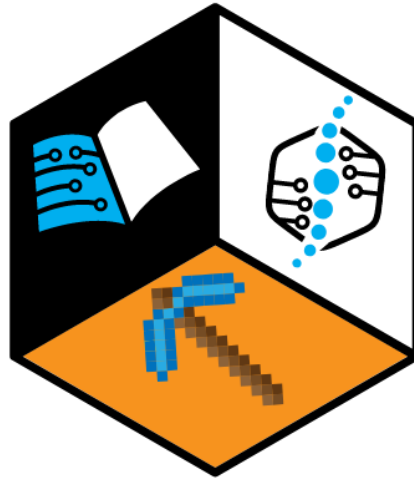


# NANOWARE Müfredatı

## MODÜL 2: NANOMATERYALLER:

---

**SONUÇ: R1/T1.1**



# NANOWARE

**31.10.2022**

---

DIGICULT

Yazan: Ilias Parlavantzas

Proje Numarası 2021-2-PL01-KA220-SCH-000051200



**Co-funded by  
the European Union**

Bu yayının oluşturulması için verilen Avrupa Komisyonu desteği, sadece yazarların görüşlerini yansıtan içeriklerin onaylanması anlamına gelmez ve Komisyon burada yer alan bilgilerden ortaya çıkarılan herhangi bir kullanım için sorumlu tutulamaz.

## İçindekiler

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 1. Modüle Giriş .....                                  | 3  |
| 2. Nanomateryaller .....                               | 4  |
| 2.1 Nanomateryallerin Türleri .....                    | 4  |
| 2.2 Nanomateryallerin Sentezi & Karakterizasyonu ..... | 7  |
| 2.3 Nanomateryallerin kullanımı uygulamaları .....     | 12 |
| 3. Vaka çalışmaları ve başarı öyküleri .....           | 15 |
| 4. Referanslar .....                                   | 16 |

# 1. Modüle Giriş

Bu modül farklı nanomateryal türlerinin anlaşılması ile ilgilidir. Öğrenciye farklı sentezleri tanıtır ve nanomateryal özelliklerini özet halinde açıklar. Son olarak, birden fazla nanoteknoloji uygulaması sunar, böylece farklı alanlarda gelecek vaat eden potansiyellerinin ve önemini vurgular.

## Tanım

Bu modül nanomateryallerin temel özelliklerini öğrencilere sunacaktır. Bu bağlamda, farklı nanomateryal türlerini, bunların sentezini ve farklılaşma nedenlerini kapsayacaktır. Dahası, nanomateryallerin çeşitli uygulamalarını kapsayacaktır ve bir kaç vaka çalışması sunacaktır.

## Amaçlar

Bu modül ile, öğrenciler farklı nanomateryal türleri olduğunu ve bunların doğal veya yapay olarak oluşturulmuş olmalarına bakılmaksızın sentezleri bakımından kategorize edildiklerini öğreneceklerdir. Öğrenciler aynı zamanda çeşitli endüstrilerde nanomateryallerin çok sayıda uygulamaları olduğunu ve yaygın ürünlerden örneklerin bu tür materyallerin insan gelişimindeki önemini ve potansiyelini gösterdiğini anlayacaklardır.

## Öğrenme Hedefleri

BU modülde, öğrenciler nanomateryallerin kapsamlı bir sunumu üzerinden nanobilim ve nanoteknoloji ile tanışacaklardır. Bu şekilde, günlük hayatta bu alanın öneminin farkına varacaklardır ve kendi okul müfredatlarında nanomateryallerin ve uygulamalarının entegre edilmesi konusunda daha güvenli olacaklardır.

## Öğrenme çıktıları

Bu modülün başarı bir şekilde uygulanması ile, öğrenciler şunları yapabileceklerdir:

- Farklı nanomateryallerin nasıl karakterine edildiğini öğreneceklerdir
- Nanomateryallerin uygulamada nasıl kullanıldıklarını anlayacaklardır
- Nanomateryallerin türlerini ayırt edebileceklerdir
- Nanomateryallerin sentezini analiz edebileceklerdir

## Tahmini oturum süresi

Verilen bilgilerin uygulanması ile birlikte bu modülün tamamlanması 3 saat sürecektir.

