojen bağ yapısı ile  $\pi$ - $\pi$  etkileşimler de MOF yapının kararlılığında artış sağlamıştır. Yapıdaki tüm 2 boyutlu dalga benzeri katmanlar, hidrojen bağ etkileşimi yoluyla birbirine bağlanarak 3D mimariyi oluştururlar (Şekil 2B) (Coban, 2017).



**Şekil 2.** A)  $\pi$ - $\pi$  etkileşiminin görünümü, B) Hidrojen bağ etkileşimleri ile stabilize edilmiş 3 boyutlu çerçevenin ab düzleminde uzanarak, c eksenine doğru paketlenişinin bir görünümü. Şekiller Mercury programıyla elde edilmiştir.

### 3.2. Kompleksin Toz Kristal Ölçümleri

Sm-MOF'un toz fazdaki kristal ölçümden alınan verilerle, ölçümü yapılan ve Mercury programıyla hesaplanarak oluşturulan görseller karşılaştırmalı bir şekilde Şekil 3'teki grafikte verilmiştir.

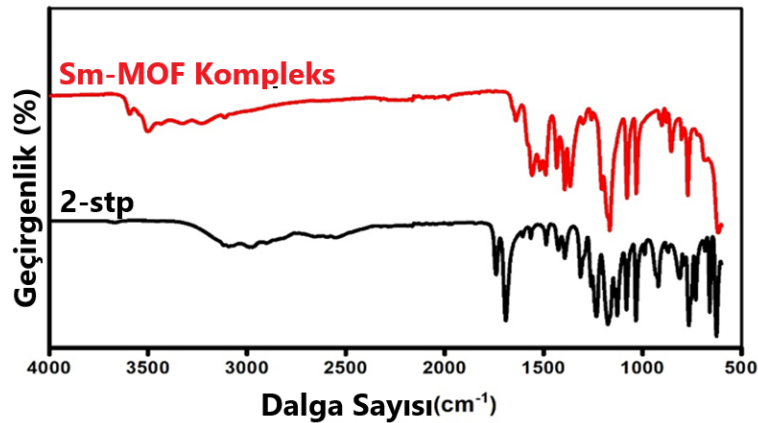


Şekil 3. Sm-MOF kompleksinin ölçülen ve hesaplanan toz kristal verilerinin karşılaştırmalı grafikleri

Hesaplanan ve ölçülen verilerin karşılaştırılmasıyla elde edilen grafiklerin örtüşmesi kompleksin saf olduğunu göstermektedir.

### 3.3. FTIR analizi

Sm-MOF kompleksi ve 2-stp organik ligandının FTIR spektrumu  $4000 - 600 \text{ cm}^{-1}$  aralığında incelenmiş olup FTIR grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Sm-MOF kompleksi ile 2-stp ligandın FTIR grafikleri.

2-stp ligandı ile Sm-MOF kompleksinin pikleri benzer bölgelerde gözlemlenmiştir. 2-Stp'nin  $1691 \text{ cm}^{-1}$  ile  $1740 \text{ cm}^{-1}$ 'de yoğun karakteristik pikler sergilemesi, yapısında bulunan sülfonat ve karboksilat gruplarıyla ilişkilendirilmiştir. Sm-MOF kompleksinde sülfonat ve karboksil gruplarının O-H piklerinin görülmemesi bu grupların XRD yapı incelemesine uygunluğu kabul edilen protondan arındırılmış olduğunu düşündürülebilir. Sm-MOF kompleksinin  $1557$  ve  $1397 \text{ cm}^{-1}$  aralığında gözlenen

karboksilat karakteristik gerilme pik değerlerinin farkı  $160 \text{ cm}^{-1}$  olup,  $200 \text{ cm}^{-1}$ 'den düşük olması karboksil grubunun Sm(III) iyonlarına bağlanması ile ilişkilendirilebilir (Mukhtar Sirati ve ark., 2024). FTIR analizi, tüm karakteristik piklerin kristal yapılarla uyumlu olduğunu göstermiştir (Güzel 2019; Kara ve ark., 2020).

