

---

# FİZİK

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Esra UYAR

---

**yaz**  
yayınları

# FİZİK

**Editör**

Dr. Öğr. Üyesi Esra UYAR

**yaz**  
yayınları

2024

## FİZİK

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Esra UYAR

---

### © YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

---

E ISBN 978-625-6104-45-7

Ekim 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3  
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

[www.yazyayinlari.com](http://www.yazyayinlari.com)

[yazyayinlari@gmail.com](mailto:yazyayinlari@gmail.com)

[info@yazyayinlari.com](mailto:info@yazyayinlari.com)

## İÇİNDEKİLER

- Differential Scanning Calorimetry: Applications in Drug-Membrane Interactions .....1**  
*Züleyha ÖZÇELİK ÇETİNEL*
- Laser-Induced Graphene: A New Frontier in Materials Science .....21**  
*Alper ÇETİNEL*
- Measurement of RF Radiation Pollution Level in the Corridors of KSÜ Medical Faculty Hospital and Calculation of Radiation Dose Index.....41**  
*Ömer SÖĞÜT, Esra Demirkol ÖZTAŞ*
- Fabrication and Characterization of Metal-Polymer-Semiconductor Schottky Barrier Diode Using a PCDTBT:F4-TCNQ Interface Layer at Different Temperatures.....60**  
*H. Muzaffer ŞAĞBAN, Özge TÜZÜN ÖZMEN*
- Katkılı/Katkısız Metal Oksit (MO) Nanopartikül (NP) Üretimi ve Bazı Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi .....76**  
*Fatih ERGÜL, Sinan TEMEL, Fatma Özge GÖKMEN*
- Tip 2 Diyabet Tedavisinde Kullanılan Miglitol Molekülü ve Olası Radikallerinin Docking Çalışması .....95**  
*Halil Uğur TAŞDEMİR*
- Mavi Işık Filtreli Gözlük Kullanımının Göz Sağlığı Üzerinde Oluşturduğu Olumlu ve Olumsuz Etkilerin Belirlenmesi .....106**  
*Aslı TURAL, Dilara DURUKAN, Ezgi KIRAN, Ezgi Nur ÖZCAN, Özge ERDEM*

**Gözlük Kullanımı ve Satışlarını Mevsimsel Olarak Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri .....118**  
*Nimet ÖKMEN, Emine TATAR, Kerime AKYOL, Berat ÖĞÜT, Özge ERDEM*

**Determination of the Optimum Sample Geometry in Gamma-Ray Spectrometry: Experimental and Monte Carlo Simulation Method.....131**  
*Esra UYAR, Saim Egemen YÜCEL, Gökçen ASLAN AYDEMİR*

**Advances in Wide Bandgap Semiconductor Diodes (SiC, GaN): A Revolution in Power Electronics .....149**  
*İlhan CANDAN, Sezai ASUBAY*

# KATKILI/KATKISIZ METAL OKSİT (MO) NANOPARTİKÜL (NP) ÜRETİMİ VE BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ<sup>1</sup>

**Fatih ERGÜL<sup>2</sup>**

**Sinan TEMEL<sup>2</sup>**

**Fatma Özge GÖKMEN<sup>3</sup>**

## 1. GİRİŞ

Nanoteknolojinin hızlı gelişimi, metal bazlı nanoparçacıkların (MNP'ler) muazzam üretimine yol açmaktadır. MNP'lerin toprak ve su iyileştirme, tarımsal amaçlar, kozmetikler, boyalar ve farmasötikler vb. gibi geniş uygulamaları vardır (Tiwari vd., 2022). Metal oksit NP'lerin yüzeyindeki atom sayısı, NP'lerin boyutunun küçülmesiyle artar, bu da reaktivitelerini artırır ve topaklanma eğilimiyle sonuçlanır. NP'lerin daha küçük boyutuyla ilişkili dezavantajlar, uygun fiziksel, kimyasal veya biyolojik yöntemler kullanılarak yüzeylerinin modifiye edilmesiyle aşılabilir (Kumar vd., 2022). Yüzey modifikasyonu, kontrollü aglomerasyon ile stabiliteğini artırmak için NP'lerin yüzeyine inorganik bir kabuk veya organik moleküllerin kaplanmasıyla yapılabilir (Kumar vd., 2022).

---

<sup>1</sup> Bu çalışma Fatih ERGÜL'ün Yüksek Lisans tezi kapsamında hazırlanmıştır.

<sup>2</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Fizik Anabilim dalı, 3703475@ogrenci.bilecik.edu.tr ORCID: 0009-0004-7816-9065.

<sup>2</sup> Doç. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümü, sinan.temel@bilecik.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0889-9490.

<sup>3</sup> Doç. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Üretimde Kalite Kontrol Bölümü, fatmaozge.gokmen@bilecik.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5548-8790.