## 2. Nanomateriyaller

Nanobilim ve nanoteknoloji bireysel atomlar ve molekülleri izler ve uyarır. Bu şekilde, maddenin özelliklerini nanoölçekte değiştirme ve çok sayıda kullanım için yeni yapılar oluşturma yeteneğini geliştirdiler (NNI, 2022, NGS, 2022).

### 2.1 Nanomateriyallerin Türleri

#### Nanomateriyaller

Nanomateriyaller, “materyalin boyutu ve şeklinin bir işlevini değiştiren kimyasal, fiziksel ve/veya elektriksel özellikler sunan herhangi bir organik, organik olmayan veya organometalik materyaldir” şeklinde tanımlanabilir (Hochella ve ark., 2019).

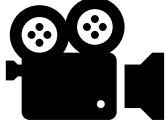
Farklı türlerde nanomateriyaller ve bunların sınıflandırılması için farklı yöntemler vardır.

#### Doğal nanomateriyaller

Bu materyaller doğal olarak ortaya çıkarlar. Bu da bunların bir insan faaliyeti veya antropojenik süreç ile doğrudan veya dolaylı bir bağlantı olmaksızın (biyo) jeokimyasal veya mekanik süreçler üzerinden, dünyada mevcut oldukları anlamına gelmektedir (Hochella ve ark., 2019).

#### Örnekler:

- Volkanik kül parçacıkları
- Duman parçacıkları
- Hemoglobin (Hb/kanımızdaki moleküller)
- Tavus kuşlarının tüylerindeki renkleri oluşturan nanoölçekli yapılar (tüylerin yüzeyindeki yapıların aralıkları parlak renkli etkiye neden olur)



Doğal nanomateryalleri keşfetme

<https://www.youtube.com/watch?v=aJCA0yGRrCI>



Görüntü: Tavus kuşu tüyleri Kaynak: Pixabay.com

## Yapay nanomateryaller

Yapay nanomateryaller insan faaliyeti sebebiyle ortaya çıkan nanomateryallerdir. Bu, insanlar tarafından yaratılan nesnelerin veya süreçlerin bir sonucu olarak yaratıldıkları anlamına gelir.

### Örnekler:

- Motorları çalıştıran fosil yakıtlardan gelen egzoz
- Bazı kirlilik formları

Tesadüfi nanomateryaller:

Bazı yapay nanomateryaller, tesadüfidir. Örneğin, egzoz nanoparçacıkları, nanomateryaller olarak üretilmek üzere bir ilk niyet olmaksızın taşıt motorları tarafından üretilir (NGS, 2022).

Bu sebeple, “doğrudan veya dolaylı olarak insan etkisi veya antropojenik işlem formundan kaynaklı olarak istemsiz bir şekilde üretildiklerinde” nanomateryaller tesadüfi olarak tanımlanabilir (Hochella ve ark., 2019).



Tesadüfi nanomateryaller için başka bir örnek, nanoparçacıklar içeren kaynak dumanıdır.



Görüntü: Kaynakçı

Kaynak: Pixabay.com

### Bilinçli olarak üretilen/tasarlanan nanomateryaller

Bazı nanomateryaller istemsiz bir şekilde üretilirken, başka nanomateryaller imalattan tıp alanına çeşitli endüstrilerde kullanılmak üzere bilim insanları ve mühendisler tarafından bilinçli olarak geliştirilmektedir.

Bunlara bilinçli olarak üretilen veya tasarlanan nanomateryaller denir.

### Antropojenik nanomateryaller:

Antropojenik nanomateriyaller, hem tesadüfi hem de bilinçli olarak üretilen/tasarlanan nanomateriyalleri içerir, bunların tamamı doğrudan veya dolaylı insan etkisi sonucu oluşur.



Görüntü: Güç istasyonu

Kaynak: Pixabay.com

## 2.2 Nanomateriyallerin Sentezi & Karakterizasyonu

### Fulerinler ve Nanoparçacıklar

“Nanomateriyallerin sınıflandırılması için bir yöntemde fulerinler ve nanoparçacıklar arasındadır. Bu sınıflandırma hem doğal olarak oluşan hem de insan yapımı nanomateriyalleri içerir” (NGS, 2022).

#### Fulerinler:

Fulerinler karbon alotroplarıdır.

