

**TUD – ODTÜ Yenilenebilir Kaynaklar için Nanomalzeme ve
Nanoteknoloji Araştırma ve Eğitim Ağyapısı**

Proje No: 107M447

Prof.Dr. Deniz Üner
Prof. Dr. Hayrettin Yücel
Doç. Dr. Ayşen Yılmaz
Prof. Dr. Saim Özkar
Prof. Dr. Macit Özenbaş
Prof. Dr. Çiğdem Erçelebi
Prof. Dr. Raşit Turan

ŞUBAT 2012
ANKARA

ÖNSÖZ

Bu proje, TÜBİTAK ve BMBF arasında imzalanan karşılıklı işbirliği protokolü çerçevesinde INTEN-C (intensified cooperation) kapsamı altında Darmstadt Teknik Üniversitesi ile işbirliği oluşturmak üzere ODTÜ'den dört bölüm (Kimya, Kimya Mühendisliği, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Fizik), bir disiplinler arası program (MNT) ve bir merkez (Merkez Laboratuvarı) katılımı ile yürütülmüştür. Her iki kurumdan karşılıklı en fazla işbirliğini oluşturacak şekilde çalıştaylar, kısa (7 gün) ve uzun (en fazla iki aylık) süreli ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Proje çerçevesinde başlatılan işbirlikleri lisansüstü öğrencilerin eğitimi ve araştırmaları açısından son derece yararlı olmuştur. Bu proje kapsamında bir uluslararası Yaz Okulu (EFCATS SCHOOL OF CATALYSIS) projenin bitiminde ise bir Kongre (Energy Challenges for Advanced Materials and Processes-EnCAMP) düzenlenmiştir.

TÜBİTAK ve BMBF'e projeye sağladıkları karşılıklı destek için teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER.....	1
PROJEDE DÜZENLENEN ÇALIŞTAYLAR.....	1
2008 ANKARA ÇALIŞTAYI	1
2009 DARMSTADT ÇALIŞTAYI.....	2
2009 ANKARA ÇALIŞTAYI	2
2010 DARMSTADT ÇALIŞTAYI.....	2
PROJE KAPSAMINDA DÜZENLENEN EĞİTİM PROGRAMLARI	3
XPS EĞİTİMİ-ANKARA	3
NMR EĞİTİMİ DARMSTADT.....	3
TEM EĞİTİMİ ANKARA.....	4
PROJE KAPSAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ULUSLARARASI YAYGIN KATILIMLI ETKİNLİKLER.....	5
ALTINCI EFCATS KATALİZ YAZ OKULU	5
ENERGY CHALLENGES FOR ADVANCED MATERIALS AND PROCESSES KONFERANSI:.....	6
GEREÇ VE YÖNTEM.....	8
PROJE KAPSAMINDA DÜZENLENEN ÇALIŞTAYLAR.....	8
ANKARA ÇALIŞTAYI	8
PROJE KAPSAMINDA DÜZENLENEN EĞİTİM PROGRAMLARI	25
XPS EĞİTİMİ - ANKARA	25
NMR EĞİTİMİ - DARMSTADT.....	25
TEM EĞİTİMİ – ANKARA.....	27
PROJE KAPSAMINDA DÜZENLENEN KONFERANSLAR.....	29
6 th EFCATS KATALİZ YAZ OKULU	29
ENCAMP 2011 KONFERANSI.....	31
ÖĞRENCİ DEĞİŞİMLERİ	32
BULGULAR.....	33
LnBO ₃ (Ln= Y, La, Nd, Sm, Eu-Lu) BİLEŞİKLERİNİN KATI HAL YÖNTEMİYLE SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE RIETVELD ARITIMI İLE YAPISAL ANALİZİ	33
Nadir Toprak Elementi Ortoboratlari	33

LnBO ₃ (Ln= Y, La, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) Bileşiklerinin Kati Hal Yöntemi İle Sentezi	37
Karakterizasyon	38
Rigaku Kırınımölçer.....	38
Panalytical Kırınımölçer.....	38
FTIR.....	38
LnBO ₃ (Ln= Y, La, Nd, Sm, Eu-Lu) Bileşiğinin Rietveld Arıtımı ile Yapısının Analizi.....	38
Rigaku Kırınımölçer Kullanılarak İncelenen LnBO ₃ bileşiklerinin Yapısal Analiz Sonuçları	39
Panalytical Kırınımölçer Kullanılarak İncelenen LnBO ₃ bileşiklerinin Yapısal Analiz Sonuçları.....	39
Rietveld Yapısal Analizinin Sonuçları	41
C2/c Uzay grubunda bulunan YBO ₃ , DyBO ₃ ve HoBO ₃ bileşikleri.....	41
Pnam Uzay Grubundaki LaBO ₃ , and NdBO ₃ Bileşikleri.....	45
P-1 Uzay Grubundaki SmBO ₃ Bileşiği	46
R32 yapısındaki GdBO ₃	47
ORGANOMETALİK KOMPLEKSLERİN VE METAL NANO KÜMELERİN KARBON NANOTÜPLERE TUTUNMASI	48
GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER.....	48
DENEYSEL ÇALIŞMA	49
RhCl(PPh ₃) ₃ Kompleksi	49
Cp*FeCl(tmeda) Kompleksi	49
Paladyum Nanokümleri	49
Rutenyum Nanokümleri.....	49
Karakterizasyon	49
BULGULAR ve TARTIŞMA	49
KATALİZÖR OLARAK GRAFİN ÜZERİNE TUTTURULMUŞ PALADYUM NANOPARÇACIKLARI	52
GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER.....	52
DENEYSEL ÇALIŞMA	53
ELEKTROKATALİZÖRLERDE KARBON NANOTÜPÜN DESTEK OLARAK KULLANILMASI	53
GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER.....	53
Karbon nanotüp desteğinin etanol elektro-oksitlemesine etkisi.....	53
TiO ₂ -CNT yapılarının fotokatalitik aktivitelerinin ölçülmesi	54
DENEYSEL ÇALIŞMA	54
Karbon nanotüp desteğinin etanol elektro-oksitlemesine etkisi.....	54
TiO ₂ -CNT yapılarının fotokatalitik aktivitelerinin ölçülmesi	55
BULGULAR ve TARTIŞMA	55
Karbon nanotüp desteğinin etanol elektro-oksitlemesine etkisi.....	55

TiO ₂ -CNT yapılarının fotokatalitik aktivitelerinin ölçülmesi	56
BOYA DUYARLILAŞTIRILMIŞ GÜNEŞ PİLLERİNİN ANODUNUN KARBON NANOTÜPLE ZENGİNLEŞTİRİLEREK FOTOVOLTAİK AKTİVİTESİNİN ARTTIRILMASI	58
GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER.....	58
DENEYSEL ÇALIŞMA	59
TiO ₂ ve TiO ₂ -Karbon Nanotüp Örneklerinin Hazırlanması.....	59
Kaplamaların Karakterizasyonu ve Pilin Aktivite Testleri.....	60
BULGULAR ve TARTIŞMA	60
Co ve/veya Pb/SBA-15 MADDELERİNİN FONKSİYONLAŞTIRILMIŞ YÜZEYLERDE SENTEZİ VE ISLAKLIK BAŞLANGICI METODU İLE KARŞILAŞTIRILMASI	62
GİRİŞ	62
DENEYSEL	63
Saf SBA-15 Sentezi.....	63
Aşılama Sonrası Sentez Metodu ile Amino Grubu ile Fonksiyonlandırılmış SBA-15 Sentezi	63
Islaklık Başlangıcı Emdirme Metodu ile Co ve/veya Pb-SBA-15 Sentezi	63
KATALİZÖRLERİN KARAKTERİZASYONU	63
BULGULAR VE TARTIŞMA	64
N ₂ Adsorpsiyonu.....	64
Geçirimli Elektron Mikroskopisi (TEM)	65
X-Ray Fotoelektron Spektroskopisi (XPS)	66
Raman Spektroskopisi	69
NANOYAPILI CeO ₂ SENTEZİ VE METAN KURU RİFORMLAMA TEPKİMESİ İÇİN KARAKTERİZASYONU	72
Giriş ve Genel Bilgiler	72
DeneySEL Çalışma	72
Elektroçekim Yöntemiyle Seryum Oksit Sentezi	72
Oksijen depolama kapasitesi ölçümü.....	73
Bulgular & Tartışma.....	73
İncelenen tüm örneklerde CO alımı ve CO ₂ üretimi arasında bir fark gözlenmiştir. Bunun sebebinin karbonat oluşumlarında kaynaklandığı düşünülmektedir. ESCO katalizörü en az karbonat oluşumu gösteren katalizördür.	75
Sonuçlar	75
TARTIŞMA	76
SONUÇ	78

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Katı hal yöntemiyle hazırlanan lantanit ortoboratların bileşimleri ve ısıtma koşulları	38
Tablo 2. Nadir toprak elementi ortoboratlarının uzay grubu ve ilgili literatür.	40
Tablo 3. YBO ₃ bileşiğinin kristal datası	43
Tablo 4. (Y _{0.92} Er _{0.08})BO ₃ Bileşiğinin Düşük-Sıcaklık Fazının Kristallografik Verileri (Lin et al. 2004).....	43
Tablo 5. YBO ₃ Bileşiğinin atomik koordinatları ve izotropik yerdeğiştirme parametreleri Uiso(Å ²).....	44
Tablo 6. YBO ₃ bileşiğinin Seçilmiş bağ uzunlukları ve açıları.....	44
Tablo 7. %20 Pt içeren Farklı Karbon Destekli Pt Katalizörlerin Volumetrik Adsorpsiyon Tekniği ile Ölçülmüş Metal Dağılımı Değerleri	55
Tablo 8. Karışık oksit metal katalizör kompozisyonları ve yüzey alanları (Islak Başlangıcı Emdirme Metodu: Kobalt Klorür esaslı)	64
Tablo 9. Karışık oksit metal katalizör kompozisyonları ve yüzey alanları (Fonksiyonlandırılmış SBA-15 Örnekleri)	64
Tablo 10. Farklı örneklerin Co 2p bağlanma enerji değerleri.....	66
Tablo 11. Co-SBA-15 katalizörünün Co 2p bağlanma enerji değerleri (Islaklık Başlangıcı Emdirme Metodu).....	67
Tablo 12. Co-SBA-15 katalizörleri için Co 2p enerji seviyesi değerleri (Aşılama Sonrası Metodu).....	69

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. LaBO ₃ yapısının [010] düzlemine yansıması (Aragonit-Tip) (Gornuyova, 2003).....	34
Şekil 2. Triklirik (P-1) SmBO ₃ bileşiğinin yapısı (Gornuyova, 2003).....	34
Şekil 3. B ₃ O ₉ ⁹⁻ anyonunun yapısı. (Wei, 2002).....	35
Şekil 4. Rombohedral GdBO ₃ bileşiğinin düşük sıcaklık formunun yapısı. (Ren et al. 1999) .	36
Şekil 5. (a) (Y _{0.92} Er _{0.08})BO ₃ bileşiğinin düşük sıcaklık formunun b-ekseni üzerindeki yansıması	37
Şekil 6. EuBO ₃ Rigaku Miniflex Kırınımölçer Cihazı ile 5-145 Derece aralığında çekilen X-Işınları Kırınım Desenleri	39
Şekil 7. EuBO ₃ PIXCEL Detektörlü Panalytical Kırınımölçer Cihazı ile 10-150 Derece aralığında çekilen X-Işınları Kırınım Desenleri	40
Şekil 8. YBO ₃ bileşiklerinin Görünen, hesaplanan ve fark profilleri. Kırmızı artılar görünen, yeşil çizgiler hesaplanan, pembe çizgi fark ve olası Brag yansımaları siyah çizgilerle gözlemlenmiştir	42
Şekil 9. YBO ₃ bleşiğinin b-ekseni yönündeki kristal yapısı.	45
Şekil 10 LaBO ₃ bleşiğinin b-ekseni yönündeki kristal yapısı.	46
Şekil 11. SmBO ₃ bleşiğinin a-ekseni yönündeki kristal yapısı.	47
Şekil 12. GdBO ₃ bleşiğinin b-ekseni yönündeki kristal yapısı.	48
Şekil 13. Pd@MWCNT Katalizörüne ait 2µm ve 1µm ölçeğinde SEM Resimleri.....	50
Şekil 14. Pd@MWCNT katalizörüne ait 200 nm ve 50 nm ölçeğinde TEM Resimleri.....	50
Şekil 15. Pd@MWCNT Katalizörüne ait SEM-EDX Spektrumu.....	51
Şekil 16. 0.216mM Ru içeren katalizörler kullanılarak 250C 'de 100mM'lık amin boran çözeltisinden elde edilen hidrojenin zamana bağlı değişimi	51
Şekil 17. Hidrojen üretim hızının rutenyum dağılımlarına göre değişimi.....	52
Şekil 18 Hekzagonal pore yapısına sahip anodik alüminyum oksit membran	54
Şekil 19. Gözenekli Alüminyum Oksit Membranın SEM Görüntüsü	55
Şekil 20. Gözenekli Alüminyum Oksit Membran Üzerinde Büyütülmüş Karbon Nanotüpün Üsten Görünüşü	55
Şekil 21. %20 Pt içeren farklı karbon destekli Pt katalizörlerin bir aktif merkeze düşen etanol elektro-okisitlenme akım değerlerine karşı potansiyel değerleri	56
Şekil 22. Kimyasal Buhar Depozisyonu Yöntemi ile Sentezlenmiş TiO ₂ Nanotüplerinin SEM görüntüsü	56
Şekil 23. Ti-CNT membranların UV-vis ölçümleri	57
Şekil 24. TiO ₂ nanotüp ve TiO ₂ -CNT elektrotların fotokatalitik su ayrıştırılması ölçümleri.....	58
Şekil 25. BDG Pillerinin Şematik Gösterimi ve Elektron Hareketiyle Birlikte Katmanlar Üzerinde Meydana Gelen Reaksiyonlar	59
Şekil 26. FTO cam üzerine kaplanmış ve 500 °C'de kalsine edilmiş TiO ₂ 'in SEM Fotoğrafı ..	60
Şekil 27. FTO cam üzerine kaplanmış ve 500 °C'de kalsine edilmiş TiO ₂ -CNT tabakasının SEM Fotoğrafı	60
Şekil 28. BDG pilinin katot tarafında bulunan Pt tabakasının SEM Fotoğrafı	61
Şekil 29. Çeşitli BDGP'lerde Adsorblanmış Boya Miktarı	61
Şekil 30. FTO cam Üzerinde Farklı Kaplamalarla Üretilmiş BDGP'lerin Akım-Voltaj Grafiği ..	62
Şekil 31. Silika yüzeylerinin amin grubuyla fonksiyonelize edilmesi için aşılama sonrası sentezinin şeması [Chew, 2010].....	63
Şekil 32. Saf SBA-15'in N2 adsorbsiyon-desorbsiyon izotermi	65
Şekil 33. Saf SBA-15'in TEM fotoğrafları	65
Şekil 34. %5Co-%5Pb emdirilmiş SBA-15 örneğinin TEM fotoğrafı	65
Şekil 35. %10 Co içeren Fonksiyonlandırılmış SBA-15 örneğinin TEM fotoğrafları	66
Şekil 36. %5Co-%5Pb içeren fonksiyonlandırılmış SBA-15 örneğinin TEM fotoğrafları	66
Şekil 37. Co emdirilmiş mezogözenekli silika örnekleri için Co 2p enerji seviyesinin XPS spektrumu	67
Şekil 38. Co ve Pb emdirilmiş mezogözenekli silika örnekleri için Co 2p enerji seviyesinin XPS spektrumu	67

Şekil 39. Co içerikli fonksiyonlandırılmış silika örneklerinin Co 2p seviyesinde XPS spektrumu	68
Şekil 40. Co ve Pb içerikli fonksiyonlandırılmış silika örneğinin Co 2p seviyesinde XPS spektrumu	69
Şekil 41. Saf SBA-15'in Raman spektrumu.....	70
Şekil 42. Co ve/veya Pb emdirilmiş SBA-15 örneklerinin Raman spektrumu	70
Şekil 43 Co içeren fonksiyonlandırılmış SBA-15'in Raman spektrumu.....	71
Şekil 44. Pb emdirilmiş SBA-15 örneğinin Raman spektrumu.....	72
Şekil 45. Elektroçekim yöntemiyle hazırlanan seryum oksit SEM fotoğrafları.....	74
Şekil 46. TSO örneği üzerindeki oksijen darbesi esnasındaki oksijenin çıkış mol yüzdesi	74
Şekil 47. ECSO örneği üzerindeki oksijen darbesi esnasındaki oksijenin çıkış mol yüzdesi..	74
Şekil 48. BCSO örneği üzerindeki oksijen darbesi esnasındaki oksijenin çıkış mol yüzdesi..	75

ÖZET

Bu proje ODTÜ ve Darmstadt Teknik Üniversitesi arasındaki işbirliği ağını kuvvetlendirmek, yeni ilişkiler oluşturmak ve Nanoteknoloji ve Enerji alanlarında yeni araştırmalar başlatmak üzere yürütülmüştür. Proje kapsamında ikisi Darmstadt ikisi de Ankara'da olmak üzere dört çalıştay ve Katalizör alanında bir uluslararası yazokulu gerçekleştirilmiş, projenin bitiminde de Energy Challenges for Advanced Materials and Processes konulu bir konferans düzenlenmiştir.

Bu proje çerçevesinde sekiz lisansüstü öğrencinin karşılıklı değişimi sağlanmış ve Darmstadt Teknik Üniversitesi ve ODTÜ arasında Nanoteknoloji ve Enerji alanında bir işbirliği ağı oluşturulmuştur.

ABSTRACT

This Project was conducted to enhance the network of collaboration between METU and Darmstadt Technical University. Furthermore, new collaborations in the areas of nanotechnology and energy were accomplished. Two workshops in Ankara and Two workshops in Darmstadt were organized for this purpose. A catalysis summerschool as well as an end of conference entitled Energy Challenges fro Advanced Materials and Processes were organized. Mutually 8 students were exchanged and a new network between TUD and METU was established.