Günümüzde, başta metal ve metal oksit nanopartiküller olmak üzere çeşitli nanopartiküller ve bunların olası uygulamaları üzerine araştırmalar ortaya çıkmaktadır. Bu uygulamalardan biri, potansiyometrik sensörlerin analitik parametrelerini iyileştirmek için bunların kullanılmasıdır (Pietrzak vd., 2022). Günümüzde nanopartikül elde etmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlar kolayca fiziksel (fiziksel buhar fazı biriktirme, mekanik öğütme, püskürtme, lazer ablasyon), kimyasal (kimyasal buhar fazı biriktirme, kimyasal indirgeme, elektrosentez) ve biyolojik (bakteri, mantar, yosun kullanılarak biyolojik sentez) yöntemler olarak ayrılabilir. Bununla birlikte, başlangıç malzemesinin türüne bağlı olarak, hepsi iki yöntem grubuna atanabilir: aşağıdan yukarıya yaklaşım (küçük boyutlardaki basit maddelerden nanoyapılar oluşturmak) ve yukarıdan aşağıya yaklaşım (esas olarak mekanik yöntemler aracılığıyla ayrışma sonucunda makroskopik malzemeden nanoparçacıklar elde etmek) (Khan vd., 2019). Çeşitli morfolojilere sahip MO nanopartikülleri (NP'ler) enerji depolama makineleri, sensörler, kaplamalar, yağlama, elektrokimya, çevresel iyileştirme ve benzeri geniş kapsamlı uygulamalar için araştırılmıştır (Qumar vd., 2022). Adsorban özelliklerini kullanım bu alanların en önemlilerinden biridir. Moleküllerin boyutu kütleden nano ölçeğe düştüğünde, yüzey-hacim oranında üstel bir artışa neden olur. Boyutu en aza indirerek ve etkileşim için organik moleküllerin yüzeylerine aktif kenarlar ekleyerek, yüzey enerjisi veya adsorban kompozitler geliştirilir. Bununla birlikte, nanomateryaller, organik kirleticileri sudan uzaklaştırmak için daha hacimli muadillerine kıyasla önemli adsorpsiyon kabiliyeti sergiler. Ayrıca, MO NP'ler, tek başlarına veya nanokompozitler halinde, organik kirleticileri hızlı ve verimli bir şekilde gidermek için tasarlanmış son derece seçici adsor- bentler olarak yakın zamanda benzersiz bir perspektif ortaya koymuştur (Qumar vd., 2022). Ayrıca, geçiş metal oksitleri (TMO'lar) ve nanokompozitleri organik kirleticileri yok etmek için güçlü bir fotokatalitik reaksiyona sahiptir. Doğru yapı,

kristal ve yüzey aidiyetine sahip MO bazlı nanokompozitler, büyük bant aralığı enerjili (Eg) yarı iletkenler olarak işlev görür ve organik kirleticilerin bozunması için toksik olmama ve suda kararlılık gibi olumlu nitelikler sergiler.

Metal-oksit nanopartikül üretim yöntemleri arasında; birlikte çökeltme işlemi, hidrotermal işlem, mikrodalga ışınlama, darbeli lazer biriktirme, katı hal reaksiyon işlemi, sol-jel işlemi, sprej piroliz tekniği, çözelti yakma, mekanik bilyalı öğütme ve mikrodalga destekli solvo-termal yöntemler yer almaktadır (Saleem vd., 2022). Sol-jel işleminin homojen olmayan bileşimde ince manyetik nanopartiküller sağlar, ayrıca daha iyi bir kontrol oranını olanaklı hale getirir. Basit bir hazırlama tekniğidir. Diğer bir yöntem ise, kimyasal birlikte çökeltme işlemidir. Nanopartiküllerin (NP'ler) büyük ölçekli hazırlanması, basit laboratuvar ekipmanı ve kendi içinde basitlik, düşük maliyet, dopant konsantrasyonunun etkili ve kolay ayarlanması gibi olağanüstü avantajları nedeniyle daha fazla dikkat çekmiştir (Saleem vd., 2022). Nano boyutta metal oksitlerin üretimi arasında, çökeltme yönteminin basit, ekonomik ve ölçeklenebilir olduğu, çünkü NP'lerin boyutu, şekli, kristal yapısı ve yüzey reaktivitesi gibi içsel özelliklerinin sentez sırasında kontrol edilebildiği bildirilmektedir (Tran vd., 2018). Metal oksitler, özellikle geçiş metalleri, manyetik, optik, elektrik, katalizör ve çeşitli alanlarda potansiyel uygulama gibi çekici özelliklere sahiptir (Vara ve Dave, 2019). Metal oksitlerin on yıllardır katalizör olarak sıklıkla çalışıldığı da incelenen literatürlerde görülmüştür (Chaturvedi ve Dave, 2012). Oksit nanoparçacıkları, yanma hızlarını artıran herhangi bir yığılma göstermezler. Mikro ve nanometre boyutundaki partikül (metal) oksitler arasındaki karşılaştırmada, katalizörün katalitik verimliliği nanometre aralığında keskin bir şekilde artmıştır (Vara ve Dave, 2019). Nano boyuttaki metal oksitlerin bir diğer yaygın kullanım alanı da adsorpsiyon prosesleri içerisinde geliştirilmiş yeni nesil adsorban

olarak kullanımınıdır (Kumar vd., 2022). Atık sulardan ağır metal iyonlarını uzaklaştırmak için kullanılan membran filtrasyonu, kimyasal çöktürme, adsorpsiyon, iyon değişimi ve birlikte çöktürme gibi çeşitli yöntemler arasında adsorpsiyon en etkili ve güvenli yöntem olarak kabul edilmektedir (Maheshwari ve Gupta, 2016). Geleneksel olarak, tarımsal yan ürünler, meyve atıkları, aktif karbon ve modifiye biyopolimerler gibi birçok doğal ve ticari adsorban, suyun iyileştirilmesi için adsorban olarak kullanılmıştır. Ancak, yüksek üretim maliyetleri, düşük adsorpsiyon kapasiteleri ve adsorpsiyon sonrası bertarafına ilişkin sınırlı bilgi nedeniyle kullanımları sınırlıdır (Hua vd., 2012). Bu nedenle, atık sulardan ağır metal iyonlarını uzaklaştırmak için alternatif bir adsorban malzeme bulmaya ihtiyaç vardır. Son yıllarda, nanopartiküllerin küçük boyutları, geniş yüzey alanları ve daha yüksek aktif bölgeleri nedeniyle mükemmel bir adsorban olduğu bildirilmiştir (Pradhan vd., 2017).

Bu çalışmanın özgün değeri, geçiş metalleri kullanılarak elde edilen metal oksit nanopartiküllerinin aynı akademik çıktı da bir arada kıyaslanabilir olmasıdır. Literatüre bakıldığında, katkılarının benzer yöntemler ile reaksiyon edilip kendi içinde karşılaştırılması mevcuttur. Bu çalışmada aynı metodlar farklı metal öncülerine uygulanıp katkılarının gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

## **2. MATERYAL YÖNTEM**

### **2.1.Metal Oksitler**

Metaller, doğada genellikle kararsız yapıdadır. Bu nedenle metaller, kararlı yapıya sahip olmak amacıyla oksijen ile tepkimeye girerek metal oksit bileşenine dönüşürler. Metal oksitler, günümüzde en yaygın kullanılan bileşiklerin başında gelmektedir ve birçok farklı kimyasal ve atomik bileşimlere

## *Fizik*

sahiptir. Metal oksitlerin fiziksel yapısı çoğunlukla, katı, kristalin ve metalik özellik göstermektedir. Fakat genellikle oda sıcaklığında metal oksitler kırılğan yapıda bulunmaktadır. Metal oksitler birçok farklı özelliği yapısında bulundurmaktadır. Bunlara; yüksek ve kimyasal mukavemet, faz geçirgenliği, yüksek kararlılık, farklı kristal bileşimler, yüksek kaynama ve erime, optik ve elektriksel özellikler örnek verilebilir.