!

- Bir kimyasal element farklı moleküler formlarda ortaya çıkabilir. Bunlara alotroplar denir.

Karbon alotroplarının örnekleri:

- Elmaslar
- Grafit

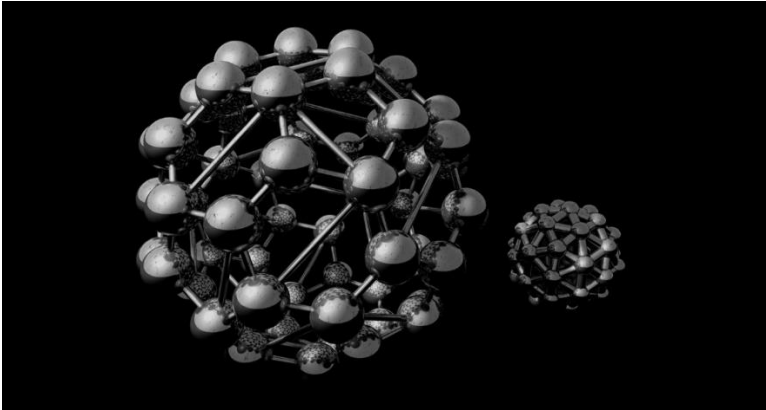
Fulerinler kalın bir şekilde dizilmiş ve güçlü bir şekilde bağlanmış karbon atomlarından oluşan küresel veya boru şeklindeki moleküler yapılardır.

### Bucky küresi

Bucky küresi, buckminsterfullerene'nin takma adıdır( $C_{60}$ ): bir tür küresel fulerin. Bucky küreleri, sıkıca bağlı altıgenler ve beşgenler olarak, futbol topuna benzer bir şekilde olan nanometre boyutlu karbon molekülüdür (NGS, 2022).

Bucky küreleri çok dayanıklıdır çünkü çok stabildirler. Sonuç olarak, aşırı sıcaklıklar, aşırı basınç ve hatta dış uzay gibi aşırı ortamlarda değişmeden kalırlar.

“Bucky küreleri, uzayda şimdiye kadar keşfedilen en büyük molekülüdür ve 2010 yılında gezegensel bulut etrafında tespit edilmişlerdir” (ibid.).



Görüntü: Bucky küresi

Kaynak: Pixabay.com

Bucky küreleri içinde herhangi bir atom veya molekülün güvenli ve değişmeden kaldığı küresel, katı kafeslere benzer şekilde yapılandırılmıştır.

Bu kafese benzer ve koruyucu yapı, bilim insanlarının dikkatini çekmiştir, çünkü bunun atomları sistemler içinde transfer etmek için güvenli bir şekilde kapladığını görmüşlerdir: bu durumda ırmaklar ve benzerlerindeki kirleticilerin izlenmesi için kimyasal izleyici olarak kullanılabilen Helyum emdirilmiş Bucky küreleri ile olur.(Folger, 2019).

### Nanotüpler

Nanotüpler borusal fulerinlerdir (NGS, 2022).

Karbon nanotüplerin, dikkat çekici özellikleri vardır (kimyasal, elektronik, mekanik ve optik) ve oldukça dirençli, güçlü ve esnektirler. Bu, karbon atomlarının birbirlerine nasıl bağlandıklarının bir sonucudur.



Karbon nanotüpler elmastan daha sert ve kauçuktan daha esnektir (ibid).

Karbon nanotüpler, bu dikkate değer özellikleri sayesinde birçok bilimsel ve teknolojik alanda oldukça popülerdir.

Örnekler:

- Çevre ve sağlık bilimleri kimyasal sensörlerdeki karbon nanotüplerini kullanır (ScienceDirect, 2022).
- NASA, yansıtmayı azaltmak ve veri toplanması optimize etmek için uydular üzerindeki “siyahtan daha siyah” renklendirme üretmek için karbon nanotüplerle deneyler yapmaktadır (NGS, 2022).



Görüntü: Karbon nanotüpler

Kaynak: Pixabay.com

## Nanoparçacıklar

Nanoparçacıklar boyut olarak 1-100 nanometre arasındaki küçük parçacıklardır.