GİRİŞ

Proje INTEN-C programı kapsamında desteklenen ilk beş projeden birisidir. Bu projenin kurgusu karşılıklı işbirliği oluşturabilmek üzere çalıştaylar ve uzun süreli öğrenci ziyaretleri olarak planlanmıştır. ODTÜ'den iki fakülteden toplam dört bölüm, bir disiplinlerarası program, bir de merkezin katıldığı bu çalışmada Darmstadt Teknik Üniversitesi'nden üç bölüm ve bir merkez katılmıştır. Proje, her değişim çerçeveli projenin yaşamak zorunda olduğu aksamaları başta yaşamış olmakla birlikte yoğun işbirlikleri ve eğitim programlarının gerçekleştiği başarılı bir çalışma olarak sonuçlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

PROJEDE DÜZENLENEN ÇALIŞTAYLAR

2008 ANKARA ÇALIŞTAYI

Tarih : 11 – 12 Kasım 2008

Yer : ODTÜ, Ankara, Türkiye

Projede araştırılması önerilen konu başlıkları disiplinler arası konuları içerdiğinden her iki üniversiteden, birçok değişik anabilim dallarındaki akademisyenler ile ilişki kurulmuştur. Her iki üniversitenin ilgili bilim adamlarının tanışıp var olan ortak konularda araştırmalarına katkıda bulunmak ve yeni ortak projeleri başlatabilmek amacıyla Almanya grubu Kasım 2008'de ODTÜ'ye davet edilmiştir. Alman bilim adamları, ODTÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya ve Fizik Bölümlerini, Mühendislik Fakültesi Kimya, Malzeme ve Metalurji ile Elektrik ve Elektronik Mühendislikleri Bölümlerini ve Merkezi Laboratuvarı, var olan araştırma olanaklarını yerinde görebilmek amacıyla gezmişler ve 11-12 Kasım 2008'de ODTÜ Merkezi Laboratuvarında ve ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezinde düzenlenen çalışmaya katılmışlardır. Türk ve Alman bilim adamları bu çalıştayda, çalışma konularını tanıtan sunumlar yapmışlardır. Çalıştayın programı ve sunumların başlıkları Gereç ve Yöntem kısmında ayrıntısı ile verilmiştir. Her iki grup yapılan çalıştaydan çok memnun kalmış, birçok yeni ortak proje olasılıkları tasarlanırken yürürlükte olan projeler içinde işbirliği destekleri sağlanmıştır. Çalıştayın sonunda yapılan toplantıda ileriye dönük planlar ve projede gelecekte yapılması gerekenler tartışılmış, ortak kararlar alınmıştır.

2009 DARMSTADT ÇALIŞTAYI

Tarih : 27-29 Nisan 2009

Yer : Darmstadt Teknik Üniversitesi, Darmstadt, Almanya

27-29 Nisan 2009 tarihleri arasında Darmstadt Teknik Üniversitesi'nde Gereç ve Yöntem kısmında ayrıntılı programı verilen çalıştay gerçekleştirilmiştir. Son derece yoğun tempolu geçen bu çalıştaya Türkiye'den dört öğretim üyesi ve beş lisansüstü öğrenci katılmıştır. Bu öğrencilerden Başar Çağlar, Özge Acarbaş Baltacı ve Mehmet Kayhan'ın seyahat giderleri proje bütçesinden karşılanmış, Emine Kayhan, ODTÜ öğrencisi olmadığı için destek sağlanamamış, ancak kısmi destek Prof. Schneider tarafından sağlanarak seyahati gerçekleşmiştir. Prof. Deniz Üner'in doktora öğrencisi Mukaddes Can ise ODTÜ OYP kaynakları ile uzun süreli değişim için DTU'da bulunmaktadır.

2009 ANKARA ÇALIŞTAYI

Tarih : 16-18 Kasım 2009

Yer : ODTÜ, Ankara, Türkiye

Çalıştayın ayrıntılı programı Gereç ve Yöntem kısmında verilmektedir. Bu çalıştay yaygın olarak duyurulmuş ve ODTÜ dışından da davetli konuşmacılar çağrılmıştır. TUD'de Nisan 2009'da gerçekleştirilen çalıştay sonrasında alınan karar itibari ile proje çerçevesinde sunumların öğrenciler tarafından yapılması kararlaştırılmıştır. Bu da hem Türkiye hem de Almanya'dan katılan genç araştırmacılara ciddi bir deneyim kazandırmıştır.

Buna ek olarak çalıştaya ChE 708 ve MNT 501 dersi öğrencilerinin katılımı zorunlu kılınmıştır. Bu öğrenciler açısından da çalıştayın oldukça verimli ve önemli bir deneyim olduğu belirtilmelidir. Çalıştayın katılımı 60 ila 85 kişi arasında değişmiş, ODTÜ Merkez Laboratuvarı personelinin de bu çalıştaydan yararlanması sağlanmıştır. Çalıştay çerçevesinde ayrıca Prof. Dr. Christian Hess tarafından bir XPS Okulu düzenlenmiştir. Bu okul çerçevesinde kurmasal ve uygulamalı XPS dersi katılımcılarla ve Merkez Laboratuvarı uzmanlarıyla paylaşılmıştır.

2010 DARMSTADT ÇALIŞTAYI

Tarih : 12 – 14 Nisan 2010

Yer : Darmstadt Teknik Üniversitesi, Darmstadt, Almanya

Çalıştayın ayrıntılı programı Gereç ve Yöntem kısmında verilmektedir. Bu çalıştayda üç ana hedef gerçekleştirilmiştir.

1. Değişimdeki öğrencilerin gelişme durumlarını izleyebilmek için yapılan araştırmalarla ilgili sunumlar;
2. Yeni çalışmalara yönelik öğrenci sunumları;
3. Her biri birer günlük olmak üzere TEM ve NMR eğitimi çalıştayları.

ODTÜ Katılımcılarına ek olarak PETKİM AR-GE direktörü Dr. Ayhan Ezdeşir'de çalıştaya PETKİM'den finansal destek olarak katılmıştır. ODTÜ-DTU arasındaki işbirliğini geliştirmek amaçlı geleceğe yönelik planlamalarda PETKİM'in de kurum olarak yer alabileceğinin öngörülmesi nedeni ile bu girişim yapılmıştır.

Bu çalıştay sonrasında Prof. Dr. Saim Özkar'ın iki öğrencisinin TUD'a uzun süreli ziyaretleri kararlaştırılmıştır.

PROJE KAPSAMINDA DÜZENLENEN EĞİTİM PROGRAMLARI

XPS EĞİTİMİ-ANKARA

Tarih :16 Kasım 2009

Yer : ODTÜ, Merkez Laboratuvarları, Ankara, Türkiye

XPS eğitimini veren öğretim üyesi ve diğer XPS uzmanları:

Prof. Dr. Christian Hess, DTU

Prof. Dr. Şefik Süzer, Bilkent Üniversitesi

İlker Yıldız, ODTÜ Merkez Laboratuvarı

XPS eğitimi, Ankara'da, ODTÜ Merkez Laboratuvarlarının ev sahipliği yaptığı INTEN-C projesi kapsamındaki 3. çalıştayda, Darmstadt Teknik Üniversitesi'nden Prof. Dr. Christian Hess tarafından verilmiştir. Bu eğitim çerçevesinde kuramsal ve uygulamalı XPS dersi katılımcılarla ve Merkez Laboratuvarı uzmanlarıyla paylaşılmıştır. Katılımcı listesi Gereç ve yöntem kısmında verilmektedir.

NMR EĞİTİMİ DARMSTADT

Tarih : 14 Nisan 2010

Yer : DTU, Darmstadt, Almanya

NMR eğitimini veren öğretim üyesi ve diğer uzmanlar:

Prof. Dr. G. Buntkowski, DTU

NMR eğitimi Prof. Buntkowski'nin Darmstadt'a yeni transfer olmuş olması ve NMR cihazlarının tümünün aktif olmaması nedeni ile ağırlıklı olarak kuramsal olmakla birlikte, katılımcıların büyük ölçen bir NMR laboratuvarının yapılanması ve gerekli alt yapı ve donanımı hakkında bilgilenmeleri açısından sonrderece yararlı olmuştur.

TEM EĞİTİMİ ANKARA

Tarih : 21 – 24 Mayıs 2011

Yer : ODTÜ, Merkez Laboratuvarı, Ankara, Türkiye

TEM eğitimini veren öğretim üyesi ve diğer uzmanlar:

Prof. Dr. Hans Joachim Kleebe, DTU

Mattis Müller, DTU

Margeretta Schlosser, DTU

Çalıştayın ayrıntılı programı gereç ve yöntem kısmında verilmektedir. Çalıştayın amacı, malzemelerin yüzey özelliklerinin ve morfolojilerinin belirlenebilmesi için sıklıkla kullanılan TEM (Geçirimli Elektron Mikroskopisi) karakterizasyon tekniğinin tüm detayları ile incelenmesi üzerine inşa edilmiştir. Bu bakımdan TEM tekniğinin;

1. Tarihçesi, geçmişten günümüze gelişme evreleri ve tekniğin çalışması teorisi,
2. Karakterize edilecek farklı fazlardaki maddelerin ölçüme uygun hale getirilmesi için bilinmesi gereken örnek hazırlama teknikleri
3. Teknik yardımı ile yapılan deney sonucunda elde edilen görüntünün, örneğin hangi özelliği ile ilgili bilgi verebileceği ve sonucun nasıl yorumlanması gerektiği
4. Yüksek çözünürlükte (nanometre mertebesinde) bir görüntü elde edilebilmesi için nelere dikkat edilmesi gerektiği,
5. Numunenin incelenen yüzey kısmının nasıl bir kimyasal kompozisyona sahip olduğu ve bu kimyasal kompozisyonun nasıl belirlenebileceği konusunda detaylı ders anlatımları yapılmıştır.

Yukarıda belirtilen ders anlatımlarının yanı sıra ODTÜ Merkez Laboratuvarının bünyesinde bulunan Jeol marka 2100 F HRTEM (Yüksek Çözünürlüklü Geçirimli Elektron Mikroskopisi) cihazında yukarıda belirtilen ders anlatımlarının uygulamaları yapılmıştır. TEM cihazının kullanımına yönelik temel ayarlar ve uygulamalar Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe eşliğinde

bizzat öğrencilere tatbik ettirilmiştir. Öğrencileri yaptığı uygulamalar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır;

1. TEM cihazında ölçümü yapılacak numunenin “Örnek Tutacağı”na konulması ve dikkat edilecek hususlar
2. Cihaza örnek tutacağıının yerleştirilmeden önce cihaz çalışma basınçlarının kontrol edilmesi
3. Örnek cihaza takıldıktan sonra örnekten cihaz ekranına yansıyan görüntünün net bir şekilde nasıl ayarlanacağı
4. Yüksek çözünürlükte görüntü alabilmek için örneğin ve cihazın üst kısmından gelen ışınların yönlerinin birbirine göre nasıl ayarlanacağı çalışmaları tek tek çalışmaya katılan öğrenciler tarafından yapılmıştır.

Çalıştayın son günü, çalışmaya katılan öğrenciler, TEM karakterizasyon tekniğinin kendi tez çalışmalarında nasıl bir katkısının olabileceğine yönelik sunumlar hazırlamışlar ve bu konuda nasıl bir etkileşim içerisinde bulunabileceği tartışılmıştır.

PROJE KAPSAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ULUSLARARASI YAYGIN KATILIMLI ETKİNLİKLER

ALTINCI EFCATS KATALİZ YAZ OKULU

Tarih : 13 – 19 Eylül 2010

Yer : Gümüldür, İzmir, Türkiye

Düzenleme Kurulu Başkanı: Prof. Dr. Deniz Üner

Altıncı EFCATS yazokulu Prof. Deniz Üner’in delegesi olduğu Avrupa Katalizör Federasyonu adına düzenlenen bir etkinliktir. Ancak bu etkinlik INTEN-C projesi Almanya gurubunun ziyaret programı ile birleştirilmiş, Prof. Joerg Schneider konuşmacı ve DTU öğrencileri de öğrenci olarak bu yaz okuluna katılmışlardır.

EFCATS Yaz Okuluna Katılan INTEN-C Projesi Araştırmacıları

Prof Dr. Deniz Uner	Sandra Sanze
Prof Dr. Jörg J. Schneider	Emine Kayhan
Prof. Dr. Saim Ozkar	Hermann Tempel
Hilal Kıvrak	Meike Naumann
Bahar İpek	Tuğçe Ayvalı
Saygın Aras	Melek Dinç
Mukaddes Can	Senem Karahan

Arzu Kanca Salim Çalışkan
Mert Mehmet Oymak Yalçın Tonbul
Hale Ay Sibel Duman

ENERGY CHALLENGES FOR ADVANCED MATERIALS AND PROCESSES

KONFERANSI:

Tarih : 25 – 29 Mayıs 2011

Yer : Kapadokya, Nevşehir, Türkiye

25 – 29 Mayıs 2011 tarihlerinde Dedeman Cappadocia Hotel’de gerçekleştirilen “EnCAMP 2011 Energy Challenges for Advanced Materials and Processes: Harvesting, Storage and Efficient Utilization” Konferansının detaylı programı eklerde verilmektedir. Konferans kapsamında değişik ülkelerden yedi tane davetli konuşmacı konuk edilmiştir. Konuk edilen davetli konuşmacıların her birinin kendi uzmanlık alanlarında uluslararası hakemli dergilerde birçok yayını bulunmaktadır. Ayrıca birçoğu da son zamanlarda yayına hazırlamakta oldukları çalışmalarına da sunumlarında yer vermişler ve diğer katılımcılar ile tartışma imkânı bulmuşlardır.

Konferans süresince, iki farklı beyin fırtınası oturumu düzenlenmiştir. Bu oturumlara davetli konuşmacılar, diğer sözlü/poster sunumu yapan yerli, yabancı konuklar ve Türkiye enerji endüstrisinden TÜPRAŞ, PETKİM ve TÜBİTAK-MAM’dan yetkililer katılmışlardır. Bu forumlarda, enerjinin daha verimli nasıl kullanılabileceği, hangi konuların üzerinde durulması gerektiği, hangi sistemlerin umut vaat edici olduğu konusunda tartışmalar yapılmıştır. Tartışmalar sonucunda yoğunlaştırılmış güneş enerjisinden yararlanmanın öncelikli alan olması gerektiği konusunda ortak görüş oluşmuştur.

Yapılan tartışmalar ve fikir alışverişleri ışığında dünyanın farklı ülkelerinden gelen birçok bilim adamı ile etkileşimler içerisinde bulunulmuş ve yeni ortak projeler yapılması konusunda görüşmeler olmuştur. Enerji konusunda farklı ülkelerden gelen bilim adamlarının görüşleri bir sentez etrafında birleştirilmiştir. Sanayi ile üniversitelerin ortak projelerde buluşması konusuna değinilmiştir. Bu konuda Avrupa genelinde büyük tecrübeye sahip olan Haldor Topsoe şirketinin Ar-Ge Direktörlüğünden emekli ve ayrıca ERC (European Research Council) üyesi olan Jens-Rostrup Nielsen çok değerli bilgiler vermiş, Avrupa Birliği Bilimsel Projeler komisyonunun yaptığı çalışmalar ve projelere aktarılan bütçeler hakkında açıklamalarda bulunmuştur.

Yine sözü geçen enerji forumlarında “metan aromatzasyonu”, “amonyak oksidasyonu” gibi bilimsel konuların ağırlıkla gündeme getirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

PROJE KAPSAMINDA DÜZENLENEN ÇALIŞTAYLAR

ANKARA ÇALIŞTAYI

Tarih : 11 – 12 Kasım 2008

Yer : ODTÜ, Ankara, Türkiye

Katılımcılar:

Almanya Delegasyonu

Prof. Dr. J.Joerg Schneider

Prof. Dr. Dimitris Pavlidis

Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe

Dr. Eckhard Rikowski

Prof. Dr. Barbara Albert

Prof. Dr. Ralf Riedel

Dipl.-Ing. Jens-Peter Biethan

Dr. Jörg Engstler

Dr. Aleksander Gurlo

Dr. Imanuel Ionescu

Dr. Oktay Yılmazoğlu

Türkiye Delegasyonu

Prof. Dr. Deniz Üner

Prof. Dr. Çiğdem Erçelebi

Prof. Dr. Raşit Turan

Dr. Aysen Yılmaz

Prof. Dr. Macit Özenbaş

Dr. Haluk Külâh

Dr. Fatih Danışman

Dr. Caner Durucan

Dr. Selim Eminoğlu

Dr. Arcan Dericioglu

11 – 12 Kasım 2008’de ODTÜ’de Gerçekleştirilen Çalıştayın Ayrıntılı Programı:

TUD & METU

**RESEARCH AND EDUCATIONAL NETWORK ON NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGY
FOR RENEWABLES
ANKARA WORKSHOP**

NOVEMBER 11-12, 2008

Middle East Technical University

Ankara, TURKEY

In memory of Prof. Meral Kızılyallı

Funded by the International Bureaus of TUBITAK and BMBF through IntenC programme

Project Coordinators

Prof. Dr. Joerg Schneider, TUD

Prof. Dr. Deniz Uner, METU

November 11, 2008

Central Laboratory Conference Room

Session Chair: Prof. Canan Özgen, Dean of the Graduate College, METU

13:10 *Prof. Dr. Çiğdem Erçelebi, Vice President, METU*

Welcoming remarks

13:20 *Prof. Raşit Turan, METU*

Micro and Nanotechnology Program at METU and METUCENTER project

13:30 *Prof. Dr. Jörg J. Schneider, TUD*

Nanoscience and Technology at TUD: an overview and Research at the Department of Chemistry

13:50 *Prof. Dr. Dimitris Pavlidis TUD*

Research at the Department of Electrical Engineering and Information Technology

14:10 *Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe TUD*

An Overview and Research at the Department of Geosciences

14: 30 Coffee Break

Session Chair: Prof. Hayrettin Yücel

15:00 *Prof. Dr. Jörg J. Schneider, TUD*

Materials Chemistry on the Nanoscale: Synthesis and application of carbon Nanotubes and semiconducting oxides

15:30 *Prof. Dr. Deniz Uner, METU*

Tailored systems for artificial photosynthesis

16:00 *Dr. Eckhard Rikowski , TUD*

Polyhedral Silsesquioxanes and Metallasilsesquioxanes: Tailor-made monodisperse nanoparticles with multifunctional properties

16:30 *Dr. Aysen Yilmaz, METU*

Investigation of Thermoluminescence Properties of Lithium Borate Compounds

November 12, 2008

Cultural and Convention Center, Room D

Session Chair: Dr. Burcu Akata Kurç

9:00 *Prof. Dr. Barbara Albert, TUD*

Synthesis in Solid State Chemistry: Towards porous, nano or bulk materials.