Metal oksitler fiziksel yapılarına göre, metal ya da geçiş metali içeren bileşikler olarak iki grupta incelenirler. Yapısında metal bulunan metal oksitlere, Silisyum Dioksit ( $\text{SiO}_2$ ) ve Magnezyum Oksit ( $\text{MgO}$ ) örnek olarak verilebilir. Yapısında geçiş metali bulunan metal oksitlere ise Titanyum Monoksit ( $\text{TiO}$ ), Krom Dioksit ( $\text{CrO}_2$ ), Kobalt Oksit ( $\text{CoO}$ ), Bakır Oksit ( $\text{CuO}$ ) ve Nikel Oksit ( $\text{NiO}$ ) bileşikleri örnek verilebilir.

Metal oksitler diğer bileşenlerden farklı olarak yüksek işlevsellik özelliği gösterdiği bilinmektedir (Pal, 2020). Bu nedenle başta malzeme biliminde, kimya alanında ve aynı zamanda endüstriyel uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

### **2.2.Metal Oksit (MO) Nanopartiküller**

Nanopartiküller, fiziksel ve kimyasal yapılarına dikkat edilerek 100 nanometre boyutundan küçük olacak şekilde sentezlenmektedir (Wang vd., 2009). Nanopartiküllerin sahip olduğu avantajlı yapısından dolayı günümüzde, endüstriyel ve bilimsel çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Nanopartiküllerin kuantum etkisi ve yüzey alanı partiküllerin boyutuna bağlı olarak değişmekte ve elektrik, optik ve manyetik alanları partiküllerin boyutu küçüldükçe daha reaktif hal kazanmaktadır (Warheit, 2018). Günümüzde birçok farklı alanda nanopartiküller kullanılsa da metal ve metal oksit temelli nanopartiküller sıklıkla kullanılan partiküllerin başında gelmektedir.

Metal oksit nanopartiküller, metal elementlerinin oksijen ile birleşerek oluşturduğu bileşiklerin nanometre ölçeğindeki

parçacıklarını ifade etmektedir. Metal oksit nanopartiküller, genellikle 1 ila 100 nanometre arasında bir boyuta sahiptir. Metal oksit nanopartiküller, geniş bir uygulama yelpazesine sahip olup, çeşitli endüstriyel, tıbbi ve bilimsel alanlarda kullanılmaktadır (Vance vd., 2015).

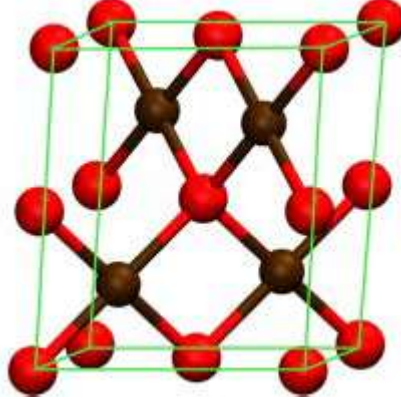
### **2.2.1. CoO Nanopartiküller**

Metal oksit nanopartikülleri nano boyutta, kimyasal kararlılığa ve geniş yüzey alanına sahip olmaları sebebiyle araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Sethuraman vd., 2018). Geçiş metali oksitleri içerisinde Kobalt Oksitler (CoO) p tipi bir yarı iletken olup, 1.2 eV ile 1.7 eV arasında bir bant aralığına sahiptir (Kaur vd., 2006). Tablo 1' de fizikokimyasal özellikleri sunulmuştur. Şekil 1'de ise CoO nanopartiküllerin atomik gösterimini temsil etmektedir. Kırmızı toplar oksijeni (O) elementini kahverengi toplar ise kobalt (Co) elementini ifade etmektedir.

CoO nanopartiküller, nano yapılarının kolaylıkla optimize edilmesi, mükemmel katalitik özellik göstermesi ve maliyetinin düşük olması nedeniyle günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Aynı zamanda yüksek elektriksel ve termal iletkenliğe sahip olmasından dolayı metal oksit nanopartikülleri içerisinde en yaygın kullanılan nano malzemedir (Tuncsoy, 2020).

CoO nanopartikülleri sahip olduğu yüksek hacim ve yüzey oranları nedeniyle birçok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Örnek olarak manyetik depolama işlemleri (Wang vd., 2007), lityum iyonu temelli elektrotlar (Xu vd., 2011) ve güneş pilleri (Sahay vd., 2012) verilebilir.

**Şekil 1. CoO Nanopartikülün Atomik Gösterimi**



**Kaynak:** (Gattinoni ve Michaelides, 2015).

**Tablo 1. CoO Nanopartikülün Fizikokimyasal Özellikleri**

IUPAC Numarası	Cobalt(II)Oxide
Molar Kütle	79.545 g mol <sup>-1</sup>
Erime Noktası	1326°C
Kaynama Noktası	2000°C
Yoğunluk	6.31 g cm <sup>-3</sup>