Farklı türlerden nanoparçacık grupları vardır:

- Fulerinler
- Metal nanoparçacıklar
- Seramik nanoparçacıklar

- Polimerik nanoparçacıklar

Nanoparçacıkların bunlara kendine has fiziksel ve kimyasal özellikleri sunan nanoölçek boyutu ve yüksek yüzey alanları vardır, bunun sonucunda, çeşitli endüstriler ve uygulamaların dikkatini oldukça çekmektedirler (Khan ve ark., 2019).

### **Bilinçli olarak üretilen nanomateriyaller**

Bilinçli olarak üretilen nanomateriyallerin dört ana türü vardır:

- Karbon bazlı
- Metal bazlı
- Dendrimerler
- Nanobozunabilir maddeler

#### **1. Karbon bazlı nanomateriyaller**

Karbon bazlı nanomateriyaller, bilinçli olarak üretilir ve aşağıdakileri içerebilirler:

- Fulerinler
- Karbon nanotüpler
- Grafen ve türevleri
- Grafen oksit
- Nanoelmaslar
- Karbon bazlı kuantum noktaları (Patel ve ark., 2018).

#### **2. Metal bazlı nanomateriyaller**

Metal bazlı nanomateriyallerin farklı türleri vardır. Bunlar bunlarla sınırlı olmamak üzere aşağıdakileri içermektedir:

- Altın
- Gümüş
- Bakır
- Demir

- Çinko
- Platinyum (Yağob ve ark., 2020).

### 3. Dendrimerler

Dendrimerler aşırı derecede güçlü yapıları bozan, bağılı ve dallı birimlerden oluşan karmaşık ve ağaç benzeri nanoparçacıklardır (NGS, 2022).

Dendrimerler, bir iç çekirdek ve bol miktarda terminal grupla genişleyen çevresel bir kabuktan oluşur (ScienceDirect, 2022b).

“Dendrimer dallanması "dendrimer üretimi" olarak adlandırılır” (ibid.).

Bir dendrimerin her bir parçası belirli bir kimyasal işlevi yerine getirmek üzere tasarlanabilir.

Dendrimerler, birden fazla işlevi yerine getirebildikleri için biyomedikal uygulamalar açısından oldukça caziptir.

Örnekler: Tek bir dendrimer, bir ilacı belirli bir hücreye ulaştırabilir ve ayrıca bu ilacın çevredeki doku üzerindeki etkisini izleyebilir (NGS, 2020).

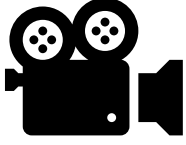
### 4. Nanobozunabilir maddeler

Nanobozunabilir maddeler en azından biri nanomateryal olmak üzere iki veya daha fazla materyalin birleşimi olan hibrit materyallerdir.

Nanobozunabilir maddelerin çeşitleri:

- Nanoseramik matris kompozitler (NCMC'ler)
- Genellikle "nano killer" olarak adlandırılan bu killer, materyallerin gücünü ve esnekliğini artırmak için ambalaj kaplama gibi uygulamalarda kullanılır.
- Metal matrisli kompozitler (MMC'ler)
- Dökme metallerden daha güçlü ve daha hafif olan bu metaller, örneğin daha hafif araçlar yapmak gibi uygulamalar için idealdir.
- Polimer matrisli kompozitler (PMC'ler)

Genellikle endüstriyel plastikler oluşturmak için kullanılır ve doku iskelesi için nanotıpta popülerdir. (NGS, 2022).



Lütfen aşağıdaki videoyu izleyin:

Nanomateriyallerin Büyük Gücü: Hızlandırılmış Mühendislik #23

<https://www.youtube.com/watch?v=IkYimZBzquw>

## 2.3 Nanomateriyallerin kullanımı uygulamaları

### Nanoimalat

Nanomateriyaller iki şekilde sentezlenebilir:

- Yukarıdan aşağıya yaklaşım
- Aşağıdan yukarıya yaklaşım

Yukarıdan aşağıda nanoimalat, nano boyutlarda küçük parçacıklar oluşturmak için yığın materiyallerin uyarılması ile ilgilidir (Parmasimav ve ark., 2021). Bu yaklaşımın bir örneği grafen bazlı mikroçiplerin oluşturulmasıdır (silikon bazlı olanların tersine)- bu harika potansiyeli olan devrim niteliğindeki bir üründür.