9:30 *Prof. Macit Özenbaş, METU*

Microwave Synthesis of Nanoparticles

10:00 *Prof. Dr. Dr. Ralf Riedel, TUD*

Advanced Ceramics from Molecular Precursors

10:30 *Dr. Haluk Kulah, METU*

MEMS and Microsystem Technologies for Microsensors and Biological Microdevices

11:00 Coffee break

Session Chair: Dr. Burcu Akata Kurç

11:10 *Prof. Rasit Turan, METU*

Semiconductor nanocrystals for optical and electrical applications

11:40 *Dipl.-Ing. Jens-Peter Biethan, TUD*

MOCVD grown heterostructure diodes and transistors for high frequency generation

12:10 *Dr. Fatih Danişman, METU*

Surface diffraction, microscopy and spectroscopy studies of organic thin films

12:40 Lunch Break

Session Chair: Dr. Selim Eminoğlu

13:30 *Dr. Jörg Engstler, TUD*

Template assisted synthesis of nanostructured materials

14:00 *Dr. Caner Durucan, METU*

Oxide-based coatings on glass: Surface Properties, Structure, and Multifunctionality

14:30 *Prof. Dr. Dr. Ralf Riedel, TUD*

An Overview and Research at the Department of Material Science

14:50 Coffee Break

Session Chair: Dr. Selim Eminoğlu

15:00 *Dr. Aleksander Gurlo, TUD*

Introduction to gas sensors. Gas sensors based on semiconducting metal oxides: from synthesis to applications

15:30 *Dr. Arcan Dericioglu, METU*

Mechanical Behavior of Nanostructured Composites with Unique Architectures

16:00 *Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe TUD*

Transmission Electron Microscopy; A Bridge Between Geo- and Material Science

16:30 *Dr. Imanuel Ionescu, TUD*

TBCs (thermal barrier coatings) and EBCs (environmental barrier coatings): Ceramics for Applications in Harsh Environments

17:00 *Dr. Oktay Yilmazoglu, TUD*

Highly aligned carbon tubes and compound semiconductor whiskers for cold electron emitter and sensor applications

1. DARMSTADT ÇALIŞTAYI

Tarih : 27-29 Nisan 2009

Yer : Darmstadt Teknik Üniversitesi, Darmstadt,

Almanya Katılımcılar:

Türkiye Deleğasyonu:

Prof. Dr. Deniz Üner

Prof. Dr. Raşit Turan

Doç. Dr. Aysen Yilmaz

Prof. Dr. Macit Özenbaş

Semih Seyyidoğlu

Başar Çağlar

Özge Acarbaş Baltacı

Mehmet Kayhan

Emine Kayhan

Mukaddes Can

Almanya Deleğasyonu:

Prof. Dr. Jörg J. Schneider

Benjamin Pappendorf

Prof. Dr. Christian Hess

Prof. Dr. Ralf Riedel

Prof. Dr. Dimitris Pavlidis

Prof. Dr. Rolf Schäfer

Michail Pashanka

Ravi Prasad

Ravi Joshi

Dr. Magdalena Gracyk-Zajac

Prof. Dr. Wolfgang Tremel –
University of Mainz

Ilaria Menapace

Dr. Kathrin Hofmann

Dr. Rudolf Hoffmann

Dr. Sabine Renker – *TUD Merck
Lab.*

27 – 29 Nisan 2009'da DTU'da Düzenlenen Çalıştayın Programı

Monday, 27.04.2009, Lichtenberg-Haus
Catalysis with Nanomaterials I
9.00 – 9.15 Opening Chair Prof. Dr. Jörg J. Schneider

Time Schedule Each talk 15 min. + 5 min. discussion
9.15 – 9.50 Prof. Dr. Deniz Uner

Supported precious metals catalysis for a sustainable environment

9.50 – 10.10 Basar Caglar

NSR catalysis over Pt/BaO supported over CexZr(1-x)O₂ compounds

10.10 – 10.30 Benjamin Pappendorf

Environmental barrier coating materials

10.30 – 10.50 Mehmet Kayhan

Thermoluminescence properties of Mn doped lithium tetraborate

10.50 – 11.30 Coffee break

Catalysis with Nanomaterials II Chair Prof. Dr. Deniz Uner

11.30 – 12.05 Prof. Dr. Christian Hess

Nanostructured vanadium oxide model catalysts for selective oxidation reactions

12.05 – 12.25 Emine Kayhan

Characterisation of Fe-promoted BaO/ γ -Al₂O₃ NO_x storage materials

13.00 – 14.00 Lunch at TU Lichtwiese

Lab Excursions I

14.00 – 15.00 Lab Prof. Dr. Jörg J. Schneider

Inorganic Chemistry Department

15.00 – 16.00 Lab Prof. Dr. Ralf Riedel

Materials Science Department

16.00 – 17.00 Lab Prof. Dr. Dimitris Pavlidis

Electrical Engineering Department

Tuesday, 28.04.2009, Lichtenberg-Haus
0D, 1D and 2D Nanomaterials Chair Prof. Dr. Macit Ozenbas

Time Schedule Each talk 15 min. + 5 min. discussion

9.00 – 9.35 Prof. Dr. Rolf Schäfer

Physical chemistry of small inorganic clusters

9.35 – 9.55 Ozge Acarbas Baltaci

Synthesis and characterisation of Maghemite nanoparticles

9.55 – 10.15 Michail Pashanka

1-D ceramic materials by templating techniques

10.15 – 10.35 Ravi Prasad

Ceramic membranes with integrated sensors

10.35 – 11.00 Coffee break

Functional Materials and Devices I Chair Prof. Dr. Rolf Schäfer

11.00 – 11.35 Prof. Dr. Rasit Turan

Studies on photovoltaic science and technology at METU

11.35 – 11.55 Ravi Joshi

Synthesis and alignment of carbon nanotubes

11.55 – 12.15 Alexander Popp

Carbon nanotube based functional devices

12.15 – 13.00 Dr. Magdalena Gracyk-Zajac

SiCN ceramic-based anode materials for Li-ion batteries

13.00 – 14.00 Lunch at TU Lichtwiese

14.00 – 16.30 What to see... Where to go...

17.15 Prof. Dr. Wolfgang Tremel

University of Mainz, GDCH talk Template-directed nucleation, growth and shape formation of inorganic materials

Wednesday, 29.04.2009, Lichtenberg-Haus
Functional Materials and Devices II

Chair Prof. Dr. Rasit Turan

Time Schedule Each talk 15 min. + 5 min. discussion

9.00 – 9.45 Prof. Dr. Dimitris Pavlidis

MOCVD growth of GaN and ZnO materials and device fabrication

9.45 – 10.05 Ilaria Menapace

Si-based polymers for luminescence applications

10.05 – 10.40 Prof. Dr. Aysen Yilmaz

Thermoluminescence properties of lithium borate compounds

10.40 – 11.00 Coffee break

Characterisation Methods for Nanomaterials Chair Prof. Dr. Barbara Albert

11.00 – 11.35 Prof. Dr. Macit Ozenbas

Studies at surface sciences research lab at the Department of Metallurgical and Materials Engineering-METU

11.35 – 11.55 Dr. Kathrin Hofmann

EELS for the characterisation of materials

11.55 – 12.15 Dr. Rudolf Hoffmann

Solution processed ZnO: Characterisation and device functionality

12.15 – 13.00 Prof. Dr. Jörg J. Schneider Prof. Dr. Deniz Uner

Wrap up and future prospects

13.00 – 14.00 Lunch at TU Lichtwiese

Lab Excursions II

14.00 – 15.00 Lab Prof. Dr. Barbara Albert

Inorganic Chemistry Department

15.00 – 15.30 TUD Merck-Lab

(Dr. Sabine Renker)

15.30 – 16.30 Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe

TEM-Lab at TUD



List of participants

2nd TU Darmstadt - METU joint graduate workshop of Nanotechnology

Mon, 27.04. - Wed, 29.04.2009 at Lichtenberg-Haus

No	Title	Name	Prenome	Concern	Department
1		Acarbas Baltaci	Ozge	METU	Graduate student
2	Prof. Dr.	Albert	Barbara	TU Darmstadt	Chemie/Dekanin
3		Awan	Farhat	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
4		Balakci	Ahmed	TU Darmstadt	Physik/Student
5		Balog	Ildiko	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
6		Bruhn	Gerd	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
7		Caglar	Basar	METU	Graduate student
8		Can	Makaddes	METU	Graduate student
9	Dr.	Cracyk-Zajak	Magdalena	TU Darmstadt	Material-/Geowiss.
10	Dr.	Engstler	Jörg	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
11		Ergun	Orcun	METU	Graduate student
12		Gercek	Duygu	TU Darmstadt	Elektrotech/Student
13		Gürsoy	Murat	TU Darmstadt	Chemie/Student
14	Prof. Dr.	Hess	Christian	TU Darmstadt	Physikalische Chemie
15	Dr.	Hoffmann	Rudolph	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
16	Dr.	Hofmann	Kathrin	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
17		Inci	Firat	TU Darmstadt	Mechatronik/Student
18		Joshi	Ravi	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
19		Kadioglu	Eyup	TU Darmstadt	Chemie/Student
20		Karabey	Onur H.	TU Darmstadt	Elektrotech/Student
21		Kayhan	Mehmet	METU	Graduate student
22		Kayhan	Emine	METU	Graduate student
23		Keser	Onur	TU Darmstadt	Chemie/Student
24	Dr.	Khanderi	Jayaprakash	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
25	Prof. Dr.	Kleebe	Hans-Joachim	TU Darmstadt	Geowissenschaften
26		Korkmaz	Ahmed	TU Darmstadt	Chemie/Student
27	Dr.	Lorenzen	Volker	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
28	Dr.	Mahanandia	Pitamber	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
29		Menapace	Ilaria	TU Darmstadt	Material-/Geowiss.
30		Nowotny	Mathias	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
31		Oymak	Mert	METU	Graduate student

32		Özdilek	Ümit	TU Darmstadt	Chemie/Student
33	Prof.	Özenbas	Macit	METU	Chemical Engineering
34		Pappendorf	Benjamin	TU Darmstadt	Material-/Geowiss.
35		Pashchanka	Mikhail	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
36	Prof. Dr.	Pavlidis	Dimitris	TU Darmstadt	Elektro-/Infotechnik
37		Pehlivan	Tolga	TU Darmstadt	Physik/Student
38		Popp	Alexander	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
39		Prasad	Ravi	TU Darmstadt	Material-/Geowiss.
40	Dr.	Renker	Sabine	TU Darmstadt	TUD Merck-Lab
41	Prof. Dr.	Riedel	Ralf	TU Darmstadt	Material-/Geowiss.
42	Dr.	Rikowski	Eckard	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
43		Rüzgar	Altug	TU Darmstadt	Student
44		Sariboga	Ismail	TU Darmstadt	Maschbau/Student
45	Prof. Dr.	Schäfer	Rolf	TU Darmstadt	Physikalische Chemie
46	Prof. Dr.	Schneider	Jörg J.	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
47		Stober	Frederick	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
48		Tempel	Hermann	TU Darmstadt	Anorganische Chemie
49	Prof. Dr.	Tremel	Wolfgang	Universität Mainz	Anorganische Chemie
50	Prof.	Turan	Rasit	METU	Chemical Engineering
51		Ucan	Mehmet	TU Darmstadt	Elektrotech/Student
52		Ücüncü	Murat	TU Darmstadt	Physik/Student
53	Prof.	Uner	Deniz	METU	Chemical Engineering
54	Asst.Prof.	Yilmaz	Aysen	METU	Chemical Engineering
55		Zhang	Baoxin	TU Darmstadt	Anorganische Chemie

2. ANKARA ÇALIŞTAYI

Tarih : 16-18 Kasım 2009

Yer : ODTÜ, Ankara, Türkiye

Katılımcılar:

Almanya Delegasyonu

Prof. Dr. Jörg J. Schneider
Herrmann Tempel
Meike Naumann
Dr. Oktay Yilmazoglu
Jens Biethan
Margarethe Schlosser
Katharina Nonnenmacher
Prof. Dr. Rolf Schäfer
Alexander Schießler
Benjamin Waldschmidt
Prof. Dr. Christian Hess
Mukaddes Can
Jörg Thielemann
Dr. Sandra Martinez-Crespiera
Dr. Aitana Tamayo
Dr. Kathrin Hoffmann
Roland Hand
Dr. Eckhard Rikowski

Türkiye Delegasyonu

Prof. Dr. Deniz Üner
Urcan Guler
Hilal Kıvrak
İlker Yıldız
Arife Gencer
Prof. Dr. Mehmet Parlak
Prof. Dr. Sefik Suzer, *Bilkent Üniversitesi*
Prof. Dr. Ahmet Oral, *Sabancı Üniversitesi*
Bülent Atamer, *TERRALAB*
Prof. Dr. Saim Özkar
Saygın Aras
Prof. Dr. Sinasi Ellialtioglu
Murat Günes
Esin Pekpak
Levent İlkay

16 – 18 Kasım 2009'de ODTÜ'de Gerçekleştirilen Çalıştayın Ayrıntılı Programı:



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

METU & TUD

**RESEARCH AND EDUCATIONAL NETWORK ON NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGY
FOR RENEWABLES
ANKARA WORKSHOP**

NOVEMBER 16-18, 2009

**Central Laboratory
Beyaz Amfi**

**Middle East Technical University
Ankara, TURKEY**

Funded by the International Bureaus of TUBITAK and BMBF through IntenC programme

Project Coordinators

Prof. Dr. Joerg Schneider, TUD

Prof. Dr. Deniz Uner, METU



Federal Ministry
of Education
and Research



The Scientific and Technological Research Council of Turkey

November 16th, 2009

8:40-10:30 Session 1: Nanostructures (Prof. Hayrettin Yucel)

8:40 Opening Remarks

Prof. Dr. Jörg J. Schneider & Prof. Dr. Deniz Uner

9:00 Urcan Guler, METU

Local plasmon oscillations in metal nanoparticles engineered by electron beam lithography

9:30 Herrmann Tempel, TUD

Patterned growth of CNTs with a narrow diameter distribution by an ink-jet printing method.

10:00 Hilal Kivrak, METU

Size and shape effects in supported metal catalysts via Microcalorimetry and TEM

10:30-11:00 Coffee Break

11:00-12:30 Session 2: Ceramics (Dr. Eckhard Rikowski)

11:00 Dr. Aitana Tamayo, TUD

Polymer-Derived Ceramic Nanodomain Structures

11:30 Katharina Nonnenmacher, TUD

TEM Study of Crystallization Kinetics of Hafniumdioxide Nanocrystals in Amorphous Si-C-Hf-O Ceramics

12:00 Dr. Sandra Martinez-Crespiera, TUD

Ceramic MEMS and NEMS Derived from Si-Based Polymers

12:30-13:30 LUNCH

13:30-18:30 Session 3: XPS Workshop (Dr. Selda Keskin)

13:30 Prof. Dr. Christian Hess, TUD

From basic principles to research applications

16:30-18:30 Prof. Dr. Christian Hess & Ilker Yildiz

Hands on XPS

13:30-18:30 Parallel to XPS workshop

Lab visits and individual discussions with research groups in Ankara

19:00-22:00 Workshop Dinner in Lake Eymir

November 17th, 2009

8:40-10:30 Session 2: Nanostructures (Dr. Kathrin Hofmann)

8:40 Arife Gencer, METU

Fabrication of Si nanocrystals in SiC matrix for third generation solar cells

9:00 Prof. Dr. Mehmet Parlak, METU

Material characterization for solar cell applications

9:30 Dr. Oktay Yilmazoglu, TUD

III-Nitride and II-VI (Oxide) Semiconductors for Electrical and Optical Applications

10:00 Roland Hord, TUD

Supraconductive Cuprates

10:30-11:00 Coffee Break

11:00-12:30 Session 5: Characterization (Dr. Aysen Yilmaz)

11:00 Prof. Dr. Sefik Suzer, BILKENT U.

XPS characterization of core-shell nanoparticles

11:30 Prof. Dr. Ahmet Oral, SABANCI U.

Development of a 3D Scanning Hall Probe Microscopy (SHPM) & High Resolution Magnetic Force Microscopy

12:00 Bulent Atamer, TERRALAB

Developing a TOC analyzer

12:30-13:30 LUNCH

13:30-15:00 Session 6: Catalysis at Nanoscale (Prof. Dr. Rolf Schäfer)

13:30 Prof. Dr. Saim Ozkar, METU

Intrazeolite metal(0) nanocluster catalyts

14:00 Benjamin Waldschmidt, TUD

Clustercatalysis

14:30 Jörg Thielemann, TUD

Nanostructured SBA-15 silica supported MoxOy and VxMoyOz model catalysts for partial oxidations

15:00-15:30 Coffee Break

15:30-17:00 Session 7: Catalysis at Nanoscale (Prof. Deniz Uner)

15:30 Meike Naumann, TUD

Template-directed synthesis of ceria nanotubes: fabrication and application potential

16:00 Alexander Schießler, TUD

Microcalorimetric measurement of adsorption enthalpies

16:30 Saygin Aras, METU

Characterization of Pt/TiO₂ via microcalorimetry

17:00 Dr. Emrah Ozensoy, BILKENT U.

NO_x Storage and reduction catalysts

November 18th, 2009

9:00-10:30 Session 8: Nanomaterials (Dr. Burcu Akata Kurc)

9:00 Margarethe Schlosser, TUD

Biominalisation and Biomaterials

9:30 Prof. Dr. Mustafa Urgen, ITU

Electrochemical processes for the production of nanopatterned and functional surfaces on Titanium and Aluminum

10:00 Prof. Dr. Sinasi Ellialtioglu, METU

DFT calculations towards improved DSSCs

10:30-11:00 Coffee Break

11:00-12:30 Session 9: Nanomaterials (Prof. Macit Ozenbas)

11:00 Murat Gunes, METU

A Novel Method to Produce Thermoelectric Materials

11:30 Esin Pekpak, METU

Synthesis And Characterization Of Lithium Tetraborate Doped With Metals

12:00Levent İlkay, METU

Synthesis, Characterization And Investigation Of Thermoluminescence Properties Of Strontium Pyrophosphate Doped With Metals

12:30-13:00 Closing Remarks

13:00-18:00 Lab visits, project discussions and sight-seeing in Ankara

16 – 18 KASIM 2009 TARİHLERİNDE YAPILAN ANKARA ÇALIŞTAYININ DETAYLI KATILIMCI LİSTELERİ

16 KASIM 2009

Prof. Dr. J. Joerg Schneider	Prof. Dr. Deniz Üner
Hermann Tempel	Doç. Dr. Ayşen Yılmaz
Meike Neumann	Hale Ay
Dr. Oktay Yılmazoğlu	Dr. Selda Keskin
Jens Biethan	Urcan Güler
Margarethe Schlosser	Arife Gencer
Katharina Nonnenmacher	Hilal Kıvrak
Prof. Dr. Rolf Schafer	Dr. Eckhard Rikowski
Alexander Schießler	Haslet Ekşi
Benjamin Waldschmidt	Dr. Remziye Güzel
Prof. Dr. Christian Hess	Sedat Canlı
Mukaddes Can	Ali Can Kızılkaya
Jörg Thielemann	Hakan Demir
Dr. Sandra Martinez-Crespiera	Mustafa Yasin Aslan
Dr. Aitana Tamayo	Derya Düzenli
Dr. Kathrin Hofmann	Yener Yeşilirmak
Roland Hand	Saltuk Pirgaliolu
Prof. Dr. Hayrettin Yücel	Arzu Kanca
Prof. Dr. Macit Özenbaş	Ceyhun Demir
Prof. Dr. Şinasi Ellialtıoğlu	Arif Kıvrak
Saygın Aras	Barış Bayram
Bahar İpek	Oğuz Gülseren
M. Mert Oymak	Ayşe Seyhan

17 KASIM 2009

Prof. Dr. J. Joerg Schneider	Prof. Dr. Deniz Üner
Hermann Tempel	Hale Ay
Meike Neumann	Arife Gencer
Dr. Oktay Yılmazoğlu	Hilal Kıvrak
Jens Biethan	Dr. Eckhard Rikowski
Margarethe Schlosser	Haslet Ekşi
Katharina Nonnenmacher	Dr. Remziye Güzel