**Kaynak:** (Yoon vd., 2000)

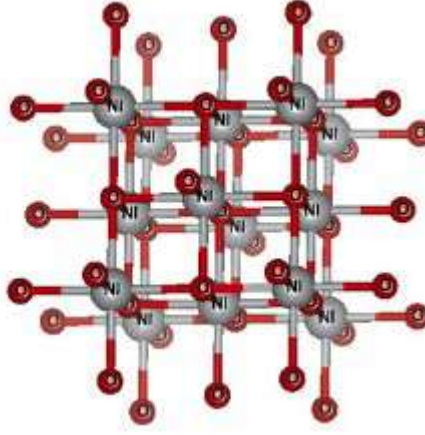
### 2.2.2. NiO Nanopartiküller

Demir grubu metallere olan nikel (Ni), sahip olduğu manyetik yapısından dolayı oldukça geniş kullanım alanına sahiptir. Günümüzde NiO nano partiküller; nano çubuk, nano tüp ve nano prizma gibi çeşitli formlarda üretilmektedir (Ati vd., 2013). NiO nanopartikülleri genellikle iletken, katalitik ve manyetik malzemelerin üretiminde ve geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Örneğin; katı oksit yakıt pillerinde ve optik sensörlerde anot katmanı olarak kullanılmaktadır (Karaduman, 2017). Şekil 2’de NiO nanopartiküllerin atomik gösterimi bulunmaktadır. Tablo 2’de ise NiO nanopartiküllerin fizikokimyasal özellikleri özet şeklinde sunulmuştur.

## *Fizik*

NiO nanopartiküllerin birçok farklı üretim yöntemi bulunmaktadır. Bunlar; mekanik öğütme, piroliz, hidrazin yöntemi, nikel tuzların kimyasal redüksiyonu, sonokimyasal yöntem ve son olarak elektrokimyasal çöktürme yöntemleridir (Alonso vd., 2011).

**Şekil 2. Nio Nanopartiküllerin Atomik Gösterimi**



**Kaynak:** (Goel vd., 2020).

**Tablo 2. Nio Nanopartikülün Fizikokimyasal Özellikleri**

IUPAC Numarası	Nickel(2+); Oxygen(2-)
Molar Kütle	74.69 g mol <sup>-1</sup>
Erime Noktası	1955°C
Kaynama Noktası	--
Yoğunluk	6.67 g cm <sup>-3</sup>

**Kaynak:** (Goel vd., 2020).

### **3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

#### **3.1.CoO Nanopartikül Sentezi**

Kobalt (II) nitrat [Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O]'ın sodyum hidroksit (NaOH) ile sulu ortamda indirgenerek çökertilmesiyle CoO nanopartikülleri, elde edilmiştir. Bu amaçla, 0.5 M kobalt (II)

nitrat çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti 6 saat 70°C'de karıştırılmıştır. Karışıma 0.1 M NaOH çözeltisi damla damla ilave edilerek çökelti elde edilmiştir. Elde edilen çökelti Whatman süzgeç kağıdı ile süzülmüştür. Süzüntü su ve etanol ile 3 kez yıkanmıştır. Yıkamadan sonra süzüntü etüvde 24 saat 60°C'de kurutulmuştur. Kurutulan örnek 300°C'de 5 saat süreyle hava ortamında tavlansak CoO nanopartiküller elde edilmiştir.

### **3.2.NiO Nanopartikül Sentezi**

Nikel (II) nitrat [Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O]'ın sodyum hidroksit (NaOH) ile sulu ortamda indirgenerek çökeltilmesiyle NiO nanopartikülleri, elde edilmiştir. Bu amaçla, 0.5 M nikel (II) nitrat çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti 6 saat 70°C'de karıştırılmıştır. Karışıma 0.1 M NaOH çözeltisi damla damla ilave edilerek çökelti elde edilmiştir. Elde edilen çökelti Whatman süzgeç kağıdı ile süzülmüştür. Süzüntü su ve etanol ile 3 kez yıkanmıştır. Yıkamadan sonra süzüntü etüvde 24 saat 60°C'de kurutulmuştur. Kurutulan örnek 300°C'de 5 saat süreyle hava ortamında tavlansak NiO nanopartiküller elde edilmiştir.

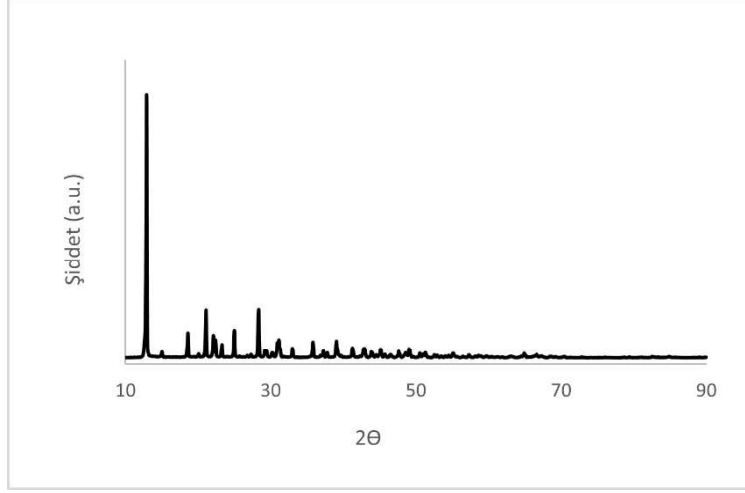
### **3.3.Karakterizasyon**

Yapısal ve yüzeysel analizler sırasıyla XRD ve FESEM cihazları ile yapılmıştır. XRD cihazı Panalytical Emprayan ve FESEM cihazı SUPRA 40VP, Carl Zeiss model/marka ile gerçekleştirilmiştir. XRD analizi 2-theta açısı 10 - 90° aralığında gerçekleştirilmiştir. FESEM görüntüleri 15kV ve 15kX büyültmelerde elde edilmiştir. EDX analizi ile elementel dağılım sonuçları elde edilmiştir.

