

GRAFEN TEMELLİ NANOMALZEMELER

Grafen Nedir?

- ✓ İki boyutlu (2D)
- ✓ Bal peteđi řeklinde kristal kafes
- ✓ Grafitik malzemelerin temel yapıtaşıdır.

Evrendeki en ince malzeme

Çok yüksek mekanik dayanım

Çok geniş yüzey alanı

Çok yüksek şeffaflık

Çok yüksek ısıl iletkenlik

Çok yüksek elektrik iletkenliđi

Elektronik

Biyomedikal

Grafen Ailesi

Grafit ve Elmas

Grafen

Grafen
Kuantum Nokta
(GQD)

Grafen Oksit
(GO)

İndirgenmiş
Grafen Oksit
(rGO)

Heteroatom
Katkılı Grafen

Grafen

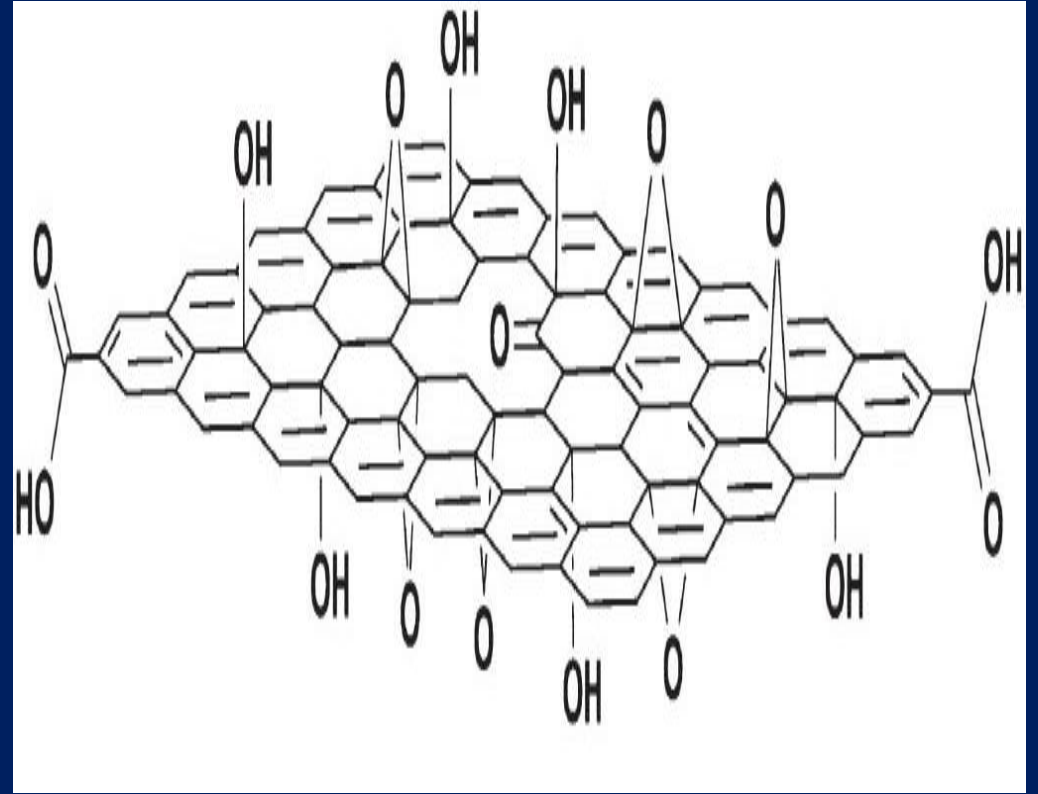
- Grafen hibritleşmiş sp^2 bağlarına sahiptir.
- σ bağları, mekanik özellikler ve elastiklik üzerinde etkilidir.
- π bağı, tabakalar arası etkileşimi ve iletkenlik olayını kontrol eder.

Grafen Oksit (GO)

Karboksil, hidroksil ve epoksi fonksiyonel grupları

sp^2/sp^3

hidrofilik



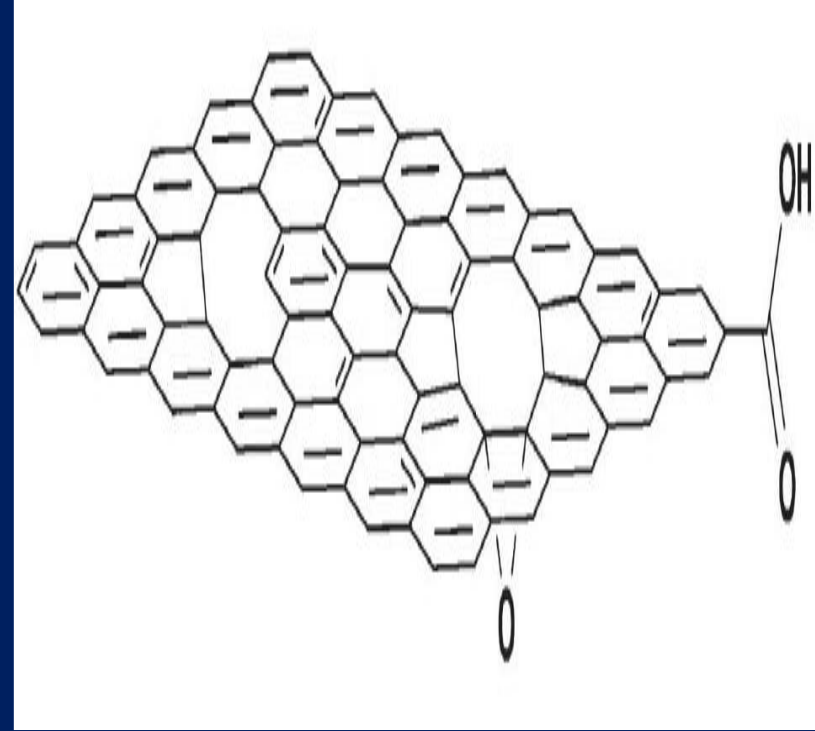
Grafen oksitin yapısı

İndirgenmiş Grafen Oksit (rGO)

Fonksiyonel grupların kimyasal indirgenmesi

sp^2/sp^3

hidrofobik



Heteroatom Katkılı Grafen

✓ Grafenin katkılanması, grafitik karbon atomlarının değişmesi ya da yabancı atomlar ile kovalent bağlanması anlamına gelmektedir.

