

**TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ**

**ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU**

TAKIM ADI:

BAGx

PROJE ADI:

**YEŞİL SENTEZ GRAFEN KUANTUM
NOKTALARI ÜRETİLEREK YÜKSEK VERİMLİ
MULTİJUNCTION SİLİSYUM FOTOVOLTAİK
HÜCRELERDE KULLANIMI**

BAŞVURU ID:

#44471

İçindekiler

1. Proje Özeti.....	2
2. Problem/Sorun:.....	3
3. Çözüm.....	3
4. Yöntem.....	3
4.1. Veri Toplama Araçları ve Özellikleri	3
4.2. Verilerin Toplanması.....	4
4.3. Araştırma İşlem Basamakları	4
4.3.1. Karbon Quantum Noktacıklarının Hazırlanması.....	4
4.3.2. QD Saflaştırılması	4
4.3.3. Güneş Hücrelerinin Hazırlanması.....	5
4.3.4. Akım ve Gerilimlerin Ölçülmesi	7
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	7
6. Uygulanabilirlik	7
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	7
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):.....	7
9. Riskler	8
10. Kaynakça ve Rapor Düzeni	8

1. Proje Özeti

Temel amacı geniş spektrumlu Güneş paneli eldesi olan bu proje çalışmasında öncelikle iki farklı metotla sükröz, melas ve glikozdan toksik olmayan yeşil sentez grafen kuantum noktalar(GQD) üretilmiştir. Elde edilen GQD'lerle takviye edilmiş TiO_2 -NiO ve ZnO-CuO konfigürasyonlu fotovoltaik(FV) hücreler yapılmıştır. Çalışmanın devamında Si:B altaşa fosfor takviye edilerek FV hücreler yapılmıştır. Ayrıca üretilen FV kombinasyonlarla multijunction FV hücreler de yapılmıştır.

Kuantum noktalar(QD) kullanım alanı çok geniş olan sıfır boyutlu nano parçacıklardır. Ekonomik değerleri çok yüksektir. Örneğin MERCK firmasının sudaki %0.4 konsantrasyonlu QD ürünü 202€ fiyatla satılmaktadır. Çalışmamızda 750 mL GQD içeren çözelti sentezlenerek ülke ekonomisine yüksek katma değerli ve yüksek teknoloji bir ürün kazandırılmıştır.

Mevcut uygulamalarda QD'ler CdS gibi toksik ağır metalli alaşım ve bileşiklerden oluşur. Bu çalışmada melas gibi içinde GQD bulunduran maddeler diyalizle ekstra saflaştırılarak, hammadde maliyetinin yüzlerce katına satılabilecek toksik olmayan yeşil sentez QD'ler elde edilmiştir. Melas GQD ile takviye edilmiş TiO_2 maddesinin XRD analizindeki 2θ 26° piki kuantum noktaların varlığının işaretidir. Ayrıca melas GQD'lerin UV-Vis Spektroskopisindeki karakteristik pikleri ve UV ışık altında parlaması da QD varlığını göstermiştir.

Çalışmada yapılan Güneş panellerinden en yüksek watt değerine sahip olanın sol-gel metoduyla yapılan TiO_2 :GQD(Melas)-NiO olduğu görülmüştür. Örnek olması amacıyla üretilen monokristalin Si Güneş panelinden 0,16 watt güç elde edilmiştir. Ayrıca özgün bir

metotla yapılan multijunction fotovoltaik hücrelerin watt değerlerinin çalışmadaki diğer fotovoltaiklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada yapılan hem Güneş paneli konfigürasyonları hem de bu konfigürasyonlara QD takviyesi literatürde ilktir.

Çalışmamızın verileri kullanılarak düşük maliyetlerle, kolay kullanımlı film şeklinde yapılar geliştirilip, mevcut Güneş panellerinin üst yüzeyleri kaplanarak yüksek verimli multijunction panellere dönüştürülebilir.

2. Problem/Sorun:

Dünya ekonomisi büyüdükçe ve endüstrileşme yayıldıkça, enerji tüketimi çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Günümüzde hala fosil yakıtlar, kullanılabilir enerji kaynaklarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Ancak fosil yakıtlar hem hızla tükenmekte hem de hızla mavi gezegenin iklimini olumsuz bir şekilde değiştirmektedir. Gelecek nesillerin sağlıklı bir dünyaya doğmamaları için çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması, üretilmesi ve geliştirilmesi, acil, güncel ve yakıcı ihtiyaçtır. Kişisel kullanıma en uygun yenilenebilir enerji biçimi Güneş enerjisidir. Güneş, insanların ihtiyacı olan enerjiden çok daha fazlasını Dünyamıza göndermesine rağmen mevcut güneş panellerini kullanarak, Güneşin enerjisinden yeterince yararlanamamaktayız. Bu nedenle mevcut güneş enerjisi panellerinin verimlerinin artırılması gerekmektedir.