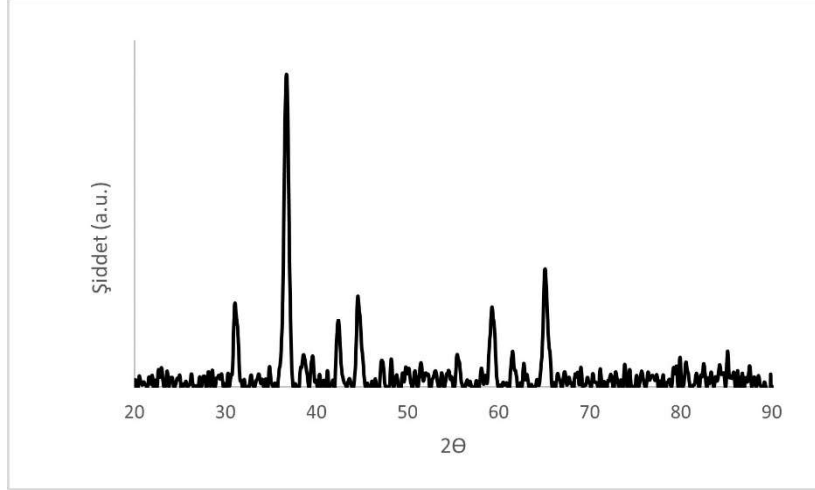
### **3.4.Analiz sonuçları**

Şekil 3'de CoO nanopartikül üretimi için kullandığımız Kobalt (II) nitrat [Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O] tuzunun XRD spektrumu verilmiştir. Şekil 4'de ise sentez sonucu elde ettiğimiz CoO nanopartiküllerin XRD spektrumu görünmektedir.

**Şekil 3. Kobalt (II) Nitrat Tuzunun XRD Spektrumu**



**Şekil 4. Sentez Sonucu Elde Edilen CoO Nanopartiküllerin XRD Spektrumu**



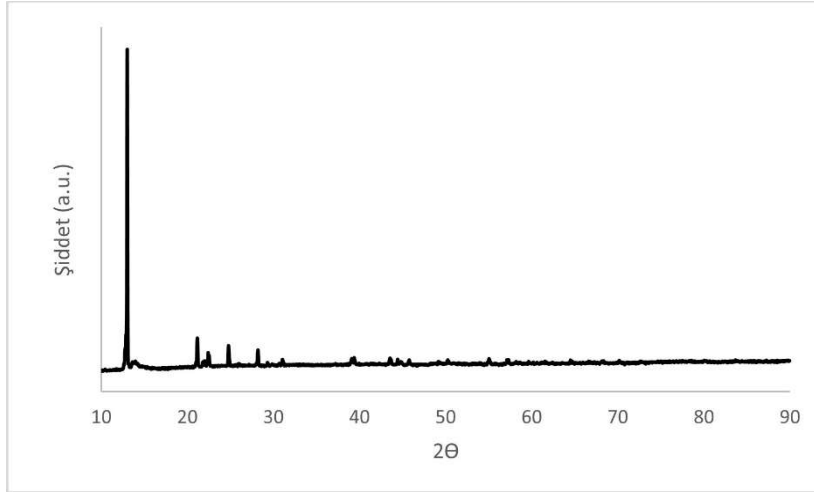
Spektrumlardan görüldüğü gibi Kobalt (II) nitrat  $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  tuzu kullanılarak başlatılan sentez sonucunda saf CoO nanopartikül elde edilmiştir. CoO nanopartiküllerin spektrumunda yer alan tüm piklerin, 98-017-

3830 referans numaralı kübik yapıda CoO yapısının ASTM kartı ile birebir uyumlu olduğu görülmüştür.

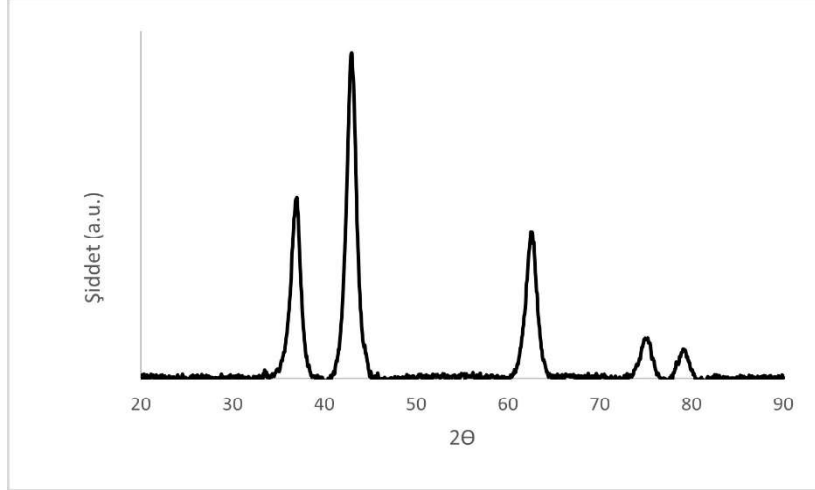
Şekil 5’de NiO nanopartikül üretimi için kullandığımız Nikel (II) nitrat  $[\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  tuzunun XRD spektrumu verilmiştir. Şekil 6’da ise sentez sonucu elde ettiğimiz NiO nanopartiküllerin XRD spektrumu görünmektedir.

Spektrumlardan görüldüğü gibi Nikel (II) nitrat  $[\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  tuzu kullanılarak başlatılan sentez sonucunda saf NiO nanopartikül elde edilmiştir. NiO nanopartiküllerin spektrumunda yer alan tüm piklerin, 98-005-3930 referans numaralı kübik yapıda NiO yapısının ASTM kartı ile birebir uyumlu olduğu görülmüştür.