-Optik

-Katalitik

-Elektronik

Özelliklerinde iyilleşme

Azot Katkılı Grafen

1. Grafitik N
2. Piridinik N
3. Tek piridinik N boşluğu
4. Üçlü piridinik N boşluğu
5. Pirolik N
6. Arayer N (interstitial)
7. Amin
8. Nitril

Kuantum Nokta Nedir

- 0 boyutlu
- Boyutları 1-10 nm
- Yarıiletken kristaller (CdSe, CdS, PbSe vb.)
- Toksikiteye sahip

Fotodiyot

Analitik Kimya

Elektronik

- 2 boyutlu
- Yüksek mekanik dayanım
- sp^2 hibritleşmesi
- Yüksek iletkenlik
- Süperhidrofobik
- Toksik değil

Grafen

GRAFEN KUANTUM NOKTALAR

< 10 nm

Yarıiletken nanomalzemelerdir.

Sıfır boyutlu (0D) nanoyapılardır.

Geniş yüzey alanlarına sahiptirler.

Eşsiz kimyasal ve fiziksel özellikler

Yüksek şeffaflık

Biyouyumlu, çevre dostu ve toksik değil

GRAFEN KUANTUM NOKTALARININ SENTEZİ

Yukarıdan Aşağıya
Sentez

Hidrotermal ve Solvotermal Yöntem

Elektrokimyasal Yöntem

Mikrodalga ve sonikasyon destekli yöntem

Nanolitografi

Aşağıdan Yukarıya
Sentez

Piroliz

Fulleren Kaynaklı

Farklı sentez yöntemleriyle sentezlenmiş GQD'lara örnekler

Metot	Araştırmacılar	Sentez Yöntemi	Başlangıç Maddesi	Boyut	Renk
Yukarıdan Aşağıya	Pan et. al. [1]	Hidrotermal	Grafen Oksit	5-13 nm	Mavi
	Zhu et. al. [2]	Solvotermal	Grafen oksit	ort. 5.3 nm	Yeşil
	Zhang et. al. [3]	Elektrokimyasal	Grafit çubuk	5-10 nm	Sarı
	Chen et. al. [4]	Mikrodalga	Grafen oksit	ort. 3 nm	Mavi
	Zhuo et. al. [5]	Sonikasyon	Grafen	3-5 nm	Mavi
	Ponomarenko et. al. [6]	Nanolitografi	Grafen		
Aşağıdan Yukarıya	Liu et. al. [7]	Piroliz	HBC	~60 nm	Mavi
	Lu et. al. [8]	Fulleren kaynaklı	Fulleren	2.7-10 nm	

[1] Pan, D. Zhang, J. Li, Z. ve Wu, M. 2010. Hydrothermal Route for Cutting Graphene Sheets into Blue-Luminescent Graphene Quantum Dots. *Advanced Materials*, 22, 734–738.

[2] Zhu, S. Zhang, J. Qiao, C. Tang, S. Li, Y. Yuan, W. Li, B. Tian, L. Liu, F. Hu, R. Gao, H. Wei, H. Zhang, H. Sun, H. ve Yang, B. 2011. Strongly green-photoluminescent graphene quantum dots for bioimaging Applications. *ChemComm*, 47, 6858–6860.

[3] Zhang, M. Bai, L. Shang, W. Xie, W. Ma, H. Fu, Y. Fang, D. Sun, H. Fan, L. Han, M. Liu, C. ve Yang, S. 2012. Facile synthesis of water-soluble, highly fluorescent graphene quantum dots as a robust biological label for stem cells. *Journal of Materials Chemistry*, 22, 7461–7467.

[4] Chen, S. Liu, J. Chen, M. Chen, X. ve Wang, J. 2012. Unusual emission transformation of graphene quantum dots induced by self-assembled aggregation. *ChemComm*, 48, 7637–7639.

[5] Zhuo, S. Shao, M. ve Lee, S. 2012. Upconversion and Downconversion Fluorescent Graphene Quantum Dots: Ultrasonic Preparation and Photocatalysis. *ACSNano*, 6(2), 1059–1064.

[6] Ponomarenko, L. Schedin, F. Katsnelson, M. Yang, R. Hill, E. Novoselov, K. ve Geim, A. 2008. Chaotic Dirac Billiard in Graphene Quantum Dots. *Science*, 320 (5874), 356-358.

[7] Liu, R. Wu, D. Feng, X. ve Müllen, K. 2011. Bottom-Up Fabrication of Photoluminescent Graphene Quantum Dots with Uniform Morphology. *JACS*, 133, 15221–15223.

[8] Lu, J. Yeo, P. Gan, C. Wu, P. ve Loh, K. 2011. Transforming C₆₀ molecules into graphene quantum dots. *Nature Nanotechnology*, 6, 247-252.