Prof. Dr. Rolf Schafer	Sedat Canlı
Alexander Schießer	Ali Can Kızılkaya
Benjamin Waldschmidt	Hakan Demir
Prof. Dr. Christian Hess	Mustafa Yasin Aslan
Jörg Thielemann	Derya Düzenli
Dr. Sandra Martinez-Crespiera	Yener Yeşilirmak
Dr. Aitana Tamayo	Saltuk Pirgaliolu
Dr. Kathrin Hofmann	Arzu Kanca
Roland Hord	Ceyhun Demir
Prof. Dr. Hayrettin Yücel	Arif Kıvrak
Prof. Dr. Çiğdem Erçelebi	Barış Bayram
Prof. Dr. Macit Özenbaş	Oğuz Gülseren
Prof. Dr. Raşit Turan	Ayşe Seyhan
Prof. Dr. Mehmet Parlak	M. Mert Oymak
Prof. Dr. Şefik Süzer	Özge Aktaş
Bahar İpek	Murat Güneş
Prof. Dr. Ahmet Oral	Nalan Özbay
Dr. Barış Bayram	

MNT 501 Dersi Kapsamında Çalışmaya Katılan Öğrenciler

Mehmet Yeşilyurt	Mehmet Karaman
Zafer Artvin	Şafak Doğu
Numan Eroğlu	Serol Türkyılmaz
Can Demir	Başak Kebapçı
Barış Erdoğan	Çağlar Altınel
Gamze Alay	Kaan Kirdeciler
Zakir Yılmaz	Seyhmus Kaymaz
Bilgün Vargün	Zeynep Ergül
Alper İnce	Gülfem Aygar
Selçuk Keskin	Serra Altınoluk
Shahla Bagheri	Yusuf Şimşek
Kadir Karanlı	Pantea Aurang

3. DARMSTADT ÇALIŞTAYI

Tarih : 12 – 14 Nisan 2010

Yer : Darmstadt Teknik Üniversitesi, Darmstadt, Almanya

Katılımcılar:

Türkiye Delegasyonu: Almanya Delegasyonu:

Prof. Dr. Deniz Üner	Prof. Dr. Jörg J. Schneider
Prof. Dr. Macit Özenbaş	Steffi Rades
Prof. Dr. Saim Özkar	Christoph Linck
Mustafa Yasin Aslan	Dr. Alexander Gurlo
Saygın Aras	Dr. Christoph Nottbohm
Dr. Eda Ayşe Aksoy	Dominik Stranz
Seçkin Öztürk	Torsten Gutmann
Halil İbrahim Yavuz	Dr. Jayaprakash Khanderi
Murat Güneş	Prof. Dr. G. Buntkowsky
Hermann Tempel	Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe
Dr. Ayhan Ezdeşir	

TU - METU Workshop on Nano Technology

Name	University/Department	e-mail
Eckhard Rikowski	Inorganic Chemistry	rikowski@ac.chemie.tu-darmstadt.d
Achira Kleebe	Applied Geosciences	kleebe@geo.tu-darmstadt.de
Stefan Lauterbach	Applied Geosciences	stefan.l@geo.tu-darmstadt.de
Philipp Böley	Inorg Chemistry	bo.iloika@yahoo.de
Meike Naumann	" "	meike-naumann@gmx.de
Thorsten Heinelein	" "	thorstenheinelein@web.de
Torsten Gutmann	TU Darmstadt - Inst. phys. Chem.	Torsten.Gutmann@aol.com
Sandra Sänne	" "	sa01@web.de
Kathrin Bratz	" "	kathrin.bratz@web.de
Gerd Bruhn	TU DA-Anorg. Chemie	gbruhn@ac.chemie.tu-darmstadt.de
Ayhan Ezdesir	" "	ayezdesir@petlun.com.tr
Aiswarya Bhaskar	PETUM A-S. (private copy)	aiswaryabhaskar@gmail.com
Nagu, Manikando Prabu	TU Darmstadt (Materialwissenschaft)	mani.kanda.prabu1@gmail.com
Memmet Kayhan	TUD - Inorganic Chemistry	kayhanmemmet@gmail.com
Emine Kayhan	TUD - Inorganic Chemistry	dilsdemine@gmail.com
Baoxin Zhong	TUD Anorg.-Chemie	baoxin.zhong@gmail.com
Frank Sfrisoemann	TUD " "	Frank.Sfrisoemann@hotmail.com
Christoph Lück	TUD (Materialwissenschaft)	Lueck@institute.tu-darmstadt.de
Deepu J. Babu	TUD (Materialwissenschaft)	deepujbabu@gmail.com
Ravi Joshi	TUD (chemie)	jrav28@gmail.com
Gareth Keeley	" "	gkeeley942@gmail.com
Herbert KERNRICH	TUD Chemie	T.herrnfrid@ac.chemie.tu-darmstadt.de
Hermann Tempel	TUD Chemie	hermann.tempel@stü.d.tu-darmstadt.de

Name	University / Department	e-mail
Schlosser Margarete Schultheiß, Stefanie	TUD / Applied Geosciences -- " --	Schlosser@geo.tu-darmstadt.de Schultheiss@geo.tu-darmstadt.de
Saygin ARAS	METU / Chemical Eng.	asaygin@metu.edu.tr
Mikhail PASHCHANKA	TUP Chemie	mikhail.pashchanka@gmail.com
Sealem ÖZTÜRK	METU / Central Lab	seclm@metu.edu.tr
Eda Ayşe Aksoy	METU / Central Lab.	edayise@metu.edu.tr
H. İbrahim Davut	METU / METE / SSRL	yavuz@metu.edu.tr
Murat Güneş	METU / Micro & Nano Technology / SSRL	gunesm@metu.edu.tr
Prof. Macht ÖZENBAS	METU / METE / SSRL	ozenbas@metu.edu.tr
Saim Özkar	METU Department of Chemistry	sozkar@metu.edu.tr
Deniz Üner	METU Dep. of Chem. Eng	uner@metu.edu.tr
Jörg Schneider	TU Darmstadt, Inorganic Chemistry	jog.schneider@ar.chemie.tu-darmstadt.de

PROJE KAPSAMINDA DÜZENLENEN EĞİTİM PROGRAMLARI

XPS EĞİTİMİ - ANKARA

Tarih :16 Kasım 2009

Yer : ODTÜ, Merkez Laboratuvarları, Ankara, Türkiye

XPS eğitimini veren öğretim üyesi ve diğer XPS uzmanları:

Prof. Dr. Christan Hess, DTU

Prof. Dr. Şefik Süzer, Bilkent Üniversitesi

İlker Yıldız, ODTÜ Merkez Laboratuvarı

Katılımcılar:

Prof. Dr. Deniz Üner	Derya Düzenli
Prof. Dr. Hayrettin Yücel	Sedat Canlı
Saygın Aras	Zafer Artvin
Bahar İpek	Saudra Martinez
Benjamin Waltschmidt	Aitana Tamayer
Roland Hord	Jörg Thielemann
Bariş Bayram	Kathrina Nonnenmacher
Ayşe Seyhan	Margarette Schlosser
Hakan Demir	Prof. Dr. Joerg Schneider
Ali Can Kızılkaya	Nalan Özbay
Saltuk Pirgaloğlu	Dr. Eckhard Rikowski
Necati Özkan	M. Mert Oymak
Zafer Say	Levent Değirmenci
Emre Emmez	Hakan Yavaş
Pantea Aurang	Mehmet Tümerkan Kesim

NMR EĞİTİMİ - DARMSTADT

Tarih : 14 Nisan 2010

Yer : DTU, Darmstadt, Almanya

NMR eğitimini veren öğretim üyesi ve diğer uzmanlar:

Prof. Dr. G. Buntkowski, DTU

Katılımcılar:

Prof. Dr. Deniz Üner	Prof. Dr. Joerg J. Schneider
Prof. Dr. Macit Özenbaş	Steffi Rades
Prof. Dr. Saim Özkar	Christoph Linck
Mustafa Yasin Aslan	Dr. Alexander Gurlo
Saygın Aras	Dr. Christoph Nottbohm
Dr. Eda Ayşe Aksoy	Dominik Stranz
Seçkin Öztürk	Torsten Gutmann
Halil İbrahim Yavuz	Dr. Jayaprakash Khanderi
Murat Güneş	Prof. Dr. G. Buntkowsky
Hermann Tempel	Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe
Dr. Ayhan Ezdeşir	Meike Naumann
Stefan Lautenbach	Thorsten Heinlein
Sandra Sanze	Kathrin Bratz
Gerd Bruhn	Aiswarya Bhaskar
Nagu Manikondo Prabu	Mehmet Kayhan
Christoph Linck	Emine Kayhan
Deepu Y. Babu	Gareth Keeley
Ravi Joshi	Margeretta Schlosser
Schultheiß Stefanie	Mikhail Pashcanka
Jldiko Boley	Tobias Kertrich

Eğitim Programı:

Wednesday, 14.04.2010, Lichtenberg-Haus - Solid State NMR School

Prof. Dr. G. Buntkowsky

9.00 – 10.30 NMR Lecture I

10.30 – 11.00 Coffee break

11.00 – 12.30 NMR Lecture II

13.00 – 14.00 Lunch at TU Lichtwiese

NMR Workshop

14.00 – 16.30 Hands on NMR:

Practical exercise

TEM EĞİTİMİ – ANKARA

Tarih : 21 – 24 Mayıs 2011

Yer : ODTÜ, Merkez Laboratuvarı, Ankara, Türkiye

TEM eğitimini veren öğretim üyesi ve diğer uzmanlar:

Prof. Dr. Hans Joachim Kleebe, DTU

Mattis Müller, DTU

Margaretta Schlosser, DTU

Katılımcılar:

Almanya Delegasyonu

Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe

Mathis Müller

Margarethe Schlosser

Türkiye Delegasyonu

Prof. Dr. Deniz Üner

Prof. Dr. Raşit Turan

Prof. Dr. Saim Özkar

Prof. Dr. Hayrettin Yücel

Dr. Elif Tarhan Bor

Seçkin Öztürk

Mustafa Yasin Aslan

Mert Mehmet Oymak

Serdar Akbayrak

Serim İlday

TEM workshop itinerary for Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe, Margarete Schlosser, Mathis M. Müller Central Laboratory Middle East Technical University

Friday May 20, 2011

19:05 Turkish airlines flight TK 2170 Arrive in Ankara, University transport will pick up from the airport to the central campus guesthouse

Saturday May 21, 2011

9:00-12:00 Central Laboratory seminar room, Lectures
9:15-10:15 History and components of the electron microscope (Schlosser)
10:30-11:00 Specimen preparation (Müller)
11:15-11:45 Electron-sample interaction / HREM-ATEM (Kleebe)

12:00-13:30 Lunch at Cati Restaurant

13:30-16:30 Hands-on training for the students

Basics: Sample mounting (single/double tilt), holder insertion, vacuum, 1st beam

19:30 Dinner at Uptown Café

Sunday May 22, 2011

10:00-12:00 Open discussion with the students
10:15-11:00 BF, DF, diffraction, contrasts, defects (Schlosser)
11:15-12:00 Diffraction; examples: bastnaesite and ferroelectrics (Müller)

12:00-13:30 Lunch at Cati Restaurant

13:30-16:30 Hands-on training for the students

Intermediate: Alignment, stigmators, BF, DF, diffraction, contrasts

18:30 Downtown Ankara

Monday May 23, 2011

9:00-12:00 Central Laboratory seminar room, Lectures
These lectures will be open to a larger number of students and faculty
9:15-10:15 TEM activities at the TU Darmstadt (Kleebe)
10:30-11:00 Transparent spinel – application of TEM (Müller)
11:15-11:45 In-situ TEM on $\text{In}(\text{OH})_3$ and grain growth in bixbyite (Kleebe)

12:00-13:30 Lunch at Cati Restaurant

13:30-16:30 Hands-on training for the students

Advanced: Sample tilting, HRTEM / STEM - HAADF

18:30 Dinner at Uptown Café

19:30 Musical, “Miras” at METU Cultural and Convention Center

Tuesday May 24, 2011

10:00-12:00 Wrap-up of the workshop: Student presentations of recent material science aspects addressed by TEM at METU – followed by a podium discussion on potential future collaborations

12:00-13:30 Lunch at Cati Restaurant

13:30 Free time in Ankara

PROJE KAPSAMINDA DÜZENLENEN KONFERANSLAR

6th EFCATS KATALİZ YAZ OKULU

Tarih : 13 – 19 Eylül 2010

Yer :Gümüldür, İzmir, Türkiye

Katılımcılar:

Yaz Okuluna Katılan Araştırmacılar

Prof Dr. Deniz Uner	Sandra Sanze
Prof Dr. Jörg J. Schneider	Emine Kayhan
Prof. Dr. Saim Ozkar	Hermann Tempel
Hilal Kıvrak	Meike Naumann
Bahar İpek	Tuğçe Ayvalı
Saygın Aras	Melek Dinç
Mukaddes Can	Senem Karahan
Arzu Kanca	Salim Çalışkan
Mert Mehmet Oymak	Yalçın Tonbul
Hale Ay	Sibel Duman

EFCATS Kataliz Yaz Okuluna Davet Edilen Öğretim Üyeleri:

Prof. Dr. Rutger A. Van Santen	Prof. Dr. A. Erhan Aksoylu
Dr. Samet Bagce	Karine Philippot
Dr. Jens Rostrup-Nielsen	Jim Anderson
Dr. Margaret Sonmez	Prof. Dr. Konstantin Hadjiivanov
Prof. Dr. Hans J.W. Niemantsverdriet	Prof. Dr. Martin Muhler
Prof. Dr. Z. Ilse Onsan	Prof. Dr. Norbert Kruse
Prof. Dr. Gulsen Dogu	Prof. Dr. Terry S. King
Prof. Dr. Andreas Jentys	Prof. Dr. Sefik Suzer
Dr. Emrah Ozensoy	Prof. Dr. Frigyes Solymosi
Dr. N. Alper Tapan	Prof. Dr. Klaus Hermann
Dr. Ahmet Kerim Avci	Renata Tokarz-Sobieraj
Prof. Dr. Jeffery A. Reimer	Lars Petterson

Altıncı EFCATS Kataliz Yaz Okulu'nda INTEN-C projesi kapsamında yapılmış olan yayınlar aşağıda verilmiştir;

1. J. J. Schneider, Catalytic and Sensoric Properties of Carbon Nanotubes
2. S. Ozkar, Transition Metal Nanoparticles in Heterogeneous Catalysis
3. H. Kıvrak, Sadig Kuliyeve, D. Uner, The Effect of Tin Addition on Ethanol Electro-Oxidation Reaction

4. B. İpek, D. Uner, Transport Processes in Liquid Phase Photocatalytic Reaction Tests
5. S. Aras, D. Uner, Effect of Platinum Loading in Dye Sensitized Solar Cell
6. M. Can, C. Hess, A. Yilmaz, D. Uner, Characterization of the Co and/or Pb-SBA15 Mesoporous Materials Synthesized by two Different Methods
7. A. Kanca, D. Uner, The selection of Reaction Parameters on the Gasification Products Selectivity
8. M. M. Oymak, I. Ozen, D. Uner, Photocatalytic Benzene Oxidation in Cement Based Materials
9. H. Ay, D. Uner, Effect of Co on the Performance of Ni/Al₂O₃ Catalysts in Dry Reforming of Methane
10. S. Sanze, C. Hess, Spectroscopic Study of the Gas Sensing Mechanism Between IN₂O₃ and NO₂
11. E. Kayhan, J. J. Schneider, Adventures into Flatland. Fabrication and Characterization of Large Scale Continuous, Highly Transparent Graphene Films by Chemical Vapor Deposition
12. H. Tempel, S. Aras, O. Soydas, D. Uner, J. J. Schneider, Increased Photocatalytic Activity of Dye-Sensitized Solar Cells with Carbon Nanotube Enhanced Anode
13. M. Naumann, J. J. Schneider, H. Hofmann, P. Claus, Synthesis, Characterization and Catalytic Activity of Nanostructured Ceria in Direct Methanol Carboxylation
14. T. Ayvali, M. Zahmakiran, S. Ozkar, One-Step Synthesis of Colloidally Robust Rhodium(0) Nanoparticles Catalyst; Exceptional Activity in the Dehydrogenation of Ammonia-Borane at Room Temperature for Chemical Hydrogen Storage
15. M. Dinc, Z. S. Eren, O. Metin, S. Ozkar, Hydrogen Generation from the Hydrolysis of Ammonia Borane Catalyzed by Silica Embedded Cobalt(0) Nanoclusters
16. S. Karahan, M. Zahmakiran, S. Ozkar, Catalytic Hydrolysis of Hydrazine Borane in Air at Room Temperature for Chemical Hydrogen Storage
17. S. Caliskan, M. Zahmakiran, T. Kodaira, S. Ozkar, Preparation and Characterization of Ruthenium (0) Nanoclusters Lusters Stabilized by Zk-4 Framework; Highly Active and Reusable Catalyst for the Hydrolysis of Ammonia-Borane and Sodium Borohydride
18. Y. Tonbul, M. Zahmakiran, S. Ozkar, Ruthenium(0) Nanoclusters Supported on Hydroxyapatite: Highly Active, Reusable and Green Catalyst in the Hydrogenation of Aromatics under Mild Conditions
19. S. Duman, M. Masjedi, S. Ozkar, Novel Ruthenium Homogeneous Catalysts Containing Oleylamine and Trimethylphosphite Ligands for Dehydrogenation of Dimethylamine-Borane: Isolation, Characterization and Catalytic Use.