**Şekil 5. Nikel (II) Nitrat Tuzunun XRD Spektrumu**



**Şekil 6. Sentez Sonucu Elde Edilen NiO Nanopartiküllerin XRD Spektrumu**



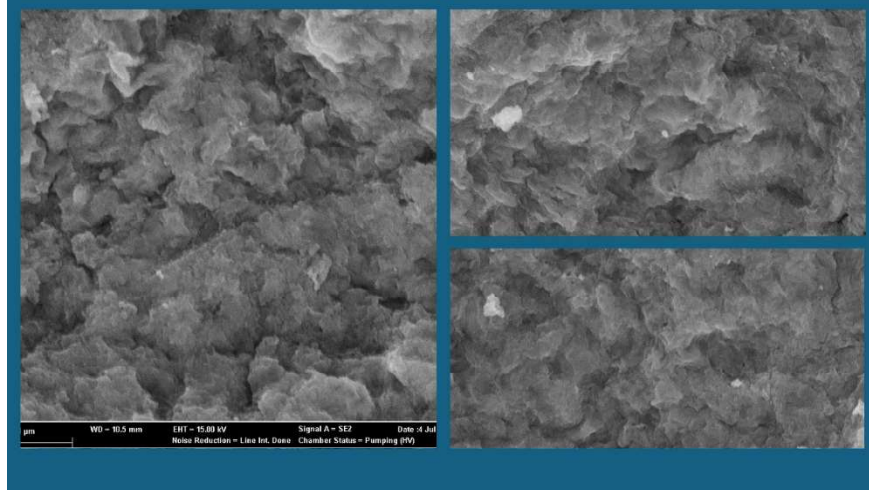
Tablo 3’de ise XRD spektrumundan alınan veriler ile Debye-Scherrer Formülü kullanılarak hesaplanan ortalama tane boyutu değerleri verilmiştir. Tablodan görüleceği gibi hem CoO hem de NiO partiküller nano yapıdadır. Yapısal analiz sonuçlarına göre CoO ve NiO nanopartikül üretiminin başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği görülmektedir.

**Tablo 3. Ortalama Tane Boyutu Değerleri**

Yapı	Ortalama Tane Boyutu (nm)
CoO	43,6
NiO	16,1

Şekil 7’de CoO’e ait FESEM görüntüsü verilmiştir. Tablo 4’de ise CoO EDX sonuçları listelenmiştir.

**Şekil 7. CoO'e Ait FESEM Görüntüsü**



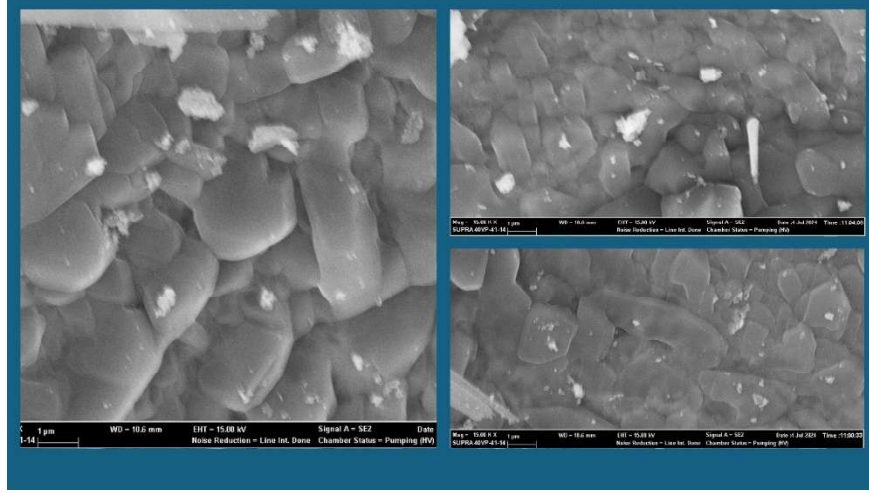
**Tablo 4. CoO EDX Sonuçları**

Element	Atomik Yüzde (at.%)
Co	57,07
O	42,93

FESEM görüntülerinden görüleceği gibi elde edilen CoO homojen yapıdadır. EDX sonuçları da yapıda herhangi bir safsızlık olmadığını teyit etmiştir. Görüntülerden hesaplanan ortalama tane boyutu değerleri de XRD sonuçlarını desteklemektedir. Sentez sonucu saf ve homojen yapıda CoO nanopartikül yapısı elde edilmiştir.

Şekil 8'de NiO'e ait FESEM görüntüsü verilmiştir. Tablo 5'de ise NiO EDX sonuçları listelenmiştir.

**Şekil 8. NiO'e Ait FESEM Görüntüsü**



**Tablo 5. NiO EDX Sonuçları**

Element	Atomik Yüzde (at.%)
Ni	51,81
O	48,19

FESEM görüntülerinden görüleceği gibi elde edilen NiO homojen yapıdadır. EDX sonuçları da yapıda herhangi bir safsızlık olmadığını teyit etmiştir. Görüntülerden hesaplanan ortalama tane boyutu değerleri de XRD sonuçlarını desteklemektedir. Sentez sonucu saf ve homojen yapıda NiO nanopartikül yapısı elde edilmiştir.

#### **4. SONUÇ**

Yapılan çalışma kapsamında CoO ve NiO nanopartiküller sulu ortamda indirgenerek çökeltilme yöntemiyle sentezlenmiştir. Elde edilen nanopartiküllerin yapısal ve yüzeysel özellikleri incelenmiş ve başarılı bir sentez olup olmadığı araştırılmıştır. Kobalt (II) nitrat [Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O] tuzu kullanılarak başlatılan sentez sonucunda saf CoO nanopartikül ve Nikel (II) nitrat

[Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O)] tuzu kullanılarak başlatılan sentez sonucunda saf NiO nanopartikül elde edilmiştir. CoO nanopartiküllerin spektrumunda yer alan tüm piklerin, kübik yapıda CoO yapısının, NiO nanopartiküllerin spektrumunda yer alan tüm piklerin, kübik yapıda NiO yapısının ASTM kartı ile birebir uyumlu olduğu görülmektedir. XRD spektrumundan alınan veriler ile Debye-Scherrer Formülü kullanılarak hesaplanan ortalama tane boyutu değerleri hem CoO hem de NiO partiküller nano yapıda olduğunu göstermiştir. Yapısal analiz sonuçlarına göre CoO ve NiO nanopartikül üretiminin başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği görülmektedir. FESEM görüntülerinden görüleceği gibi elde edilen CoO ve NiO homojen yapıdadır. EDX sonuçları da bu yapılarda herhangi bir safsızlık olmadığını teyit etmiştir. Görüntülerden hesaplanan ortalama tane boyutu değerleri de XRD sonuçlarını desteklemektedir. Yüzeysel analiz bulguları da sentez sonucu saf ve homojen yapıda CoO ve NiO nanopartikül yapılarının elde edildiğini göstermiştir.

Çalışmanın devamında, elde edilen nanopartiküllerin ikili ve Grafen katkılanarak üçlü sentezleri de gerçekleştirilecektir. Bu ikili ve üçlü yapılar yüksek sıcaklıklarda (1200°C) ısıtılma tabi tutularak numunelerin Zeta Potansiyeli, XPS ve TEM analizleri de yapılarak uygulama alanları incelenecektir.