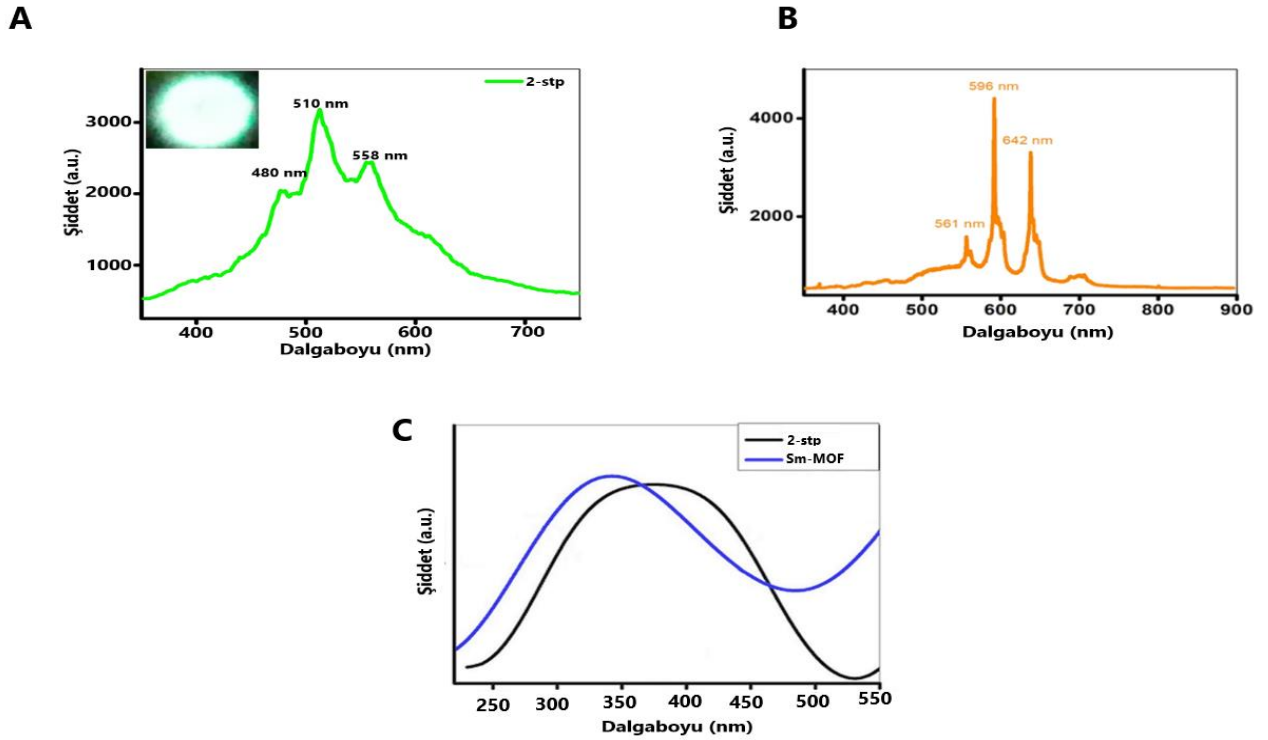
#### 3.4. Fotolüminesans Özellikler

Şekil 5A'da 2-stp'nin oda sıcaklığında ve katı fazdaki fotolüminesans grafiği verilmiştir. İç ektteki görsel, 2-stp'nin 349 nm dalga boyunda uyarılması sırasında mobil telefon ile elde edilen fotolüminesans görünümüdür. Sm-MOF'un görünür aralıkta alınan emisyon grafiği Şekil 5B'de görülmektedir. Sm-MOF kristallerinde sarımsı-turuncu ışımaya gözlenmiştir. Anten etkisini gösteren Sm-MOF kompleksi için uyarılma spektrumu ve 2-stp ligandının katı hal absorpsiyon spektrumları Şekil 5C'de verilirken Şekil 6'da ise Sm-MOF kompleksinin Jablonski enerji diyagramı yer almaktadır.