ENCAMP 2011 KONFERANSI

Tarih : 25 – 29 Mayıs 2011

Yer : Kapadokya, Nevşehir, Türkiye

Katılımcılar:

Almanya Delegasyonu

Prof. Dr. J. Joerg Schneider
Prof. Dr. Hans Joachim Kleebe

Türkiye Delegasyonu

Prof. Dr. Deniz Üner
Prof. Dr. Raşit Turan
Prof. Dr. Macit Özenbaş
Prof. Dr. Saim Özkar
Prof. Dr. Hayrettin Yücel

Davetli Konuşmacılar:

Prof. Dr. Jeffrey Reimer
Dr. Jens Rostrup Nielsen
Prof. Dr. Frigyes Solymosi
Prof. Dr. Klaus Hermann
Prof. Dr. Elena Savinova
Prof. Dr. Dimitros Mataras

Konferansta INTEN-C Projesi Kapsamında Yayımlanan Çalışmalar:

1. J.J.Schenider, R. Joshi, H. Tempell, A. Popp, Carbon Nanotube Hybrids: Materials for Catalysis, Sensing and Energy Harvesting, EnCAMP 2011 (Sözlü Sunum)
2. D. Üner, Artificial Photosynthesis from a Chemical Engineering Perspective, EnCAMP 2011 (Sözlü Sunum)
3. H. J. Kleebe, TEM Characterization of Nanomaterials, EnCAMP 2011 (Sözlü Sunum)
4. S. İlday, N.A.P. Mogaddam, R.Turan, Investigation of Silican-nanosponge Structures Prepared by Magnetron Sputtering for Photovoltaic Applications, EnCAMP 2011 (Sözlü Sunum)
5. M. Y. Aslan, H. Tempel, J. J. Schneider, Deniz Üner, H₂ Chemisorption &TEM Study of Supported Ru Based Catalysts, EnCAMP 2011 (Poster Sunumu)
6. İ. Bayar, H. Kıvrak, D. Üner, Selective Oxidation of CO in Excess Hydrogen over Pt and PtSn Supported by Al₂O₃ Catalysts, EnCAMP 2011 (Poster Sunumu)
7. A. Calisan, S. Ellialtıoğlu, D. Üner, Predictions on Surface Segregation of Bi-Metallic Catalysts by Monte Carlo Simulation, EnCAMP 2011 (Poster Sunumu)
8. M.Can, A. Kanca, C. Hess, D. Üner, Raman Characterization of Co-Pb Based Catalysts, EnCAMP 2011 (Poster Sunumu)

9. M.M. Oymak, D. Üner, Effect of Exposed Surface on Photocatalytic Activity, EnCAMP 2011 (Poster Sunumu)
10. S. Khameneh Asl, S.K. Sadrnezhaad, M. Kianpour Rad, D. Üner, The Effect of Surface Properties of Semiconductor on the Photocatalytic Activities, from Dye Decolorization to Hydrogen Production, EnCAMP 2011 (Poster Sunumu)
11. S. Çalışkan, M. Zahmakıran, S. Özkar, Intrazeolite Rhodium(0) Nanoclusters Catalyst for the Hydrolysis and Methanolysis of Ammonia-Borane: Catalytic Activity, Lifetime and Reusability

ÖĞRENCİ DEĞİŞİMLERİ

Bu proje kapsamında kısa süreli ziyaretlerdeki öğrenci hareketliliği önceki bölümlerde listelenmiştir. Bu bölümde ise uzun süreli ziyaretleride bulunan öğrenciler, ODTÜ ve DTU danışmanları ve öğrencilerin gittikleri kurum aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Öğrenci	ODTÜ Danışmanı	DTU Danışmanı	Gittiği kurum
Semih Seyyidoğlu	Ayşen Yılmaz	Barbara Albert	DTU
Serdar Akbayrak	Saim Özkar	Jörg Schneider	DTU
Önder Metin	Saim Özkar	Jörg Schneider	DTU
Hilal Kıvrak	Deniz Üner	Jörg Schneider	DTU
Hermann Tempel	Deniz Üner	Jörg Schneider	ODTÜ
Mukaddes Can	Deniz Üner	Christian Hess	DTU
Margarette Schlösser	Caner Durucan	Achim Kleebe	ODTÜ
Hale Ay	Deniz Üner	Jörg Schneider	DTU

Tablodan da anlaşılacağı gibi öğrenci hareketliliği ağırlıklı ODTÜ'den DTU'ya gerçekleşmiştir. Bunun yapısal, ve bilimsel boyutları tartışılmadan, bir sonraki proje kurgusunda Almanya-Türkiye akışının da net olarak sağlanabilmesinin baştan sağlanması gerektiği vurgulanmalıdır.

BULGULAR

Bu bölüm, değişimde bulunan öğrencilerin raporlarından oluşmaktadır:

LnBO₃ (Ln= Y, La, Nd, Sm, Eu-Lu) BİLEŞİKLERİNİN KATI HAL YÖNTEMİYLE SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE RIETVELD ARITIMI İLE YAPISAL ANALİZİ

Lisansüstü Öğrenci : Semih Seyyidoğlu

ODTÜ Danışmanı : Doç. Dr. Ayşen Yılmaz

DTU Danışmanı : Prof. Dr. Barbara Albert

Nadir Toprak Elementi Ortoboratlari

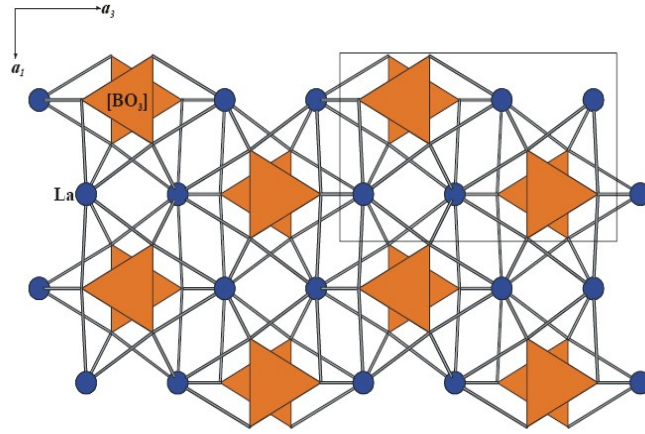
Nadir toprak elementi içeren birçok bileşik laser ve luminesan malzemeler için iyi adaylardır fakat salınım değerleri katılanan malzemenin konsantrasyonuna bağlıdır. Nadir toprak elementi boratları çok çeşitli yapısal özellikler gösterir. Bunun sebebi bor atomunun düzlemsel ve düzlemsel olmayan BO₃ gruplarından ve BO₄ gruplarında bir çok yapı oluşturmasıdır. Bu yapılar içinde oksijen atomu sırasıyla sp² bağı ve sp³ bağı yapabilmektedir [Chinn, 1976]

Son yıllarda, itrium ve lantanit ortoboratlari yapılan çalışmalari olan ilgi bu bileşiklerin yüksek UV geçirgenliği ve eşsiz optik eşiklerinden dolayı artmıştır. Bu bileşiklerin sorunu renksel saflıktır. Bu malzemeleri iyileştirmeye yönelik son yıllarda birçok çalışma yapılmıştır [Veenis, 1978].

Yüksek saflıkta REBO₃:Eu fosforları üretmek için birçok metod kullanılmıştır. Bunlar arasında katı hal tepkimesi [Lemanceau, 1999 ;Zhang, 2008], birlikte çökeltme [Lemanceau, 1999 ; Kim, 2002], yakma sentezi [Tukia, 2005], ultrasonik sprey pirolisis [Kim, 2000], sol-gel tekniği pirolisis işleminin [Wei, 2002-a; Wei, 2002-b] gelmektedir.

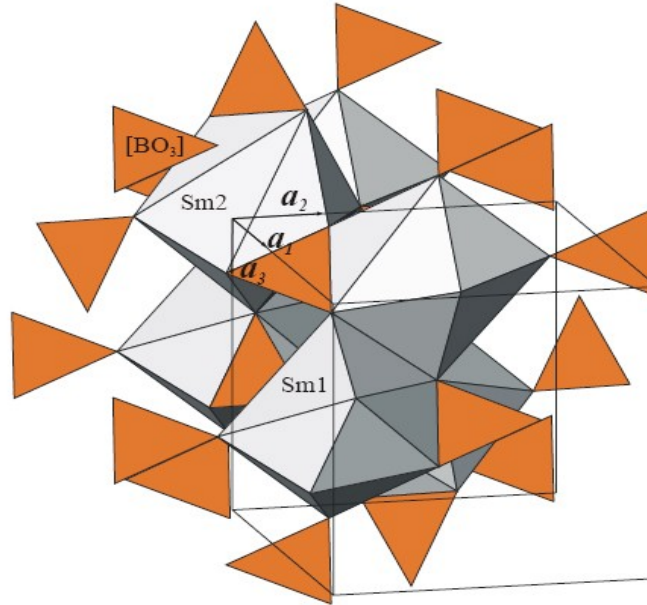
LnBO₃ yapıları bileşimleri bakımında çok basit olsalar ya krital yapılarının belirlenmesi bir o kadar karışiktır. Levin et al [Levin, 1961] çalışmasında, bu yapıların polimorfizmini incelemiş ve bu verileri yayımlamıştır. Bu yapıları CaCO₃ bileşiminin üç yapısına dayandırarak çözmüşlerdir. Bu yapılar nadir toprak elementine göre aragonit, vaterit, and kalsit olarak değişmektedir. Daha hafif ortoboratlari (La to Nd) aragonit tipi sergilemektedirler. Daha ağır elementler (Sm to Yb) vaterit yapısına sahiptirler. InBO₃, LuBO₃, ve ScBO₃ bileşikleri ise kalsit yapısındadırlar.

Aragonit yapısındaki nadir toprak elementi boratları birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir bunlar arasında LaBO₃ [Nakatsuka, 2006;Goryunova, 2003; Tukia, 2005], NdBO₃ [Müller-Bunz,2003; Goryunova, 2003; Laureiro,1990], CeBO₃ [Goubin,2004] gelmektedir. Bu yapı ilk kez Abdulaev ve çalışma arkadaşları tarafında bulunmuştur[Abdullayev, 1976]. Fakat bu grup yapıyo Pmcn olarak belirtmişlerdir. Bu gruptaki bileşikler trigonal planar BO₃ bileşiminden oluşmuştur. Gornuyova (2003) doktora tezinde bu yapıyı tanımlamıştır[Goryunova, 2003]. [010] düzlemine paralel olan çizimi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. LaBO₃ yapısının [010] düzlemine yansıması (Aragonit-Tip) (Gornuyova, 2003)

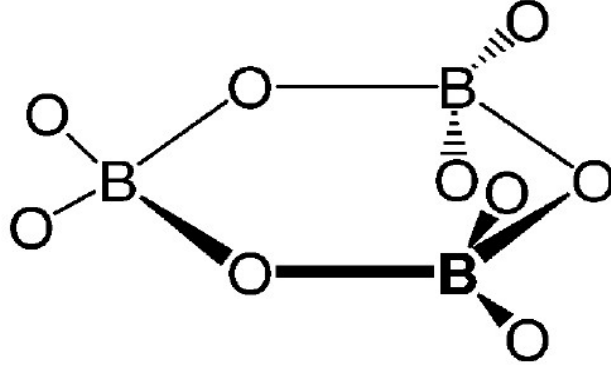
İlk olarak Palkina ve çalışma arkadaşları (1976) SmBO₃ bileşiğini triklinik P-1 uzay grubunda çözülmüştür [Palkina, 1976]. Gornuyova doktora çalışmasında (2003) bu yapının yapısını Şekil 2'deki gibi belirtmiştir[Goryunova, 2003]. Bu yapıda samaryumun koordinasyon sayısı sekizdir ve boratlar BO₃ anyonik grubuna sahiptir.



Şekil 2. Triklinik (P-1) SmBO₃ bileşiğinin yapısı (Gornuyova, 2003)

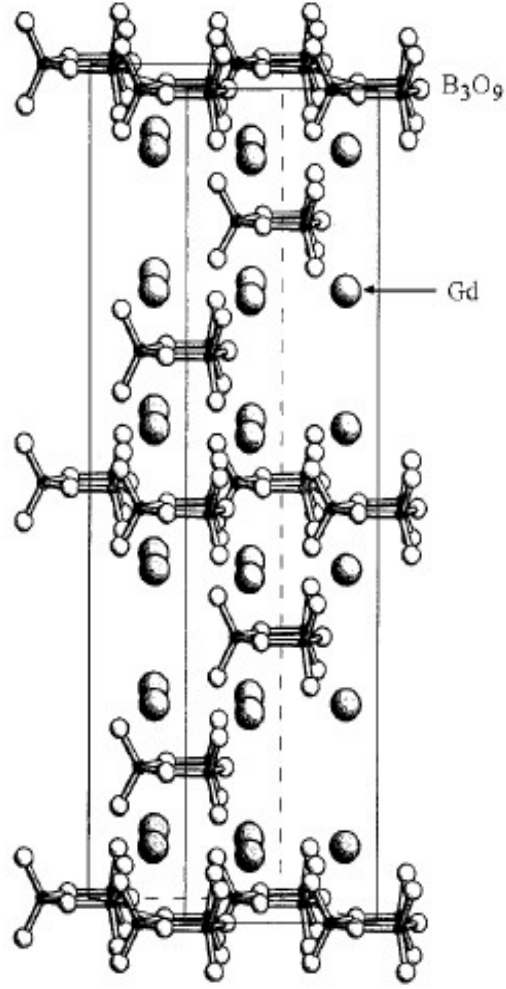
Vaterit yapısı ilk olarak Newnham (1963) tarafından $P6_3/mmc$ yapısında çözülmüştür[Newham, 1963]. Daha sonra Bradley et al. (1966) bu yapıyı $P-6c2$ uzay grubunda tanımlamıştır. Bu yapıların ortak özelliği yapılarında BO₃ anyonu bulundurmalarıdır. Fakat daha sonraki IR, NMR ve Raman çalışmaları [Laparches, 1966; Denning,1972; Kriz,1969] bu yapının tetrahedral B₃O₉⁹⁻ poliborat gruplarında oluştuğunu ortaya çıkarmıştır.

Chadeyron et al. (1997b) YBO₃ yapısını P63/m yapısında tanımlamıştır[Chadeyron, 1997-b]. Fakat bu yapıdaki B₃O₉⁹⁻ grupları yapısal zorlamalardan dolayı uygun gözükmemektedir. Fakat gene de bu yapısal model vaterit yapısı için mantıklı bir model oluşturmaktadır. B₃O₉⁹⁻ anyonunun yapısı Şekil 3'de verilmiştir.



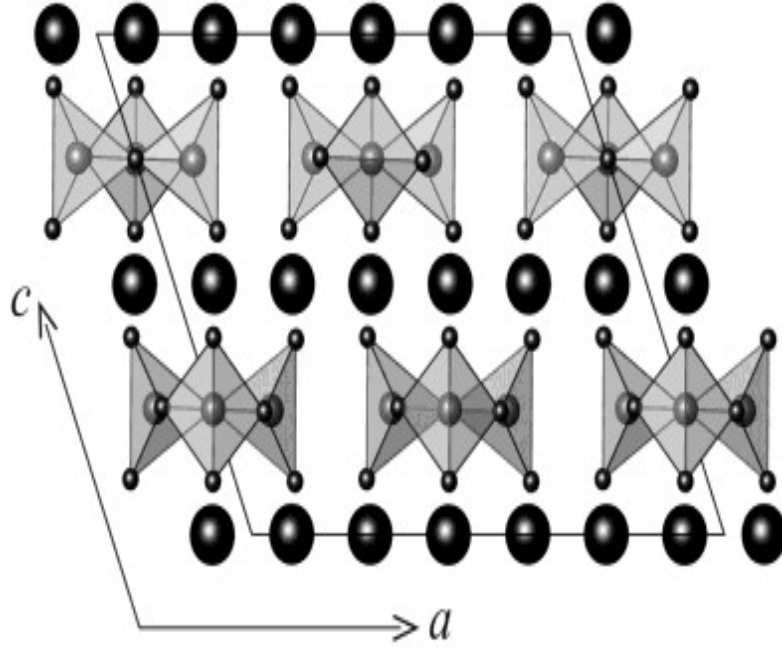
Şekil 3. B₃O₉⁹⁻ anyonunun yapısı. (Wei, 2002)

Ren et al.(1999) GdBO₃ bileşiğini rombohedral yapı içinde R32 uzay grubunda bulmuşlar ve a=6.6357 Å, c= 26.706 Å birim hücre parametreleri ile arıtımını yapmışlardır [Ren, 1993]. Bu yapı da B₃O₉⁹⁻ anyonlarında oluşmaktadır. Bu yapı Şekil 4'te verilmektedir.



Şekil 4. Rombohedral $GdBO_3$ bileşiğinin düşük sıcaklık formunun yapısı. (Ren et al. 1999)

Son olarak Lin et al. (2004) $(Y_{0.92}Er_{0.08})BO_3$ bileşiğinin düşük sıcaklık formunun yapısını nötron kırınımı ile çözmüş ve bu yapıyı C-merkezli $C2/c$ uzay grubunda $a=11.3138(3)$ Å, $b=6.5403(2)$ Å, $c=9.5499(2)$ Å, ve $\beta=112.902(1)^\circ$ parametrelerinde bulmuş ve raporlamıştır[24]. Bu yapıdaki boron atomu tetrahedral şekilde bağlanmış atomlardan oluşan B_3O_9 yapısındadır. Şekil 5'te $(Y_{0.92}Er_{0.08})BO_3$ yapısının b-eksenindeki yansıması verilmiştir.



Şekil 5. (a) $(Y_{0.92}Er_{0.08})BO_3$ bileşiğinin düşük sıcaklık formunun b-ekseni üzerindeki yansıması

Bu çalışmanın amacı, nadir toprak elementi içeren ortoboratlari sentezlemek ve nadir toprak elementlerin kristal yapıları üzerindeki değişiklikleri Rietveld yapısal analizi ile incelemektir. Bu amaç için, saf nadir toprak elementi ortoboratlari katı hal tepkimeleri ile sentezlenmiş ve X-ışınları analizi ile yapıları incelenmiştir. Optik olarak önemli özelliklere sahip nadir toprak elementi ortoboratlari yapıları hakkında halen belirsizlikler bulunmaktadır. Yapısal özellikler, fiziksel, optik ve luminesan özellikleri doğrudan etkilediğinden bu bileşiklerin seri olarak incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla, sentezlenen lantanit ortoboratlari yapıları (Ln= Y, La-Lu) GSAS yazılımı ve 3-Boyutlu çizim programları kullanılarak incelenmiştir.

LnBO₃ (Ln= Y, La, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) Bileşiklerinin Kati Hal Yöntemi İle Sentezi

Bileşikler katı hal ısıtma yöntemiyle oksijen ortamında fırınlarda ısıtılmıştır. Hedeflenen moleküller Tablo 1.de verilen oranlarda karıştırılmış ve belirtilen süre ve sıcaklıklarda ısıtılmıştır. Her ısıtma arasında numuneler ezilmiş ve tekrar fırınlanmıştır. Her sıcaklık ısıtması sonunda XRD desenleri alınmış ve saflığına bakılmıştır.

Tablo 1. Katı hal yöntemiyle hazırlanan lantanit ortoboratların bileşimleri ve ısıtma koşulları

Ln_2O_3	Bor Kaynağı	300 °C	500 °C	700 °C	900 °C	1000 °C
Y_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
La_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Nd_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Sm_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Eu_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Gd_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Tb_4O_7	$28\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Dy_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Ho_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Er_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Tm_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Yb_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s
Lu_2O_3	$2\text{H}_3\text{BO}_3$	5s	5s	5s	10s	5s

Karakterizasyon

XRD-X-Işını Toz Kırınımı

Katı hal yöntemiyle üretilen yeni fazların kristal yapılarının incelenmesi için Toz X-Işınları Kırınımı yöntemi kullanılmıştır.

Numunelerin karakterizasyonu d-yerleşim değerleri kullanılarak ICDD (International Centre for Diffraction Data) ve ICSD (Inorganic Crystal Structure Database) bilgi tabanları kullanılarak yapılmıştır.

Rigaku Kırınımölçer

Ürünlerin yapısal analizi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kimya Bölümünde bulunan Rigaku X-Işınları Difraktometresi (Cu K_α (30 kV, 15 mA, $\lambda=1.54051 \text{ \AA}$) ile incelenmiştir. Ölçümler, 5-145 2 Teta derece aralığında toplanmıştır. Bu ölçümler ilk faz analizlerinde kullanılmış, Rietveld analizinde kullanılmamıştır.

Panalytical Kırınımölçer

Rietveld analizleri için, daha hassas şiddetler içeren ölçümler PANalytical X'PERT PRO X-Işınları kırınımölçer ($\text{CuK}\alpha$ radiation 45 kV, 40 mA, $\lambda=1.5406 \text{ \AA}$) ile (Bragg-Brentano geometrisinde) ile toplanmıştır. Bu cihaz aşırı hızlı katı hal detektörü PIXCEL kullanılarak toplanmış ve 10° to 150° aralığında çalıştırılmıştır.