### **KAYNAKÇA**

- Alonso, F., Riente, P., & Yus, M. (2011). Nickel nanoparticles in hydrogentransfer reductions: Characterization and nature of the catalyst. *Applied Catalyst*, 379-391.
- Ati, A. A., Othaman, Z., & Samavati, A. (2013). Influence of cobalt on structural and magnetic properties of nickel ferrite nanoparticles. *Journal of Molecular Structure*, 177-182.
- Chaturvedi S., Dave P.N., (2012). Nano-metal oxide: potential catalyst on thermal decomposition of ammonium perchlorate, *J. Exp. Nanosci.* 7, 205–231.
- Gattinoni, C., & Michaelides, A. (2015). Atomistic details of oxide surfaces and surface oxidation: the example of copper and its oxides. *Surface Science Reports*, 70(3), 424-447.
- Goel, R., Jha, R., & Ravikant, C. (2020). Investigating the structural, electrochemical, and optical properties of p-type spherical nickel oxide (NiO) nanoparticles. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 144, 109488.
- Hua, M., Zhang, S., Pan, B., Zhang, W., Lv, L., Zhang, Q., (2012). Heavy metal removal from water/wastewater by nanosized metal oxides: a review. *J. Hazard Mater.* 211 (212), 317–331.
- Karaduman, E. (2017). Kobalt-nikel nanopartiküllerinin ve karbon içerikli nanokompozitlerinin sentezi ve incelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaur, M., Muthe, K. P., Deshpande, S. K., Choudhury, S., Singh, J. B., Verma, N., ... & Yakhmi, J. V. (2006). Growth and branching of CuO nanowires by thermal oxidation of copper. *Journal of Crystal Growth*, 289(2), 670-675.

- Khan I., Saeed K., Khan I., (2022). Nanoparticles: properties, applications and toxicities, Arab, J. Chem. 12, 908–931.
- Kumar A.K, Yeshwanth M., Kumar K.B., Panwar J., Gupta S., (2022). Functionalized Cu-based metal oxide nanoparticles with enhanced Cd<sup>2+</sup> adsorption capacity and their ecotoxicity assessment by molecular docking, Journal of Environmental Management 307, 114523.
- Maheshwari, U., Gupta, S., (2016). Performance evaluation of activated neem bark for the removal of Zn(II) and Cu(II) along with other metal ions from aqueous solution and synthetic pulp & paper industry effluent using fixed-bed reactor. Process Saf. Environ. Protect. 102, 547–557.
- Manjunath, A., Irfan, M., Anushree, K. P., Vinutha, K. M., & Yamunarani, N. (2016). Synthesis and Characterization of CuO Nanoparticles and CuO Doped PVA Nanocomposites. Advances in Materials Physics and Chemistry, 06(10).
- Pal, D. (2020). Synthesis of metal oxide nanoparticles-A general overview. Indian J, (59), 1513–1528.
- Pietrzak K., Krstulovic N., Blazeka D., Car J., Malinowski S., Wardak C., (2022). Metal oxide nanoparticles as solid contact in ion-selective electrodes sensitive to potassium ions, Talanta 243, 123335.
- Pradhan, S.K., Panwar, J., Gupta, S., (2017). Enhanced heavy metal removal using silveryttrium oxide nanocomposites as novel adsorbent system. J. Environ. Chem. Eng. 5, 5801–5814.
- Qumar U., Hassan J.Z., Bhatti R. A., Raza A., Nazir G., Nabgan W., Ikram M., (2022). Journal of Materials Science & Technology 131, 122–166.

- Sahay, R., Sundaramurthy, J., Kumar, P. S., Thavasi, V., Mhaisalkar, S. G., & Ramakrishna, S. (2012). Synthesis and characterization of CuO nanofibers, and investigation for its suitability as blocking layer in ZnO NPs based dye sensitized solar cell and as photocatalyst in organic dye degradation. *Journal of Solid State Chemistry*, 186, 261-267.
- Saleem S., Jameel M.H., Akhtar N., Nazir N., Ali A., Zaman A., Rehman A., Butt S., Sultana F., Mushtaq M., Zeng J.H., Amami M., Althubeiti K., (2022). Modification in structural, optical, morphological, and electrical properties of zinc oxide (ZnO) nanoparticles (NPs) by metal (Ni, Co) dopants for electronic device applications, *Arabian Journal of Chemistry*, 15, 103518.
- Sethuraman, R. G., Venkatachalam, T., & Kirupha, S. D. (2018). Fabrication and characterization of Zn doped CuO nanofiber using newly designed nanofiber generator for the photodegradation of methylene blue from textile effluent. *Materials Science-Poland*, 36(3), 520-529.
- Tiwari E., Singh N., Khandelwal N., Ganie Z.A., Choudhary A., Monikh F.A., Darbha G.K., (2022). Impact of nanoplastic debris on the stability and transport of metal oxide nanoparticles: role of varying soil solution chemistry, *Chemosphere* 308, 136091.
- Tran, Q.H., Nguyen, V.Q., Le, A.-T., (2018). Corrigendum: silver nanoparticles: synthesis, properties, toxicology, applications and perspectives. *Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol.* 9, 049501.
- Tuncsoy, B. (2020). Bakır oksit nanopartiküllerinin *Galleria mellonella* larvaları üzerine immün ve metabolik etkileri. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(1), 53-60.