3. Çözüm

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyüğü olan Güneş enerjisinden daha yüksek verimle yararlanabilmek amacıyla bu çalışmada çok katmanlı ve geniş spektrumlu Güneş panelleri yapılmıştır. Çalışmamızda görünür bölge dışı ışıklardan da enerji üretebilen geniş spektrumlu, toksik olmayan “yeşil sentez” malzemelerden ucuza mal edilmiş, farklı kombinasyonlarda, kolay kullanımlı multijunction panel konfigürasyonları geliştirilmiştir. Geliştirilen bu panel sistemleri konvansiyonel panellerin verimliliğini artıracaktır.

4. Yöntem

Bu çalışmada deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır.

4.1. Veri Toplama Araçları ve Özellikleri

1. Isıtıcı Manyetik Karıştırıcı, MTOPS marka MS300HS modelidir. Tabla alanı 180x180 mm, sıcaklığı elle ayarlamalı maksimum 380 °C, hassasiyeti 1 °C'dir.
2. İndiyum Kalay Oksit camlar, 25 mm x 75 mm ebatında, tek yüzeyi elektriksel iletken kaplama, öz direnci $<1,3 \cdot 10^{-4}$ ohm.cm, görünür bölgede ışık geçirgenliği $>85\%$, $R_s < 10$ ohm/sq'dur.
3. Hassas Tartı, Kern marka PLS modelidir. Hassasiyeti 0.001 g'dır. Cihaz maksimum 420 g ölçebilmektedir.
4. Etüv, Elektro-mag marka M5040P marka olup maksimum 300°C ısıtılabilir.
5. Termometre Cihazı, saplamalı tip dijital olanıdır. Ölçüm aralığı -50°C ila +150 °C arasındadır. Duyarlılığı 0,01 °C, hata payı $\pm 0,1$ °C'dir.
6. Quartz Tüp Fırın Protherm markadır. Maksimum çalışma sıcaklığı max. 1200 °C, ısı alanı uzunluğu 900 mm'dir.

7. UV LED lamba, 1W
8. Multimetre Cihazı, UNI-T marka UT33D modelidir. DC voltmetre hassasiyeti 0.1 mV olup hata payı $\pm \%0.5$ 'tir.

4.2. Verilerin Toplanması

Bu çalışma verileri, okulun ve üniversitenin laboratuvarında, 210 farklı günde toplam 420 saat süren deneysel araştırmaları sonunda elde edilmiştir.

4.3. Araştırma İşlem Basamakları

4.3.1. Karbon Quantum Noktacıklarının Hazırlanması

4.3.1.1. Sükroz Kuantum Noktalarının Hazırlanması

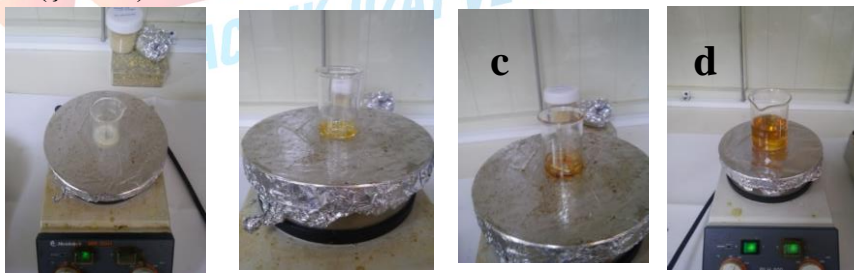
80 gram sükroz 300 mL saf su içinde çözüldükten sonra 2 gram sitrik asit eklenerek çözeltilinin asidik hale gelmesi sağlandı. 5 dakika boyunca mikrodalga fırın kullanılarak ısıtılan sükrozun glikoza hidrolizi sağlandı. Çözeltinin pH'ı 8 olana kadar sodyum bikarbonat eklenerek kuantum noktacı formasyonu başlatıldı. Mikrodalga kullanılarak kuantum noktacı formasyonu hızlandırıldı.