Aşağıdan yukarı nanoimalat, kendinden kurulum veya birlikte çökeltme yöntemleriyle (ibid.) nanomateriyaller oluşturmak için küçük parçacıkların kurulumu ile ilgilidir. Bu yaklaşımın bir örneği, tekil atomlar ve moleküller kullanarak, nano boyutlu elektronik cihazların oluşturulmasıdır (örneğin, mikroçipler).

### Nanoteknoloji ve Çevre

Nanoteknoloji, araştırmacılar tarafından ampuller, boyalar, bilgisayar ekranları ve daha düşük emisyon üreten yakıtlar gibi uygun fiyatlı, yüksek teknoloji ve enerji tasarruflu ürünler yaratmak için kullanılmaktadır.

Nanoteknoloji, alternatif enerji kaynağı uygulamalarını geliştirmek için de kullanılmaktadır. Örneğin, bilim insanları şimdi verimliliği artırmak ve kolay ve düşük maliyetli kurulum sağlamak için baskı benzeri ve hatta güneş panelleri üzerinde deneyler yapıyor. (NGS, 2022)

Suda, nanomateryaller toksik metaller ve organik molekülleri ortadan kaldırarak toksisiteyi azaltabilir (örneğin, tehlikeli kimyasallar, virüs hücreleri v.b.).

Nanoteknoloji aynı zamanda nanoparçacık manyetik özelliklerinden faydalanarak petrol saçılımı kirliliğini azaltmak için kullanılırlar.

### **Tüketici ürünleri**

Bilim insanları ve mühendisler tüketici ürünlerinin bir kısmında nanoteknolojiyi kullanmaktadır.

#### **Örnekler:**

Kıyafet (örneğin, kumaşı su itici veya lekelerle karşı daha dayanıklı hale getirmek için kaplama yöntemleri)

Kozmetikler (örneğin, daha fazla berraklık, daha iyi emilim, daha iyi UV koruması vb. özelliklere sahip ürünler)

Spor ürünleri (örneğin, spor ekipmanlarını daha hafif ve daha dayanıklı hale getirmek için nano-katkı maddeleri).

Ambalaj ve yüzey koruma malzemeleri (daha güçlü, daha esnek ve hafif çözümler)

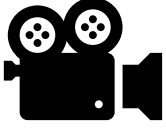
Gıda geliştiriciler (doku ve tatları iyileştirmek için)

Elektronik ürünler (daha büyük miktarda veriyi yönetip depolayabilen ve daha az güç tüketebilen daha hızlı taşınabilir ve daha verimli sistemler oluşturmak için).

Nanotıp (prosedürler/hastalık tedavileri, tıbbi cihazlar/araçlar vb.)

- Nanomateryaller kanama ve hızlı koagülasyonu azaltmak için kullanılabilirler.
- Nanoparçacıklar, mikropları kapana kısırmak ve doku rejenerasyonunu geliştirmek için bandajlara dâhil edilebilir.
- Nanoparçacıklar, gerekli olmadığında sağlıklı dokunun zarar görmesini önlemek için (örneğin kanser tedavilerinde) ilaçları belirli hücrelere iletebilir.
- Dendrimerler ilaç dağıtımında hızı ve verimliliği artırabilir.
- Fulerinler, alerjik reaksiyonları yavaşlatmak ve hatta durdurmak için anti-enflamatuar özelliklere sahip olacak şekilde uyarılabilirler.

- Nanoparçacıklar uyarılabilirler, belirli proteinler veya hastalıklı hücreleri tespit edebilir ve kendilerini onlara bağlayabilirler. Bu, teşhis prosedürlerini (test ve görüntüleme) geliştirir.



Lütfen aşağıdaki videoyu izleyin:

Nanoteknoloji sadece nesneleri küçültmek değildir | Noushin Nasiri | TEDxMacquarieUniversity

<https://www.youtube.com/watch?v=M8d3pxVb4c4>

### 3. Vaka çalışmaları ve başarı öyküleri

#### Air0 – Breathe Finlandiya

<https://air0.fi/en/>

Şirket, mekanik ve elektrikli hava temizliğini mükemmelleştirmek için nanoteknolojiyi kullanmaktadır.

smAIRt@600 ürünü, nanomateryaller sayesinde hava yoluyla bulaşan hastalıkları bulaştırabilecek veya başka bir şekilde iç hava yı bozabilecek en ince parçacıkları bile ortadan kaldırır ve uçucu organik bileşikler, küf, bakteri, virüs, duman, koku ve benzerlerini herhangi bir ozon üretimi olmaksızın ortadan kaldırabilir.