- Vance, M. E., Kuiken, T., Vejerano, E. P., McGinnis, S. P., Hochella Jr, M. F., Rejeski, D., & Hull, M. S. (2015). Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 6(1), 1769-1780.
- Vara J.A., Dave P.N., (2019). Metal oxide nanoparticles as catalyst for thermal behavior of AN based composite solid propellant, *Chemical Physics Letters* 730, 600–607.
- Wang, S. Q., Zhang, J. Y., & Chen, C. H. (2007). Dandelion-like hollow microspheres of CuO as anode material for lithium-ion batteries. *Scripta Materialia*, 57(4), 337-340.
- Wang, F., Gao, F., Lan, M., Yuan, H., Huang, Y., & Liu, J. (2009). Oxidative stress contributes to silica nanoparticle-induced cytotoxicity in human embryonic kidney cells. *Toxicology In Vitro*, 23(5), 808-815.
- Warheit, D. B. (2018). Hazard and risk assessment strategies for nanoparticle exposures: how far have we come in the past 10 years? *F1000Research*, 7.
- Xu, M., Wang, F., Zhao, M., Yang, S., Sun, Z., & Song, X. (2011). Synthesis of copper oxide nanostructures via a composite-Hydroxide-mediated approach: Morphology control and the electrochemical performances as anode material for lithium ion batteries. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 44(2), 506-510.
- Yoon, K. H., Choi, W. J., & Kang, D. H. (2000). Photoelectrochemical properties of copper oxide thin films coated on an n-Si substrate. *Thin solid films*, 372(1-2), 250-256.

## YAYIN DAVET MEKTUBUDUR

15/10/2024

Dr.Öğr.Üyesi Esra UYAR editörlüğünde aşağıda isimleri belirtilen bölüm yazarlarının hazırladığı *Fizik* isimli eserinizin yayımını yayınevimizden gerçekleştirmek isteriz.

YAZ YAYINLARI  
M. İhtisas ÖSİB Mar. 4A Cad. NO:3/3  
İscohişler, 38100 KARAHAİSAR  
İletişim V.D. 108 3450 5058  
www.yazyayinlari.com

### BÖLÜM YAZARI ÇALIŞMA LİSTESİ İSİM LİSTESİ

Züleyha ÖZÇELİK ÇETİNEL	Differential Scanning Calorimetry: Applications in Drug-Membrane Interactions
Alper ÇETİNEL	Laser-Induced Graphene: A New Frontier in Materials Science
Ömer SÖĞÜT, Esra Demirkol ÖZTAŞ	Measurement of RF Radiation Pollution Level in the Corridors of KSÜ Medical Faculty Hospital and Calculation of Radiation Dose Index
H. Muzaffer ŞAĞBAN, Özge TÜZÜN ÖZMEN	Fabrication and Characterization of Metal-Polymer-Semiconductor Schottky Barrier Diode Using a PCDTBT:F4-TCNQ Interface Layer at Different Temperatures
Fatih ERGÜL, Sinan TEMEL, Fatma Özge GÖKMEN	Katkılı/Katkısız Metal Oksit (MO) Nanopartikül (NP) Üretimi ve Bazı Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi
Halil Uğur TAŞDEMİR	Tip 2 Diyabet Tedavisinde Kullanılan Miglitol Molekülü ve Olası Radikallerinin Docking Çalışması
Aslı TURAL, Dilara DURUKAN, Ezgi KIRAN, Ezgi Nur ÖZCAN, Özge ERDEM	Mavi Işık Filtreli Gözlük Kullanımının Göz Sağlığı Üzerinde Oluşturduğu Olumlu ve Olumsuz Etkilerin Belirlenmesi
Nimet ÖKMEN, Emine TATAR, Kerime AKYOL, Berat ÖĞÜT, Özge ERDEM	Gözlük Kullanımı ve Satışlarını Mevsimsel Olarak Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri
Esra UYAR, Saim Egemen YÜCEL, Gökçen ASLAN AYDEMİR	Determination of the Optimum Sample Geometry in Gamma-Ray Spectrometry: Experimental and Monte Carlo Simulation Method
İlhan CANDAN, Sezai ASUBAY	Advances in Wide Bandgap Semiconductor Diodes (SiC, GaN): A Revolution in Power Electronics

## İLGİLİ MAKAMA

### YAZ YAYINLARI,

1979 yılında yayıncılık hayatına başlayan Yaz Yayınları 44 yıldır düzenli şekilde yayıncılık faaliyeti yürütmektedir. Bu süreçte edebi ve akademik alanlarda 1000'e yakın yayımlanmış kitabı bulunmaktadır.

Bu kapsamda Yaz Yayınları:

1. Yükseköğretim Kurulunca tanınan sıralama kuruluşlarınca belirlenen dünyada ilk 500'e giren üniversite kütüphanelerinde taranmaktadır.
2. Üniversitelerarası Kurul (ÜAK) Doçentlik Yönetmeliği doçentlik başvuru şartlarına göre yukarıda belirtilen temel alanların her birisinde aynı alanda ayrı ayrı 20'den fazla farklı yazara ait yabancı dilde yayın yapmıştır.
3. Akademik teşvik ödeneği yönetmeliğine göre A1, A2 A3 ve A4 alanlarının her birisinde aynı alanda ayrı ayrı 20'den fazla farklı yazara ait yabancı dilde yayın yapmıştır.

Yayınevimiz

### Üniversitelerarası Kurul (ÜAK) Doçentlik Yönetmeliği'ne göre:

- Eğitim Bilimleri Temel Alanı
  - Fen Bilimleri ve Matematik Temel Alanı
  - Filoloji Temel Alanı
  - Güzel Sanatlar Temel Alanı
  - Hukuk Temel Alanı
  - İlahiyat Temel Alanı
  - Mimarlık, Planlama ve Tasarım Temel Alanı
  - Mühendislik Temel Alanı
  - Sağlık Bilimleri Temel Alanı
  - Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Temel Alanı
  - Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Temel Alanı
  - Spor Bilimleri Temel Alanı
- olmak üzere tüm alanlarda **"TANINMIŞ ULUSLARARASI YAYINEVİ"** statüsündedir.

### Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliği'ne göre:

- A1 Alanları: Eğitim Bilimleri, Fen Bilimleri ve Matematik, Mühendislik, Sağlık Bilimleri, Ziraat, Orman ve Su Ürünleri
  - A2 Alanları: Filoloji, Hukuk, İlahiyat, Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler, Spor Bilimleri
  - A3 Alanı: Mimarlık, Planlama ve Tasarım
  - A4 Alanı: Güzel Sanatlar
- olmak üzere tüm alanlarda **"TANINMIŞ ULUSLARARASI YAYINEVİ"** statüsündedir.