4.3.1.2. Melas Kuantum Noktalarının Hazırlanması

160 gram melas 300 mL saf su içinde çözüldükten sonra 2 gram sitrik asit eklenerek çözeltilinin asidik hale gelmesi sağlandı. 5 dakika boyunca mikrodalga fırın kullanılarak ısıtılan sükroz glikoza hidroliz edildi. Çözeltinin pH'ı 8 olana kadar sodyum bikarbonat eklenerek kuantum nokta formasyonu başlatıldı. Mikrodalga kullanılarak kuantum nokta formasyonu hızlandırıldı.

4.3.1.3. Glikoz Kuantum Noktalarının Hazırlanması

2 gram glikoz 250°C de ısıtıcı üzerinde eritildi. Glikozun ısıtıldıkça rengi sarıdan turuncuya döndü. Elde edilen turuncu glikoz sıvısı damla damla %12.5 amonyak çözeltisine eklendi, çözelti amonyak kokusu kaybolana ve pH 7.0 oluncaya kadar 70°C'de 3 saat boyunca karıştırıldı (Şekil 1).



Şekil 1. (a) (b) (c) (d) Glikoz kuantum noktaların hazırlanması

4.3.2. QD Saflaştırılması

QD'lar 3500 Da por büyüklüğüne sahip diyaliz poşeti ile 24 saat diyalize bırakıldı. Boyutu çok küçük olduğu için kuantum noktalar poşetin dışına çıkarken kuantum noktalardan daha büyük boyuttaki parçacıklar diyaliz poşetinin içinde kalmıştır.

4.3.3. Güneş Hücrelerinin Hazırlanması

Bu çalışmada ITO kaplı camlar kullanılmıştır. Bu camlar kullanılmadan önce ultrasonik banyoda etanol ile yıkandıktan sonra ultrasonik banyoda saf su ile yıkanmıştır. İletken camların kaplanması istenmeyen kısımları selobant ile kapatılmıştır.

4.3.3.1. N type Yüzeylerin Hazırlanması

4.3.3.1.1. Doctor Blade Yöntemi ile TiO_2 Yüzeylerin Kaplanması

2 gram TiO_2 , 4 mL saf su ve GQD'den oluşan çözeltiye 0.8 mL asetilaseton eklenip karıştırıldıktan sonra doctor blade yöntemi ile ITO kaplı camlara kaplandı (Şekil 2).



Şekil 2. Sinterleme işlemi

4.3.3.1.2. Sol-Gel Yöntemi ile TiO_2 Yüzeylerin Kaplanması

Önce TiO_2 Sol hazırlayabilmek için 10 mL tetrabütil titanat, 20 mL etanol ve 0.5 mL asetilaseton karışımının içinde çözüldü. 0.5 mL nitrik asit 10 mL etanol ve 2.0 mL deiyonize su karışımına damla damla eklendi. Daha sonra bu iki karışım birbirine yavaşça eklendi. 3 saat boyunca karışmaya bırakıldı. Bu işlemden sonra 3 saat boyunca 40 derecelik su banyosunda bekletildi (Şekil 3).



Şekil 3. TiO_2 Sol Hazırlanması

Kaplama işlemi için ITO yüzeyler solün içine batırıldıktan sonra 10 mm/dak hız ile yukarı doğru çekildi. Sol kaplı yüzey kuruması için 10 dakika boyunca 150 derecelik fırına konuldu. Daha sonra kalsinasyon için 400 derecelik fırında yarım saat bekletildi.

4.3.3.1.3. $TiCl_4$ ile Kompakt TiO_2 Kaplanması

$TiCl_4$ sulu çözeltisinin hazırlanması $+4^\circ C$ sıcaklığında olan $TiCl_4$ ve aynı sıcaklıkta bulunan su yavaşça karıştırıldı. $TiCl_4$ sulu çözeltisinin içine camlar yerleştirildi daha sonra $70^\circ C$ deki etüvde 30 dakika bekletildi. Çıkarılan camlar saf su ile temizlendi.

4.3.3.2. P type Yüzeylerin Hazırlanması

4.3.3.2.1. ZnO Kaplı Yüzeylerin Hazırlanması

7.38 gram Çinko Asetat ile 100 mL %2 asetik asit çözeltisi ile karıştırıldı. Elde edilen çözelti spin coating yöntemi ile ITO camların üstüne kaplandı. Daha sonra camlar 400 °C'de kalsine edildi.