FTIR

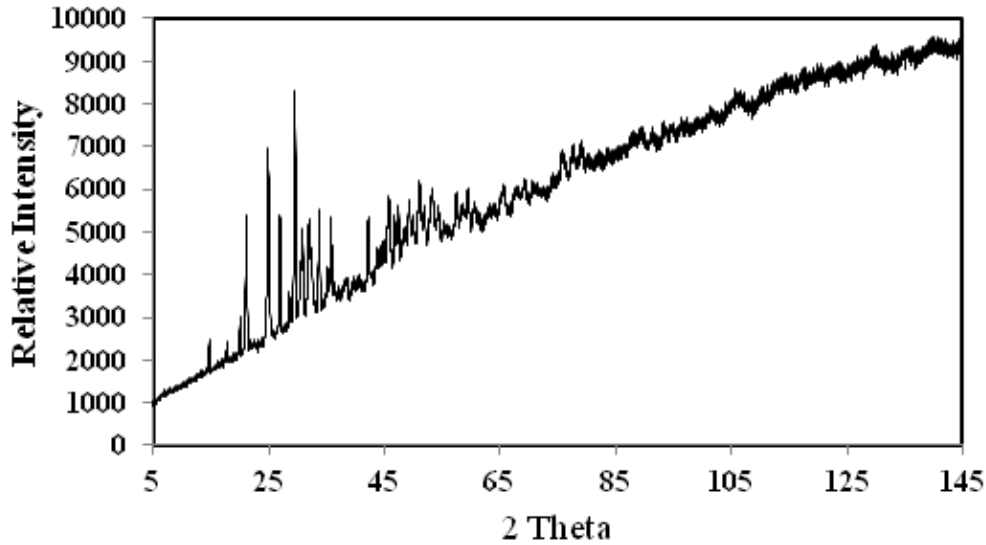
Moleküllerin titreşim biçimleri Nicolet 510 FTIR Infrared Spectrometer kullanılarak $400\text{-}2000 \text{ cm}^{-1}$ aralığında toplanmıştır. Spektroskopik ölçüdeki KBr kullanılarak peletler yapılmıştır. Pelet: numune oranı 100:3 mg olarak alınmıştır.

LnBO_3 (Ln= Y, La, Nd, Sm, Eu-Lu) Bileşiğinin Rietveld Arıtımı ile Yapısının Analizi

Üretilen fazların tanımlanması X-Işınları Kırınım çalışmaları ile yapılmıştır. Bu bileşiklerin kristalografik çalışmaları Rietvel analizi ile yapılmıştır. Rietveld analizinde ölçülen ve hesaplanan profiller karşılaştırılır. Birçok parametrenin (taban, profil, yapı, sıfır kayması, atomik pozisyonlar, enstrümental parametreler, skala faktörü, isotropik termal parametreler) değiştirilmesiyle bu farklılık minimize edilmeye çalışılır. Bu parametrelerin artırımından sonra, üç boyutlu yapılar Diamond (2000-2006) yazılım paketi kullanılarak çizdirilmiştir.

Rigaku Kırınımölçer Kullanılarak İncelenen LnBO₃ bileşiklerinin Yapısal Analiz Sonuçları

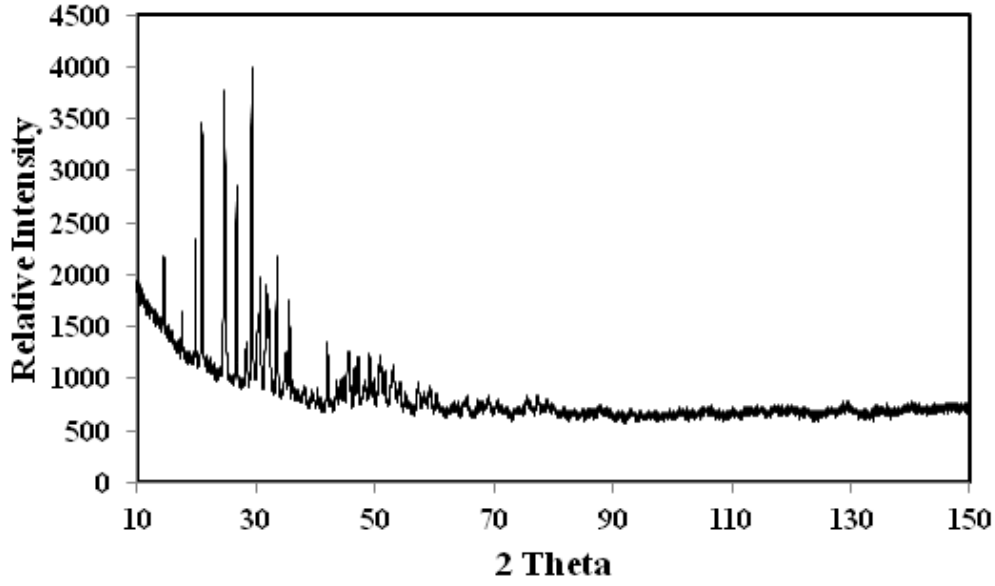
The X-ray Diffraction patterns of the EuBO₃ ürününün XRD deseni Şekil 6'da verilmiştir. Bu desenlerde tabanın sürekli olarak arttığı gözlemlenmektedir. Bu artış bakır CuK α radyasyonunun nadir toprak elementleri tarafından absorplanması ve aynı zamanda oluşan X-ışınları flöresanından kaynaklanmıştır. K β filtresi kullanılarak X-ray flöresansını engellenebilir.



Şekil 6. EuBO₃ Rigaku Miniflex Kırınımölçer Cihazı ile 5-145 Derece aralığında çekilen X-Işınları Kırınım Desenleri

Panalytical Kırınımölçer Kullanılarak İncelenen LnBO₃ bileşiklerinin Yapısal Analiz Sonuçları

Numuneler K β filtresine sahip Panalytical kırınımölçerle ölçülmüştür. Şekil 7'deki EuBO₃ bileşiğinin tabanı verileri normalleşmiştir. Diğer lantanit ortoboratlarda içinde aynı düz taban çizgileri bulunmuştur. Rietveld yapı analizinde bu hassas desenler kullanılmıştır.



Şekil 7. EuBO_3 PIXCEL Detektörlü Panalytical Kırınımölçer Cihazı ile 10-150 Derece aralığında çekilen X-ışınları Kırınım Desenleri

İlk yapılan faz analizinde Tablo 2' de belirtilen sonuçlar bulunmuştur. Vaterit tipinde moleküller için $P6_3/mmc$ grubu FTIR analizleri sonuçlarına göre uygun değildir. BO_3 ve BO_4 molekülleri için ayırıcı olan bölge $1150\text{-}1350\text{ cm}^{-1}$ arasındadır. Bu bölgede BO_3 bağlarının titreşim modları bulunmaktadır. Vaterit molekülleri için bu bölgede bağ bulunamamıştır. Bu yüzden vaterit molekülleri $\text{B}_3\text{O}_9^{9-}$ anyonu içeren molekül modelleri ile çözümlenmiştir.

Tablo 2. Nadir toprak elementi ortoboratlarının uzay grubu ve ilgili literatür.

LnBO_3	Uzay grupları	ICSD / ICDD Kartları
YBO_3	$P6_3/mmc$	01-074-1929
LaBO_3	Pnma	00-012-0762
NdBO_3	Pnma	01-041-2407
SmBO_3	P-1	01-040-0745
EuBO_3	$P6_3/mmc$ + P-1	01-074-1931 + 01-089-7988
GdBO_3	$P6_3/mmc$	01-074-1932
TbBO_3	$P6_3/mmc$	01-074-1933
DyBO_3	$P6_3/mmc$	01-074-1933
HoBO_3	$P6_3/mmc$	01-074-1934
ErBO_3	$P6_3/mmc$	01-074-1935
TmBO_3	$P6_3/mmc$	01-074-1936
YbBO_3	$P6_3/mmc$	01-074-1937
LuBO_3	$P6_3/mmc$ + R-3 c	01-074-1938 + 01-072-1053

Rietveld Yapısal Analizinin Sonuçları

ICSD, CIF (Crystallographic Information File), kaynaklar ve literatür kullanılarak, nadir toprak elementi ortoboratlara en uygun uzay grubu ve atomik pozisyonlar kristalografik başlama noktası bulmak için denenmiştir [ICSD Card No:01-041-2407; ICSD Card No:01-040-0745]. Yapısal analizler GSAS paketi [Larson, 2000; Toby, 2001] kullanılarak Rietveld artımıyla yapılmıştır. Bu arıtım yöntemi kullanılarak; atomik pozisyonlar, birim hücre boyutları, profil paramtereleri, taban parametreleri, skala değerleri arıtılmıştır[Rietveld, 1967 ;Rietveld 1969].

Bu çalışmalar ışığında YBO_3 , $DyBO_3$ ve $HoBO_3$ Lin ve arkadaşlarının (2004) çalışmalarında belirtildiği gibi C2/c monoklinik uzay grubunda bulunmuştur[Lin, 2004]. $LaBO_3$ ve $NdBO_3$ bileşikler Pnma uzay grubunda bulunmuştur. $SmBO_3$ bileşiği P-1 triklinik uay grubunda kristallenmiştir. Son olarak $GdBO_3$ bileşiğinin yapısı Ren ve arkadaşlarının (1999) belirttiği gibi R32 uzay grubunda çözülmüştür[Ren, 1999].

Bu arıtım çalışmalarının sonuçlarının ışığında, diğer nadir toprak elementi ortoboratlara $LnBO_3$ (Ln= Eu, Tb, Er, Tm, Yb, Lu) vaterit yapısında olduğu fakat uygun uzay grubu ve kristal yapının bulunmadığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak, vaterit tipi yapıların hem düşük hem de yüksek sıcaklık fazının bir arada bulundurulması ileri sürülmektedir. Malzemeler yüksek sıcaklıktan soğumaya başladığında çok verimli yapısal soğuma ve belirgin kristal yapıya dönüşme görülememektedir. Malzemeler soğuduğunda birçok uzay grubunun Bragg piklerini barındırmaktadır. Rietveld yöntemiyle aydınlatılan lantanit ortoboratlara ayrıntıları gelen sayfalarda verilmiştir.

C2/c Uzay grubunda bulunan YBO_3 , $DyBO_3$ ve $HoBO_3$ bileşikler

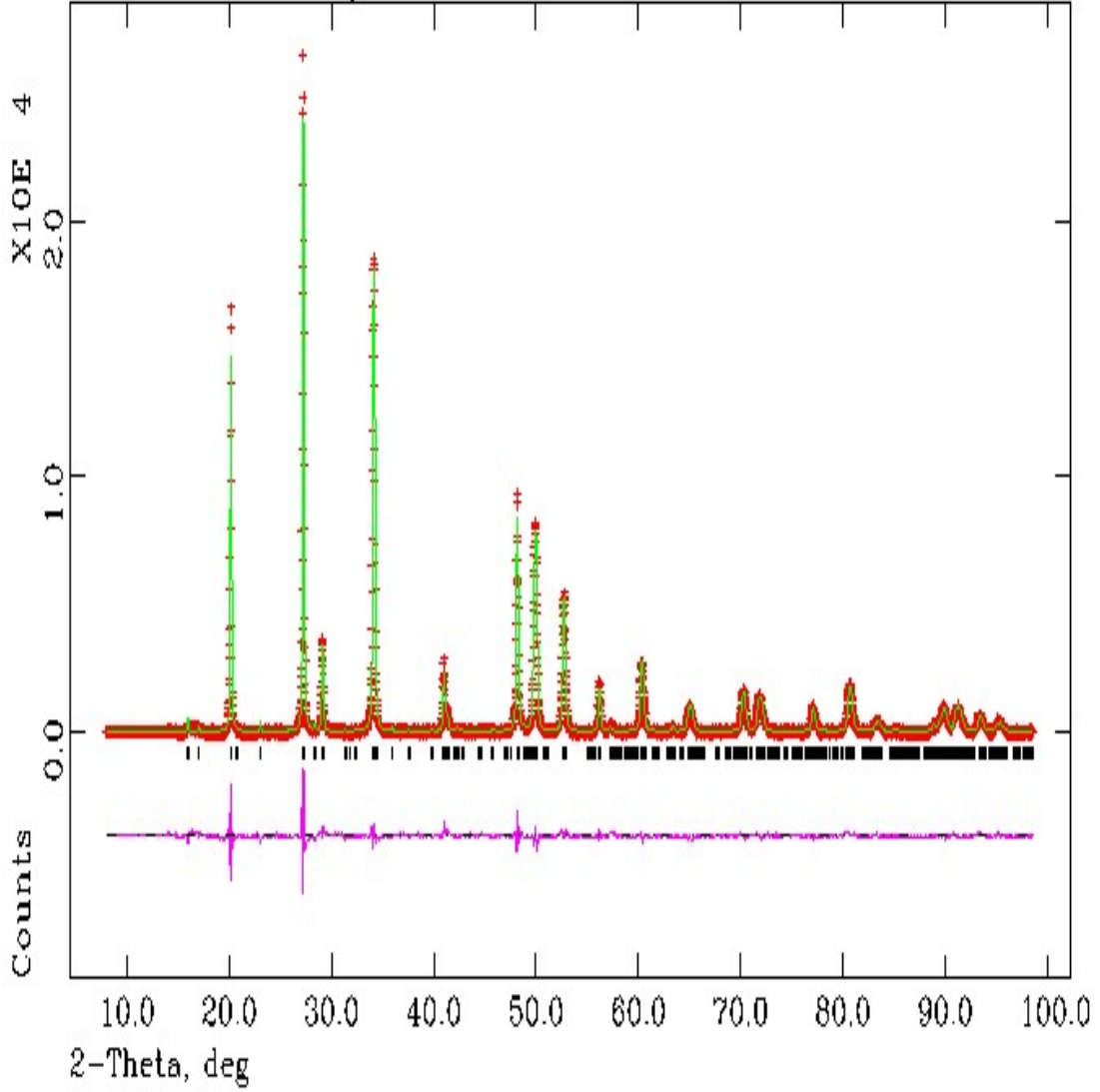
C2/c uzay grubunda bulunan YBO_3 , $a=11.3276(3)$, $b=6.5444(2)$ Å, $c=9.5589(1)$ Å, $\beta=112.955(1)^\circ$, $V=652.512(9)$ Å³ birim hücre parametreleri ile arıtılmıştır. Arıtımın Rietveld güvenilirlik değerlerinden olan ($\chi^2= 3.289$) arıtımın güzel bir şekilde modele uyduğunu ve kimyasal olarak uygun bir model seçildiğini gösterir. Aynı değer Lin'in (2004) çalışmasında 12.7 olarak bulunmuştur. Nötron çalışmasına dayanan bu çalışma ile karşılaştırıldığında bu çalışmada veriler değerler çok daha iyi konudur. Lin (2004) tarafında üretilen $(Y_{0.92}Er_{0.08})BO_3$ bileşiğinin Rietveld arıtım sonuçları ve ilgili atomik pozisyonları Tablo 2.'de verilmiştir. Bu çalışmada üretilen YBO_3 bileşiğinin Rietveld arıtım sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Bu bileşiğin son atomik pozisyonları Tablo 4'te sunulmuştur.

C2/c monoklinik kristal yapısında kristallenen itrium ortoborat bileşiğinin seçilmiş bağ uzunlukları ve açıları Tablo 5'te sıralanmıştır. Bu çalışmada bulunan sonuçlar, Lin'in (2004) çalışmasındaki sonuçlarla uyum içindedir [Lin, 2004].

Monoklinik YBO_3 molekülünün üç boyutlu yapısı GSAS programında arıtılan datanın son halinin Diamond çizim programında kullanılmasından sonra Şekil 9'da verilmiştir.

Lambda 1.5406 A, L-S cycle 362

Obsd. and Diff. Profiles



Şekil 8. YBO₃ bileşiklerinin Görünen, hesaplanan ve fark profilleri. Kırmızı artılar görünen, yeşil çizgiler hesaplanan, pembe çizgi fark ve olası Brag yansımaları siyah çizgilerle gözlemlenmiştir

Tablo 3. YBO₃ bileşiğinin kristal datası

Formül	YBO ₃
Molar Kütle	147.7 g/mol
Kristal Sistem	Monoklinik
Uzay Grubu	C2/c
Toz Kırınım Metresi	Panalytical X'Pert Pro
Radyasyon türü	CuK α ($\lambda=1.54051\text{\AA}$)
Birim hücre değerleri	a=11.3276(3) \AA b=6.5444(2) \AA c=9.5589(1) \AA $\beta=112.955(1)^\circ$
Hacim	652.512 (9) \AA^3
Çekim adım aralığı ($^\circ$)	0.013
2 Theta Aralığı	10-150 $^\circ$
Rwp	0.0421
Rp	0.0301
Chi ²	3.289

Tablo 4. (Y_{0.92}Er_{0.08})BO₃ Bileşiğinin Düşük-Sıcaklık Fazının Kristalografik Verileri (Lin et al. 2004).