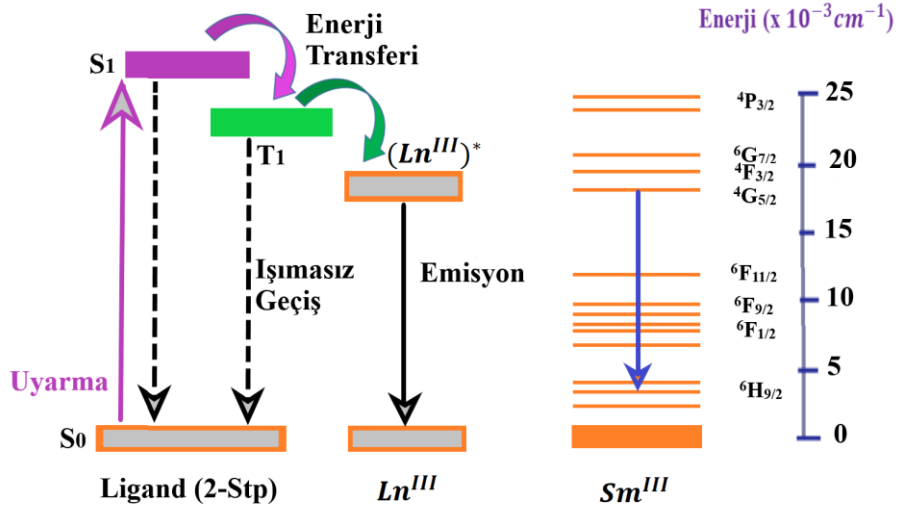
2-Stp ligandı; 480 nm, 510 nm ile 558 nm dalga boylarında,  $\pi \rightarrow \pi^*$  ile  $n \rightarrow \pi^*$  elektron geçişleriyle uyumlu, geniş emisyonuna sahip ligand içi yük transfer geçişleri sergilemiştir (Şekil 5A). Şekil 5B ve Şekil 6'da görüldüğü üzere, katı Sm(III) kompleksinin fotolüminesans spektrumunda; 596 nm'de  $^4G_{5/2} \rightarrow ^6H_{7/2}$  manyetik dipol geçişi ve 561 nm'de  $^4G_{5/2} \rightarrow ^6H_{5/2}$  ve 642 nm'de  $^4G_{5/2} \rightarrow ^6H_{9/2}$  elektrik-dipol geçişleriyle uyumlu üç adet karakteristik zirve görülmüştür. Bu geçişlerden  $^4G_{5/2} \rightarrow ^6H_{9/2}$  elektrik dipol geçişi, ardından gelen  $^4G_{5/2} \rightarrow ^6H_{7/2}$  manyetik dipol geçişinden de duyarlı, şiddetli ve en yoğun geçiştir. Bu aşırı duyarlı ve 642 nm'de turuncu rengin gözlemlendiği emisyon bandı 596 nm'de sarı ışımaya yapan  $^4G_{5/2} \rightarrow ^6H_{7/2}$  geçişinden çok daha şiddetli olduğundan dolayı Sm-MOF kompleksinin turuncu renkte lüminesans yapmasını sağlamıştır.

Ayrıca 2-stp ligandın emisyon yapmasının yanında, Sm(III)'ün yoğun emisyonuna bağlı şiddetli zirvelerin gözlemlenmesi, 2-stp serbest ligandın absorpsiyon spektrumları ile Sm-MOF kompleksinin uyarılma spektrumları arasındaki örtüşme ve Sm(III) iyonlarının güçlü lüminesans yeteneği, 2-stp ligandan Sm-MOF kompleksine etkili bir enerji transferini ve ligandın anten etkisini açıkça göstermiştir (Şekil 5C).