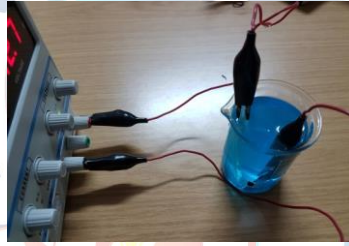
4.3.3.2.2. CuO Kaplı Yüzeylerin Hazırlanması

Elektroliz çözeltisini hazırlamak için 5 mL Laktik asit 10 mL saf su ile karıştırıldı. Üzerine 2 g Bakır Sülfat eklendi. Tamamen çözünene kadar 70°C'de bekletildi. Çözünme tamamlandığında sıcaklık 80 °C'ye çıkarıldı (Şekil 4). 40 mL kalıncaya kadar buharlaştırıldı. Son olarak pH 10 oluncaya kadar NaOH eklendi.



Şekil 4. Elektroliz çözeltisinin hazırlanması

12V potansiyel fark ve 40 mA akım uygulanarak elektroliz yapıldı (Şekil 5).



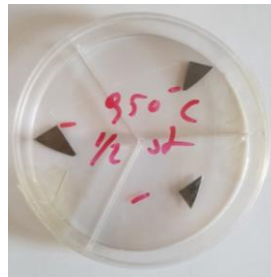
Şekil 5. Elektroliz işlemi

4.3.3.2.3. NiO Kaplanması

Nikel Oksit kaplama reactive sputtering yöntemi ile yapılmıştır. Bunun için saf Nikel target vakumlandıktan sonra ortama oksijen gazı verilmiştir.

4.3.3.3. Silisyum Güneş Pili Üretimi

Silisyum Güneş pilleri P tip silisyum alttaşın üzerine fosfor katkılama ile elde edildi. Fosfor katkılama işlemi için 15/85 oranında Fosforik asit/Etanol çözeltisi hazırlandı. Daha sonra bu çözeltiden 0.5 mL kadarı Silisyum alttaşın üzerine kaplandı. Etanolün uçurulması için 150 °C etüvde yarım saat bekletildi. En son olarak alttaş 950 °C sıcaklığındaki kuartz tüp fırında Fosforun difüzyonu için yarım saat bekletildi (Şekil 6).



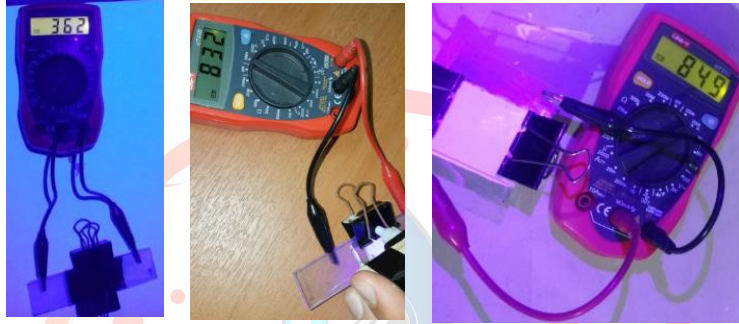
Şekil 6. Silisyum güneş panelleri

4.3.3.4. Multijunction Solar Cell Üretimi

Multijunction fotovoltaiik hücrelerin üretimi için öncelikle konvansiyonel fotovoltaiik hücre üzerine NiO kaplandı. Daha sonra Sol-Gel yöntemi ile ITO kaplı camların üzerine TiO_2 :GQD kaplandı. Hazırlanan alttaşlar (wafer) birleştirilerek multijunction fotovoltaiik hücreler elde edildi.

4.3.4. Akım ve Gerilimlerin Ölçülmesi

Hazırlanan farklı konfigürasyonlu panellerin akım ve gerilimleri ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Paneller ile ilgili çeşitli ölçümler

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemizde denenen panel geometrileri literatürde ilk niteliktedir. Bu özellik panellerde kullanılan geometrilerin tamamen özgün olması sayesinde başarılmıştır. Ayrıca bu tür panellerin katmanlarının içine karbon temelli kuantum noktaların katılması da literatürde ilk niteliktedir.

6. Uygulanabilirlik

Proje kapsamında geliştirilen panellerin üretimi için herhangi bir vakum teknolojisine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bununla beraber üretim için gereken kimyasallar endüstride sıklıkla kullanılan ucuz ve tedariki kolay kimyasallardır. Endüstriyel üretime uygundur.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

İşin tanımı	Aylar					
	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK
LİTERATÜR TARAMASI	X	X	X	X	X	
VERİ TOPLANMASI		X	X	X	X	
GELİŞTİRME, YAPIM, DENEME ÇALIŞMASI			X	X	X	
PROJE RAPORU YAZIMI					X	X

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Proje kapsamında geliştirilen paneller Dünyanın en büyük problemi olan iklim değişikliğine karşı büyük rol oynayacaktır. Bu panellerin üretimi çok kolay olduğu için günlük hayat uygulamaları yakın gelecekte kullanılabilir hale gelecektir.