Formül	(Y _{0.92} Er _{0.08})BO ₃		
Moleküler Kütle	147.7 g/mol		
Crystal System	Monoklinik		
Uzay Grubu	C2/c		
Synchrotron Radyasyonu	Swiss Light Source		
Dalga Boyu	$\lambda=0.9531\text{\AA}$		
Birim Hücre Değerleri	a=11.3140(3) \AA b=6.5404(2) \AA c=9.5503(2) \AA $\beta=112.902(1)^\circ$		
Hacim	652.512 (9) \AA^3		
Rwp	4.72%		
Rp	3.61%		
Chi ²	12.7		
Atom	x	y	z
Y1/Er1	0.25	0.25	0
Y2/Er2	0.843(5)	0.2561(6)	0.5007(8)
B1	0.1220(5)	0.0382(9)	0.2476(5)
B2	0	0.678(1)	0.25
O1	0.1258(6)	0.083(1)	0.1057(5)
O2	0.2209(5)	0.090(1)	0.3894(4)
O3	0.0478(5)	0.565(1)	0.3938(5)

O4	0.3932(6)	0.309(1)	0.2543(7)
O5	0	0.1399(17)	0.25

Tablo 5. YBO_3 Bileşiminin atomik koordinatları ve izotropik yerdeğiştirme parametreleri $U_{iso}(\text{Å}^2)$

Atom	x	y	z	$U_{iso}(\text{Å}^2)$
Y1	0.25	0.25	0.0	0.02157
Y2	0.0827(6)	0.2522(4)	0.500(1)	0.02508
B1	0.154(3)	0.013(2)	0.242(3)	0.025
B2	0.0	0.699(3)	0.25	0.025
O1	0.128(1)	0.098(3)	0.1074(7)	0.0068
O2	0.228(1)	0.083(4)	0.3894(8)	0.02656
O3	0.049(1)	0.557(3)	0.3895(7)	0.02245
O4	0.362(2)	0.342(1)	0.252(2)	0.06537
O5	0.0	0.150(2)	0.25	0.02997

Tablo 6. YBO_3 bileşiminin Seçilmiş bağ uzunlukları ve açıları

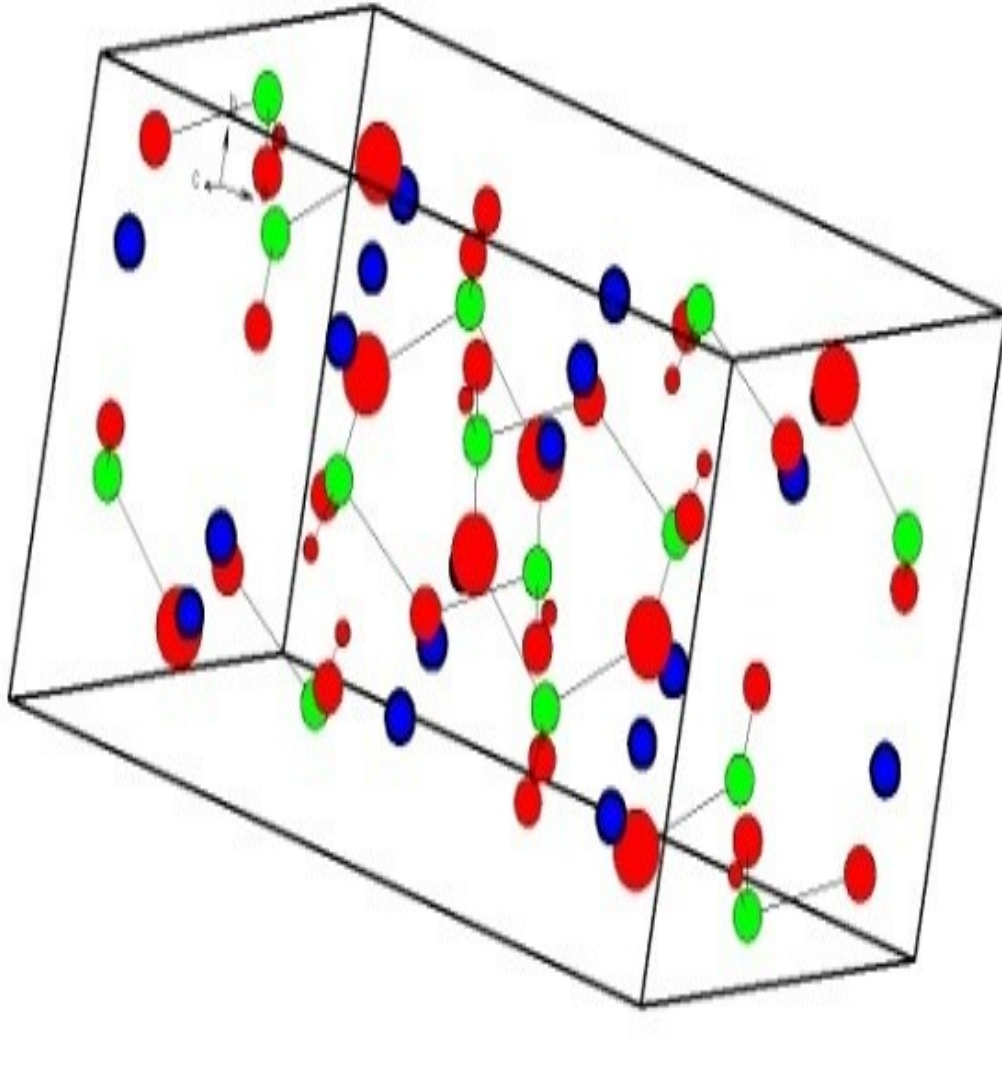
Uzunluklar

B1-O1	1.33816(2)
B1-O2	1.41094(2)
B1-O4	1.13935(3)
B1-O5	1.995(5)
B2-O3	1.42794(2)
B2-O4	1.93248(4)

Açılar

O1-B1-O2	131.091(1)
O1-B1-O4	119.369(1)
O2-B1-O4	108.003(1)

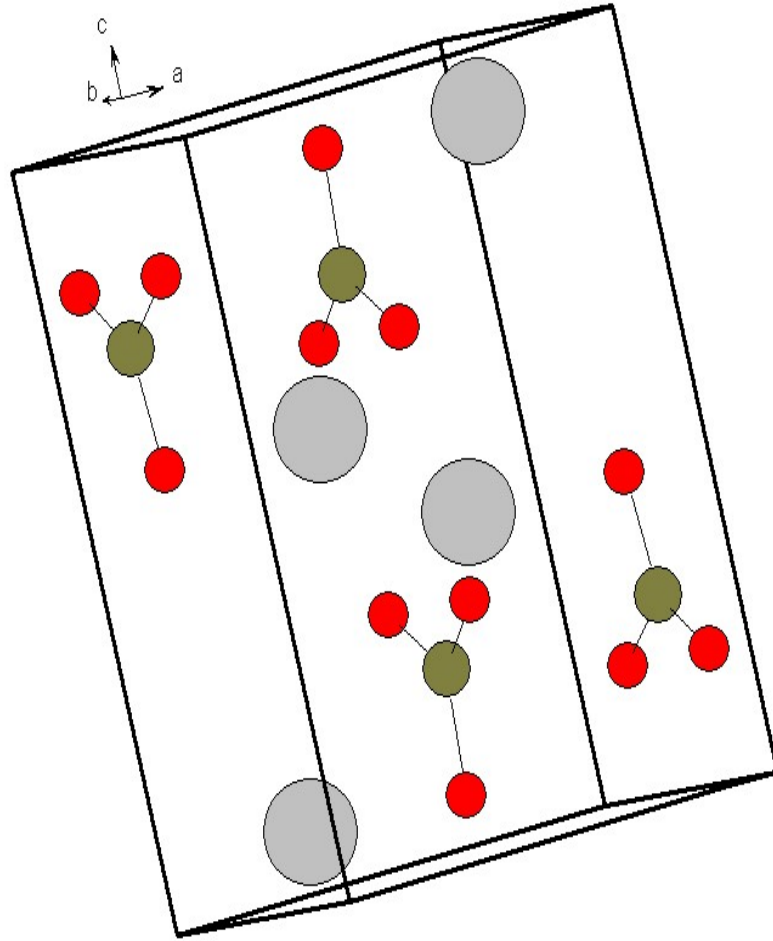
Uzunluklar Å ve dereceler ($^{\circ}$) açı ile verilmiştir.



Şekil 9. YBO_3 bileşiminin b-ekseni yönündeki kristal yapısı.

Pnam Uzay Grubundaki $LaBO_3$, and $NdBO_3$ Bileşikleri

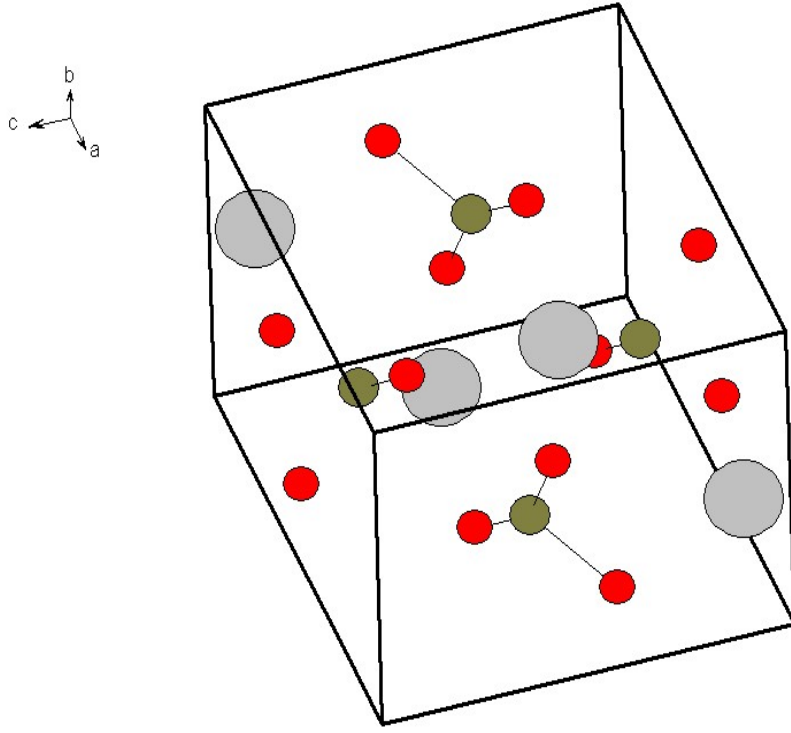
ICSD Card No: 01-041-2407 kartındaki $NdBO_3$ yapısal modeli kullanılarak $LaBO_3$ ve $NdBO_3$ bileşikleri Rietveld yöntemiyle arıtılmıştır. $LaBO_3$ ortorombik sistemde kristallenmiştir (Pnma). Birim hücre parametreleri $a=5.8761(1)$ Å, $b=5.10535(9)$ Å, $c=8.252(1)$ Å şeklinde bulunmuştur. $R_p=0.0844$, $R_{wp}=0.1076$, $\chi^2=5.101$ arıtım değerleri ile doğru bir yapısal modele ulaşıldığını göstermiştir. Lantanum ortoboratin kristal yapısı Şekil 10'da verilmiştir. Pnma yapısında bulunan trigonal BO_3 anyonları bu yapıda kolaylıkla görülmektedir.



Şekil 10 LaBO₃ bileşiğinin b-ekseni yönündeki kristal yapısı.

P-1 Uzay Grubundaki SmBO₃ Bileşiği

ICSD Card No: 01-040-0745 kartındaki SmBO₃ yapısal modeli üretilen SmBO₃ arıtılmıştır. Samaryum ortoborat bileşiği triklinik sistemde kristallenmiş ve $a=6.4904(3)$ Å, $b=6.4962(3)$ Å $c=6.2431(3)$ Å, $\alpha=107.764(3)^\circ$, $\beta=107.703(3)^\circ$, $\gamma=93.385(2)^\circ$ birim hücre değerleriyle arıtımı yapılmıştır. Uzay grubu P-1 olarak bulunmuştur. Rietveld analizi arıtım değerleri $R_p=0.0532$, $R_{wp}=0.0682$ ve $\chi^2=3.227$ olarak bulunmuştur. Şekil 11'de triklinik samaryum ortoborat bileşiğinin kristal yapısı a-ekseni doğrultusunda verilmiştir. Trigonal BO₃ grupları şekilde gözükmemektedir.

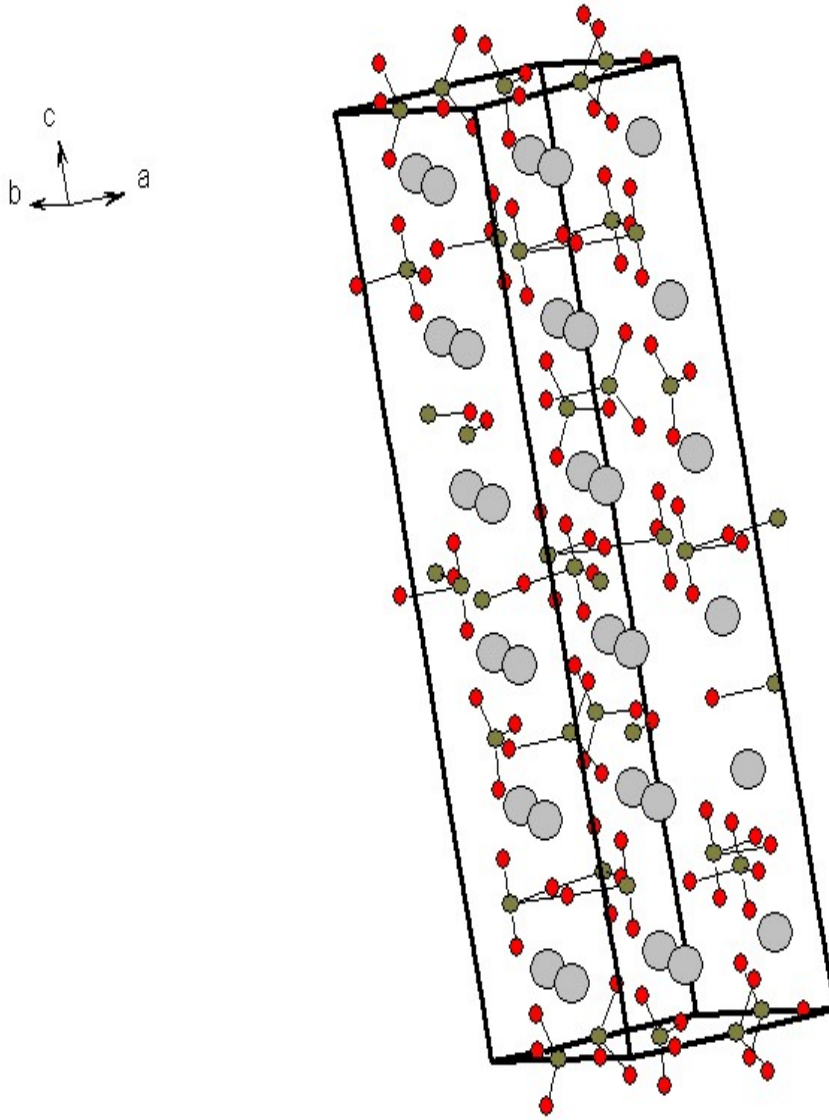


Şekil 11. SmBO₃ bleşiğinin a-ekseni yönündeki kristal yapısı.

R32 yapısındaki GdBO₃

GdBO₃ $a=6.63899(8)$, $c=26.7219(5)$ Å. Birim hücre parametreleri kullanılarak R32 rombohedral uzay grubunda çözülmüştür. Ren (1999) ve arkadaşları rietveld güvenilirlik sonuçlarının. $R_p=0.12$, $R_{wp}=0.16$ olarak bulmuşlardır. Aynı değerler bizim çalışmamızda $R_p=0.032$, $R_{wp}=0.0454$ olarak daha iyi ve düşük değerler vermiştir.

GdBO₃ yapısı Şekil 12'de verilmiştir. Uzun c hücresi B₃O₉ anyonu bu şekilde rahatlıkla gözükmektedir.



Şekil 12. GdBO₃ bleşiğinin b-ekseni yönündeki kristal yapısı.

ORGANOMETALİK KOMPLEKSLERİN VE METAL NANO KÜMELERİN KARBON NANOTÜPLERE TUTUNMASI

Lisansüstü Öğrenci : Serdar Akbayrak
ODTÜ Danışmanı : Prof. Dr. Saim Özkar
DTU Danışmanı : Prof. Dr. J. Joerg Schneider

GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER

Serdar Akbayrak'ın Almanya DTU'yu ziyareti sırasında 2 temel konu üzerinde çalışmalarını sürdürmüştür. Bunlar;

- Organometalik komplekslerin karbon nanotüplere tutunması
- Metal nanokümelerinin karbon nanotüplere tutunmasıdır.

Organometalik kompleks olarak Cp*FeCl(tmeda) ve RhCl(PPh₃)₃ kullanılmıştır. Bu komplekslerin, karbon yapıları ile etkileşimleri bilinmediği için literatürde tam tanımlanması

yapılmış fullerene (C₆₀) ile nasıl etkileştiği araştırılmış ve ortaya çıkarılmış deneysel takip karbon nanotüplere uyarlanmıştır.

Çalışmanın 2. bölümde yine metal nanokümlerin karbon nanotüpler üzerine tutturularak, verimli heterojen katalizörler elde edilmeye çalışılmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMA

RhCl(PPh₃)₃ Kompleksi

200 mg metalik potasyum havası alınmış cam tüp içinde süblimleştirilmiştir. 80 mL distillenmiş toluen ve 0,6 mL metil naftalin bu tüpe eklenip 1 gün boyunca karıştırılmıştır. Bu karışımdan alınan 10 mL' lik numune 63 mg karbon nanotüp (MWCNT) üzerine eklenmiş ve 2 saat karıştırılmıştır. Son aşamada 49 mg RhCl(PPh₃)₃ kompleksi eklenmiş ve 1 saat karıştırılmıştır. Argon ortamında filtrelenmiş ve vakumda uçurulmuş çözeltiden katı bir örnek elde edilmiştir.

Cp*FeCl(tmeda) Kompleksi

74 mg metalik potasyum havası alınmış cam tüp içinde süblimleştirilmiştir. 40 mL distillenmiş THF ve 0,275 mmol metil naftalin bu tüpe eklenip 1 gün boyunca karıştırılmıştır. Bu karışıma 100 mg fulleren ilave edilip 1 gün karıştırılmıştır. Son aşamada 120 mg Cp*FeCl(tmeda) kompleksi eklenmiş ve 1 gün süresince karıştırılmıştır. Argon ortamında filtrelenmiş ve vakumda uçurulmuş çözeltiden katı bir örnek elde edilmiştir.

Paladyum Nanokümleri

100 mg metalik potasyum havası alınmış cam tüp içinde süblimleştirilmiştir. 40 mL THF ve 150 µL metil naftalin potasyum üzerine eklenir ve 24 saat karıştırılmıştır. Bu çözeltiliye 110 mg karbon nanotüp (MWCNT) eklenir ve 24 saat karıştırılmıştır. 48 saat sonunda 0,1 mmol PdCl₂ eklenmiş ve 24 saat süresince karıştırılmıştır. Son durumda THF vakum altında uçurulmuş ve karbon nanotüp üzerinde paladyum metalleri tutunmuş bir şekilde Pd@MWCNT katısı elde edilmiştir.

Rutenyum Nanokümleri

Karbon nanotüpler HNO₃/H₂SO₄ karışımı ile 2 gün boyunca karıştırılmıştır. Karışma işleminden sonra filtrelenen karbon nanotüpler pH= 7 olana kadar saf su ile yıkanmış ve 12 saat etüvde 100°C'de kurutulmuştur. Bu işlem sonunda karbon nanotüpler fonksiyonlanarak su içinde dağılır hale gelmiştir. Fonksiyonlanmış karbon nanotüpler su içinde RuCl₃.xH₂O ile 3 gün boyunca karıştırılmıştır. Son durumda rutenyum nanokümleri karbon nanotüp yüzeyinde tutunmuştur.

Karakterizasyon

Sentezlenen organometalik kompleks içeren katalizörlerin karakterizasyonları TGA, IR ve Kütle Spektrometresi ile yapılmıştır. Metal nanokümler içeren (Pd) katalizörlerin karakterizasyonu ise SEM, TEM ve SEM-EDX teknikleri kullanılarak yapılmıştır.