2-stp'nin enerji seviyeleri, Sm (III) iyonlarına enerji aktarımı yapabilecek seviyededir. Bundan dolayı ligandan metale enerji aktarımı verimli bir şekilde gerçekleşmiştir (Dexter, 1953) (Şekil 5C).



**Şekil 5.** **A)** 2-stp'nin oda sıcaklığında ve katı fazdaki fotoluminesans grafiği (İç ektteki görsel, 2-stp'nin 349 nm dalga boyunda uyarılması sırasında mobil telefon ile elde edilen ışığa görünümüdür), **B)** Sm-MOF'un görünür aralıkta alınan emisyon grafiği, **C)** Sm-MOF kompleksi için uyarılma spektrumu ve 2-stp ligandının katı hal olarak absorpsiyon spektrumları.



**Şekil 6.** Sm-MOF kompleksinin Jablonski enerji diyagramı.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, yeni Sm(III) bazlı koordinasyon polimeri (Sm-MOF), 2-sulfotereftalik asit (2-stp) ligandı kullanılarak hidrotermal koşullar altında başarıyla sentezlenmiş, yapısal özellikleri araştırılmıştır. Sm-MOF'un kristal yapısı, tek kristal XRD analizi, FTIR ve toz kristal ölçümü ile karakterize edilmiştir. Sm-MOF'un yapısal analizi, farklı iki 2-stp'den; dört oksijen atomunun karboksil grubundan, 3'ü bağlı su molekülünden, geri kalan ikisinin de aynı şekilde diğer 2-stp ligandının sülfonat grubundan geldiğini göstermiştir. Polihedron yapısı ise, bozulmuş, üç başlı antiprizmatik kare düzlem dizilimi sergilemiştir.



Katı hal fotolüminesans özellikleri, UV-Görünür ortamda oda sıcaklığında araştırılmıştır. 2-stp ligandı ve Sm-MOF kompleksi için yapılan fotolüminesans ölçümü, f-f elektronik geçişlerine atfedilen Sm-MOF için turuncu emisyon sergilemiştir. Ayrıca 2-stp ligandın absorpsiyon spektrumları ile Sm-MOF kompleksinin uyarma spektrumları arasındaki örtüşme ve Sm(III) iyonlarının güçlü lüminesans yeteneği, 2-stp ligandan Sm-MOF kompleksine etkili bir enerji transferini ve ligandın anten etkisini açıkça göstermiştir. Bu çalışma ile, karakteristik lüminesans özelliklerinden dolayı medikal teşhis ve kanser tedavisi gibi sağlık alanlarında, optik, haberleşme gibi teknolojik alanlarda etkin potansiyel uygulamalara sahip olan yeni Sm-MOF lüminesans malzemelerin üretimi ve geliştirilmesi için kullanışlı bir yaklaşım sunulmuştur.

### **Teşekkür**

Yazarlar, 18/067 numaralı BAP projesi ile yapılan bu araştırmayı destekleyen MSKU Rektörlüğü BAP birimine ve MSKU Moleküler ve Nanomalzeme Laboratuvarı'na desteklerinden dolayı çok teşekkür eder.

### **Bilgi**

Bu makale yazar Umut Güzel'in yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makale yazımına eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### **Kaynakça**

- Acar Y., Coban MB., Gungor E., Kara H. Two new NIR luminescent Er(III) coordination polymers with potential application optical amplification devices. *Journal of Cluster Science* 2020; 31: 117-124.
- Chen B., Qian G. *Metal-organic frameworks for photonics applications*. Springer 2014; 157: 1-26.
- Coban MB. Synthesis and photophysical properties of new Eu(III) complex. *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2017; 19(3): 7-15.
- Coban MB., Acar Y., Gungor E., Kuru Alpaslan F., Kara Subasat H. Eu@PMMA and Sm@PMMA nanofibers prepared by electrospinning: structural, morphology, photoluminescence and magnetic properties. *CrystEngComm* 2020; 22: 6116-6127.
- Dang S., Min X., Yang W., Yi FY., You H., Sun ZM. Lanthanide metal-organic frameworks showing luminescence in the visible and near-infrared regions with potential for acetone sensing. *Chemistry A European Journal* 2013; 19(50): 17172-17179.