9. Riskler

Çalışma sırasında üretilen nano parçacıkların insan bedenine bir zararı olmadığı ve/veya hücresele düzeyde zararı olduğu çeşitli çalışmalar ile kanıtlanmıştır. Üretim aşamasında kullanılan kimyasallar ise endüstride sıklıkla kullanılan ve imha prosedürleri iyi bilinen kimyasallardır.

10. Kaynakça ve Rapor Düzeni

1. Xu, X., Ray, R., Gu, Y., Ploehn, H. J., Gearheart, L., Raker, K., & Scrivens, W. A. (2004). *Electrophoretic Analysis and Purification of Fluorescent Single-Walled Carbon Nanotube Fragments*. Journal of the American Chemical Society, 126(40), 12736-12737.
2. Reed, M.A., Bate, R.T., Bradshaw, K., Duncan, W. M., Frensley, W. R., Lee, J. W., & Shih, H. D. (1986). *Spatial quantization in GaAs-AlGaAs multiple quantum dots*. Journal of Vacuum Science & Technology B: Microelectronics Processing and Phenomena, 4(1), 358-360.
3. Farshbaf, M., Davaran, S., Rahimi, F., Annabi, N., Salehi, R., & Akbarzadeh, A. (2018). *Carbon quantum dots: Recent progresses on synthesis, surface modification and applications*. Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology, 46(7), 1331-1348.
4. Y.-P.Sun, B.Zhou, Y.Lin, W.Wang, K.A.S.Fernando, P.Pathak, M.J.Meziani, B.A. Harruff, X.Wang, H.F.Wang, P.G.Luo, H.Yang, M.E.Kose, B.L.Chen, L.M.Veca and S.-Y.Xie, J.Am. Chem. Soc., 2006, 128, 7756–7757.
5. L.Y.Zheng, Y.W.Chi, Y.Q.Dong and B.B.Wang, J.Am. Chem.Soc.,2009,131,4564–4565 .
6. X.Y.Li, H.Q.Wang, Y.Shimizu, A.Pyatenko, K.Kawaguchi and N.Koshizaki, Chem. Commun., 2011, 47, 932–934 RSC .
7. H.P.Liu, T.Ye and C.D.Mao, Angew. Chem., Int. Ed., 2007, 46, 6473–6475.
8. F.Wang, S.P.Pang, L.Wang, Q.Li, M.Kreiter, Chem.Mater., 2010, 22, 4528–4530 .
9. X.H.Wang, K.G.Qu, B.L.Xu, J.S.Ren and X.G.Qu, J.Mater. Chem., 2011, 21, 2445–2450.
10. P. Demchenko and M. O. Dekaliuk, Methods Appl. Fluoresc., 2013, 1, 042001 .
11. S.N.Baker and G.A.Baker, Angew. Chem., Int. Ed., 2010, 49, 6726–6744.
12. S.-T.Yang, L.Cao, P.G.Luo, F.S.Lu, X.Wang, H.F.Wang, M.J.Meziani, Y.F.Liu, G.Qi and Y.-P.Sun, J.Am. Chem. Soc., 2009, 131, 11308–11309.
13. S.-T.Yang, X. Wang, H.F.Wang, F.S.Lu, P.G.Luo, L.Cao, M.J.Meziani, J.-H. Liu, Y.F. Liu, M.Chen, Y.P.Huang and Y.-P.Sun, J. Phys. Chem. C, 2009, 113, 18110–18114.
14. Shockley, W., & Queisser, H. J. (1961). *Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells*. Journal of Applied Physics, 32(3), 510-519.
15. Lumb, M. P., Mack, S., Schmieder, K. J., González, M., Bennett, M. F., Scheiman, D., Meitl, M., Fisher, B., Burroughs, S., Lee, K.-T., Rogers, J. A., & Walters, R. J. (2017). *GaSb-Based Solar Cells for Full Solar Spectrum Energy Harvesting*. Advanced Energy Materials, 7(20), 1700345.
16. S. Ramanathan, A. Das and A. Rohatgi, "Optimization of phosphoric acid based limited-source-diffusion to obtain high quality emitter for screen printed contacts," 2011 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Seattle, WA, 2011, pp. 001127-001130.
17. Q.Lai, S.Zhu, X.Luo, M.Zou, S.Huang, *Ultraviolet-visible spectroscopy of graphene oxides*, AIP Adv. 2 (2012) 1-5