#### CNM Technologies, Almanya

<https://www.cnm-technologies.com>

Şirket, karbon bazlı nanomembranların geliştirilmesi, üretilmesi ve pazarlanması konusunda uzmanlaşmıştır. Bu moleküler incelikteki membranlar, imalatçılarına göre dünyanın en ince polimer filmleridir. Tıp, enerji ve elektronik dâhil olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılabilirler.

#### Nanoalps GmbH, İtalya: Nanoalps® System SOIL

<http://www.nanoalps.com/en/>

Şirket nanoteknolojiyi uygulamalı jeoteknik ve geliştirme alanlarında kullanmaktadır. Nanoalps® System SOIL ürünü, hidrolik bağlayıcılarla birlikte toprağı dekontamine etmek ve zararlı maddeleri hareketsiz hale getirmek için kullanılabilir. Yolları, parkurları ve zeminleri sağlamlaştırmak, stabilize etmek ve sertleştirmek için de kullanılabilir.

## 4. Referanslar

ScienceDirect (b). (2022). *Dendrimer* - genel bir bakış. ScienceDirect Konuları. <https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/dendrimer> adresinden, 09 Ekim 2022 tarihinde alındı

ScienceDirect. (2022). Karbon nanotüpler- genel bir bakış. ScienceDirect Konuları. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/carbon-nanotubes> adresinden, 09 Ekim 2022 tarihinde alındı

Folger, T. (2019, Kasım 12). Karbon Kafesler. Discover Magazine. <https://www.discovermagazine.com/the-sciences/cages-of-carbon> adresinden, 09 Ekim 2022 tarihinde alındı

Hochella, M. F., Mogk, D. W., Ranville, J., Allen, I. C., Luther, G. W., Marr, L. C., McGrail, B. P., Murayama, M., Qafoku, N. P., Rosso, K. M., Sahai, N., Schroeder, P. A., Vikesland, P., Westerhoff, P., & Yang, Y. (2019). Doğal, tesadüfi ve tasarım ürünü nanomateriyaller ve bunların Dünya Sistemi üzerindeki etkileri. *Science*, 363(6434). <https://doi.org/10.1126/science.aau8299>

Khan, I., Saeed, K., & Khan, I. (2019). Nanoparçacıklar: Özellikler, uygulamalar ve toksisiteler. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(7), 908–931. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2017.05.011>

nanoHUB. (2009). *Bir Ölçek Karşılaştırması: Makro, Mikro, Nano*. nanoHUB.org. [https://nanohub.org/resources/26670/download/Comparison\\_of\\_scale\\_Presentation.pdf](https://nanohub.org/resources/26670/download/Comparison_of_scale_Presentation.pdf) adresinden, 10 Ekim 2022 tarihinde alındı

NNI (b). (2022). Nanoteknoloji uygulamaları Ulusal Nanoteknoloji Girişimi. <https://www.nano.gov/about-nanotechnology/applications-nanotechnology> adresinden, 10 Ekim 2022 tarihinde alındı

Patel, K. D., Singh, R. K., & Kim, H.-W. (2018, Aralık 21). Teranostik için gelişmekte olan bir platform olarak karbon bazlı nanomateriyaller. *Materials Horizons*. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/mh/c8mh00966j> adresinden, 09 Ekim 2022 tarihinde alındı

Yaqoob, A. A., Ahmad, H., Parveen, T., Ahmad, A., Oves, M., Ismail, I. M. I., Qari, H. A., Umar, K., & Mohamad Ibrahim, M. N. (2020). *Metal süslemeli nanomateriyellerdeki son gelişmeler ve bunların çeşitli*

*biyolojik* *uygulamaları:* Bir İnceleme. Frontiers.  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2020.00341/full> adresinden, 09 Ekim 2022 tarihinde  
alındı