- Dolomanov OV., Bourhis LJ., Gildea RJ., Howard JAK., Puschmann H. OLEX2: A complete structure solution, refinement and analysis program. *Journal of Applied Crystallography* 2009; 42(2): 339–341.
- Fordham S., Wang X., Bosch M., Zhou HC. Lanthanide metal-organic frameworks: syntheses, properties, and potential applications. In: Cheng, P. (ed.) *Structure and Bonding*. Springer 2014; 163: 1-27.
- Güzel U. Samaryum (III) koordinasyon polimerinin etkin yük transfer mekanizmasıyla görünür bölge ve yakın kızıl ötesi lüminesansı. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no: 73, Muğla, Türkiye, 2019.
- Kara H., Oylumluoglu G., Coban MB. Photoluminescence properties of a new Sm(III) complex/PMMA electrospun composite fibers. *Journal of Cluster Science* 2020; 31: 701-708.
- Lucky MV., Sivakumar S., Reddy MLP., Paul AK., Natarajan S. Lanthanide luminescent coordination polymer constructed from unsymmetrical dinuclear building blocks based on 4-((1H-benzo[d]imidazol-1-yl)methyl)benzoic acid. *Crystal Growth & Design* 2011; 11(3): 857-864.
- Madkhali O., Kaynar ÜH., Alajlani Y., Coban MB., Garcia Guinea J., Ayvacikli M., Pierson, JF., Can N. Structural and temperature dependence luminescence characteristics of RE (RE=Eu<sup>3+</sup>, Dy<sup>3+</sup>, Sm<sup>3+</sup> and Tb<sup>3+</sup>) in the new gadolinium aluminate borate phosphor. *Ceramics International* 2023; 49(12): 19982-19995.
- Mukhtar Sirati M., Sirati S., Amara U., Hussain A., Hussain D., Hanif M., Mahmood K., Asif HM., Khalid M., Tariq M., Siddique F., Yaqub M., Ahmad I. Samarium-based metal organic frameworks as high performance electrocatalyst for alkaline water splitting. *Fuel* 2024; 362: 130812.
- Oylumluoglu G., Coban MB., Kocak C., Aygun M., Kara H. 2-and 1-D coordination polymers of Dy(III) and Ho(III) with near infrared and visible luminescence by efficient charge-transfer antenna ligand. *Journal of Molecular Structure* 2017; 1146: 356-364.
- Sheldrick GM. A short history of SHELX. *Acta Crystallographica Section A: Foundations of Crystallography* 2007; 64(1): 112-122.
- Su Y., Yu J., Li Y., Phua SFZ., Liu G., Lim QW., Yang X., Ganguly R., Dang C., Yang C., Zhao Y. Versatile bimetallic lanthanide metal-organic frameworks for tunable emission and efficient fluorescence sensing. *Communications Chemistry* 2018; 1(12).
- Şahiner M., Akgök YZ., Arslan M., Ergin MH. Dünyada ve Türkiye’de nadir toprak elementleri (NTE). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. [https://mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/dunyada\\_ve\\_turkiyede\\_nadir\\_toprak\\_elementleri.pdf](https://mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/dunyada_ve_turkiyede_nadir_toprak_elementleri.pdf) (Erişim Tarihi: 17.07. 2024). 2017.
- Thomas J., Ambili KS., Synthesis, crystal structure and luminescent properties of a new samarium-fluorescein metal-organic framework. *Journal of Molecular Structure* 2015; 1098: 167-174.