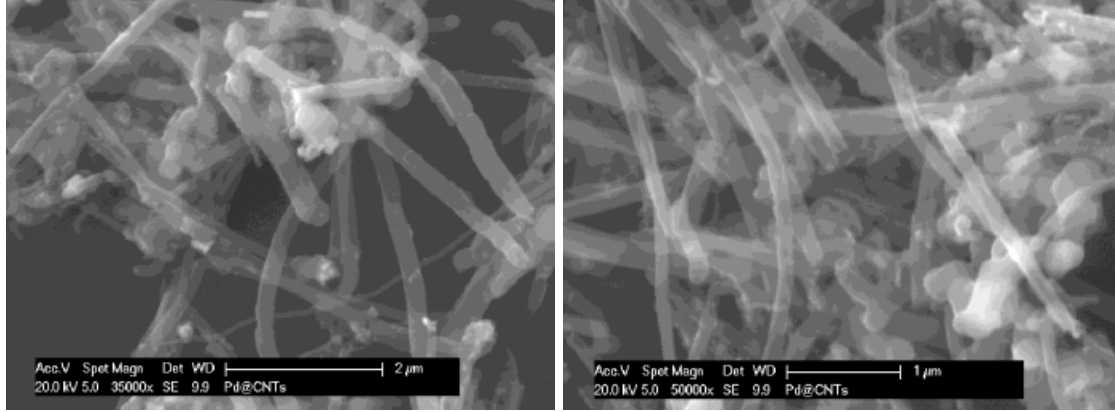
Yapılan karakterizasyon işlemlerinde asıl amaç, karbon nanotüpler üzerine tutunması istenen metal nanokümlerin ve/veya organometalik komplekslerin istenilen şekilde karbon nanotüp üzerinde tutunup tutunmadığını öğrenmek üzerine şekillenmiştir. Katalizörlere ait karakterizasyon sonuçları bulgular ve tartışma kısmında verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

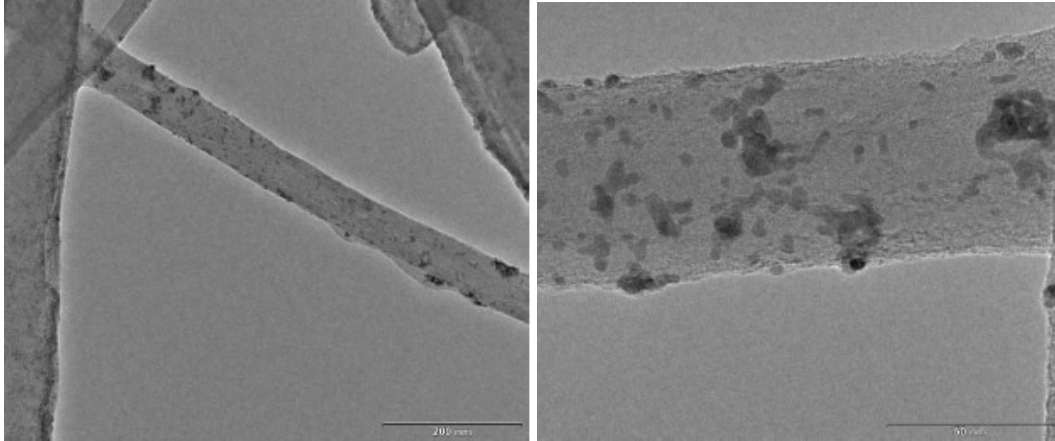
Organometalik komplekslerin karbon nanotüpler üzerinde tutturulması işleminin yapılan TGA, kütle spektrumu ve FTIR gibi teknikler ile karakterizasyonu sonucunda başarısız olduğu görülmüştür. Buradaki başarısızlığın ana sebebi organometalik komplekslerin karbon

nanotüplere tutunmak konusunda yeterince aktif olmadıklarından kaynaklanmıştır. Bu sebeple metal nanokümlerin karbon nanotüpler üzerine tutturulması çalışmaların ağırlık verilmiştir.

Bu çalışma kapsamında paladyum metal parçacıkların karbon nanotüp üzerine tutunduğu TEM ve SEM-EDX görüntüleri ile kanıtlanmış bu sırada karbon nanotüp yapısının da zarar görmediği SEM karakterizasyon tekniği ile belirlenmiştir. Pd@MWCNT katalizörüne ait SEM, TEM Resimleri ve SEM-EDX spektrumu Figure 13, 14 ve 15'te verilmiştir.

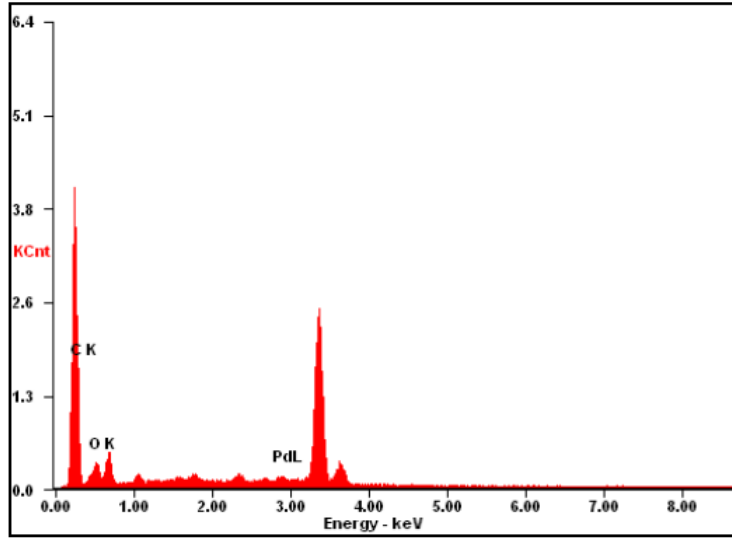


Şekil 13. Pd@MWCNT Katalizörüne ait 2µm ve 1µm ölçeğinde SEM Resimleri



Şekil 14. Pd@MWCNT katalizörüne ait 200 nm ve 50 nm ölçeğinde TEM Resimleri

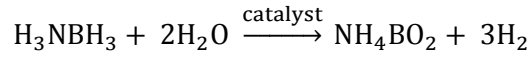
Bu metodun yanında metal nanokümlerinin sulu ortamda karbon nanotüpe tutunması üzerinde de durulmuş ve bu konuda da ilerlemeler kaydedilmiştir. Sulu ortamda rutenyum, nano kümleri karbon nanotüp üzerine başarılı bir şekilde tutturulmuş olması rutenyum nanokümleri ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmesine neden olmuştur.



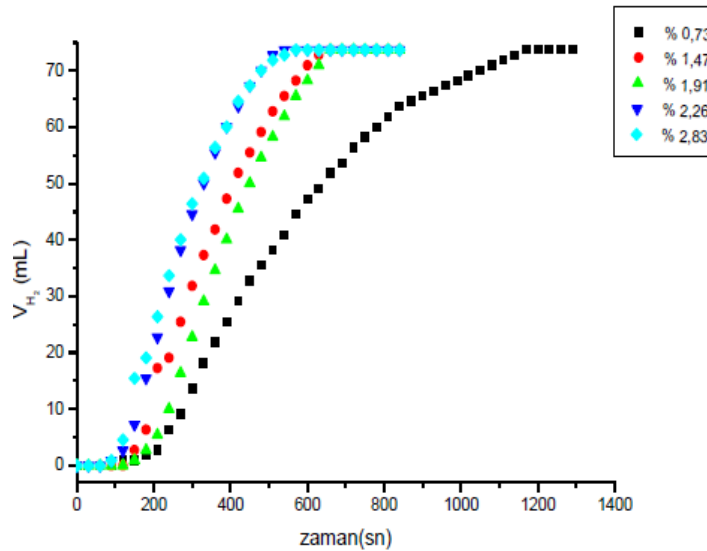
Şekil 15. Pd@MWCNT Katalizörüne ait SEM-EDX Spektrumu

Kütlece %0.8, %1.6, %2.4, %3.2, %4.0 rutenyum içeren karbon nanotüplerle desteklenmiş numuneler hazırlanmıştır (Ru+3@MWCNT). Hazırlanan bu numunelerin içerdikleri rutenyum miktarları ICP-OES yardımı ile sırasıyla % 0.73, %1.47, %1.91, %2.26, %2.83 olarak bulunmuştur.

Elde edilen katalizörler amin borandan hidrojen üretiminde kullanılmıştır. Farklı rutenyum yüzdelerine sahip yukarıdaki numunelerden eşit miktarlarda rutenyum içerecek şekilde alınmış ve amin borandan hidrojen eldesi tepkimesinde kullanılmıştır.

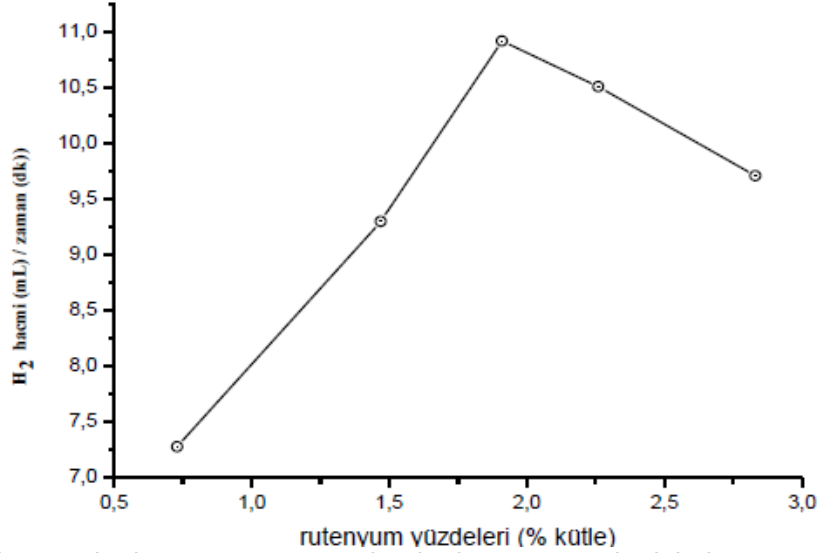


Yukarıdaki tepkimeyi katalizleyen karbon nanotüple desteklenmiş rutenyum nanoküpleri arasında %1.91'lik Ru+3@MWCNT katalizörü en yüksek katalitik etkinliğe sahiptir. Rutenyum dağılımlarından kaynaklanan bu farklı katalitik etkinlik aşağıdaki grafikte gösterilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. 0.216mM Ru içeren katalizörler kullanılarak 250C 'de 100mM'lık amin boran çözeltisinden elde edilen hidrojenin zamana bağlı değişimi

1mmol amin borandan 10 mL saf su içinde elde edilen hidrojen üretim tepkimesi için herbir katalizörden 0.216 mM rutenyum içerecek şekilde alınmıştır. Buna göre % 0.73, %1.47, %1.91, %2.26, %2.83 yüzdelerine sahip katalizörler sırasıyla 137, 175, 205, 198, 168 dk⁻¹ TOF değerlerine sahiptir. Bu deney bize % 1,91' lik rutenyum yüklemesine sahip karbon nanotüple desteklenmiş rutenyum nanokümelerinin katalitik etkinliğinin en yüksek olduğunu bildirmiştir. Şekil 17 rutenyum yüklemelerine bağlı olarak hidrojen üretim hızını gösterir. Bundan sonraki kinetik çalışmalarda %1.91'lik Ru@MWCNT katalizörünün kullanılması uygun görülmüştür.



Şekil 17. Hidrojen üretim hızının rutenyum dağılımlarına göre değişimi

KATALİZÖR OLARAK GRAFİN ÜZERİNE TUTTURULMUŞ PALADYUM NANOPARÇACIKLARI

Lisansüstü Öğrenci : Önder Metin
ODTÜ Danışmanı : Prof. Dr. Saim Özkar
DTU Danışmanı : Prof. Dr. J. Joerg Schneider

GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER

Grafın 2004 yılında Geim ve Novoselov tarafından bulunduğundan sonra, altı yıl gibi kısa bir sürede birçok bilim alanında yaratmış olduğu etkiden dolayı 2010 Fizik Nobel ödülünü almıştır[1]. Genel bir tanımla, grafın, sp² hibritleşmesine sahip karbon atomlarının oluşturduğu 2-boyutlu tabakalı malzeme olarak adlandırılır. Diğer karbon malzemelere (grafit ve karbon nanotüp) göre göstermiş olduğu üstün özellikleri nedeniyle, ileri teknoloji elektronik ürünler ve kompozit malzemeler gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır[2]. Grafın sahip olduğu yüksek iletkenlik ve optik özelliklerinin dışında çok geniş yüzey alanına da sahiptir. Bu geniş yüzey alanı nedeniyle grafının katalizör destek malzemesi olarak kullanılması etkin heterojen katalizörler geliştirilmesi adına önemlidir.³ Heterojen katalizörlerin etkinliği, parçacık boyutlarının küçültülmesi yolu ile artırılabilir. Bu nedenle Suzuki-Miyaura, Heck ve Stille karbon-karbon eşleşme tepkimeleri gibi birçok endüstriyel öneme sahip tepkimelerde katalizör olarak kullanılan paladyum metalinin nanoparçacıklarının hazırlanıp, katalizör olarak kullanılması etkinliğinin artırılmasında önemli rol oynayacaktır.

Bu çalışmada, tekdüze paçacık boyutuna sahip, tepkime ortamında kararlılığı yüksek ve birçok çözücü ortamında kullanılabilen paladyum nanoparçacıklarının hazırlanması ve oldukça geniş yüzey alanına sahip grafin üzerine tutturulması yolu ile etkin heterojen paladyum katalizörü geliştirilmesi amaçlanmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMA

Grafin, iki basamaklı tepkime içeren bir metot kullanılarak hazırlanmıştır. Bu metodun ilk basamağını, doğal tabakalı grafitin asidik ortamda potasyum permanganat ile oksitlenmesi ve saflaştırılması ile grafit oksit eldesi oluşturmaktadır. İkinci basamak ise elde edilen grafit oksitin ultrasonik banyo yardımı ile su içerisinde tabakalarına ayrılması ve daha sonra yüksek sıcaklıkta hidrazin ile indirgenmesinden grafin eldesinden oluşturulmuştur.

Paladyum nanoparçacıkları ise bizim kendi geliştirdiğimiz bir yöntemle paladyum(II) asetilasetonatin oleylamin varlığında tersiyerbütül amin kompleksi ile yüksek sıcaklıkta indirgenmesi sonucu hazırlanmıştır. Hazırlanan ve santrifüj ile tepkime ortamından ayrılan paladyum nanoparçacıkları, hekzan içerisinde grafin varlığında bir gün mekanik olarak karıştırılması sureti ile grafin yüzeyine tutturulmuştur. Grafin yüzeyine tutturulmuş paladyum nanoparçacıkları santrifüj ile hekzan çözeltisinden ayrılmıştır ve vakum altında kurutulmuştur.

Hazırlanan grafin yüzeyine tutturulmuş paladyum nanoparçacıklarının, son zamanlarda önemli bir kimyasal hidrojen depolama malzemesi olarak gösterilen amonyak boranın (H_3NBH_3) oda sıcaklığında, organik çözücüler içerisinde dehidrojenlenmesinde katalizör olarak test edilecektir.

ELEKTROKATALİZÖRLERDE KARBON NANOTÜPÜN DESTEK OLARAK KULLANILMASI

Lisansüstü Öğrenci : Hilal Demir Kıvrak

ODTÜ Danışmanı : Prof. Dr. Deniz Üner

DTU Danışmanı : Prof. Dr. J. Joerg Schneider

GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER

Hilal Demir Kıvrak Almanya DTU'yu ziyareti sırasında 2 temel konu üzerinde çalışmalarını sürdürmüştür. Bunlar;

- a. Karbon nanotüp desteğinin etanol elektro-oksitlenmesine etkisi
- b. TiO_2 -CNT yapılarının fotokatalitik aktivitelerinin ölçülmesidir.

Rapor kapsamında iki farklı konu hakkında yapılan çalışmalar her bir ayrı bölümde birbirini takip eder sırada verilecektir.

Karbon nanotüp desteğinin etanol elektro-oksitlenmesine etkisi

Günümüzde doğrudan beslemeli yakıt pilleri kolay taşınabilirlik ve yakıt ikmali, yüksek enerji dönüşümü gibi avantajları yüzünden en çok çalışılan konular arasında yer almaktadır. Pt küçük organik moleküllerin sentezinde iyi bir katalizördür fakat Pt yakıt pillerinin çalıştığı düşük sıcaklıklarda oluşan CO gazı ile bu koşullarda zehirlenir. Katalizörler geleneksel yöntemler ile hazırlanırken bir destek üzerinde hazırlanırlar ve Pt parçacıkların bir kısmı desteğinin alt tabakalarına gömülerek metalin reaktif sitelerinin sayısını azaltırlar ve böylece metanol elektro-oksitlenme reaksiyonu esnasındaki Pt kullanımı (utilization) azalır. Pt kullanımını arttırmak etanol elektro-oksitlenmesi reaksiyonunun aktivitesini arttırmak açısından önemlidir.

Bu çalışmada karbon nanotüp destek kullanılmış ve kullanılan karbon nanotüp desteğinin etanol elektro-oksitlenmesine etkisi araştırılmıştır.

TiO₂-CNT yapılarının fotokatalitik aktivitelerinin ölçülmesi

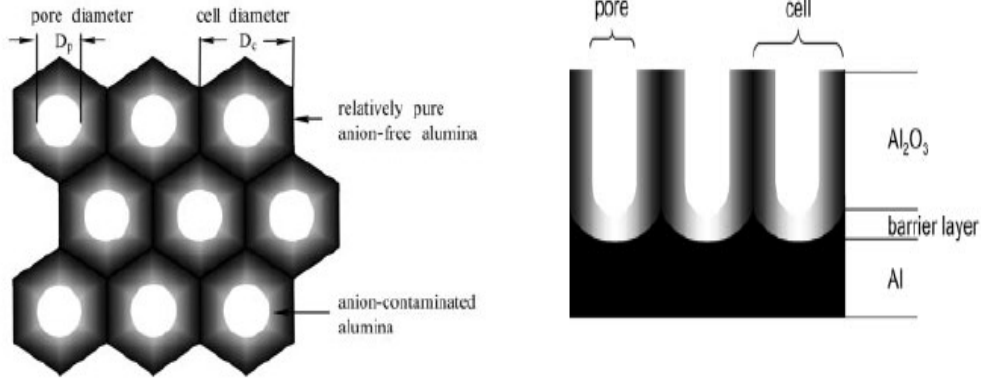
TiO₂'in en etkin fotokatalizör olduğu belirlenmiştir. Ancak, fotokatalizörün görünür bölge ışınları ile fotokatalitik aktivite kazanması en önemli çalışma konularından birisidir. Bunun içinde değişik geçiş metal iyonları, değişik miktarlarda TiO₂ kristal yapısına yerleştirilmektedir. Böylece metal iyonundan TiO₂'ye ya da TiO₂'den metal iyonun uygun bantları arasında elektron transferi sağlanarak, görünür bölgede aktivitenin sağlanmasına ve artırılmasına çalışılmaktadır. Güneşten gelen ışınların çok büyük bir yüzdesi görünür bölge ışınlarıdır. Titanyum dioksit yarı iletkeni UV dalga boyunda (> 450 nm) aktif bir fotokatalitik özellik gösterirken, görünür dalga boyunda bant boşluk enerjisinden dolayı aktif değildir. Yarı iletken bir maddenin çok geniş bir yelpazede foto katalitik etki gösterebilmesi için sadece UV ışınının kullanılması, "fotokataliz" in ekonomik bir yöntem olmasını engellemektedir. Bir yarı iletkenin, görünür bölge ışınları ile katalitik aktivite gösterebilmesi için sahip olduğu bant enerji aralığının değiştirilmesi gerekmektedir. Bunun için, genellikle yarı iletkenin sentez aşamasında değişik geçiş metal iyonları veya ametaller, değişik oranlarda ortama ilave edilmektedir.

Çalışmanın bu ikinci kısmında CNT, TiO₂-CNT, TiO₂ nanotüp yapılarının foto katalitik aktiviteleri araştırılmıştır.

DENEYSSEL ÇALIŞMA

Karbon nanotüp desteğin etanol elektro-oksitletmesine etkisi

Gözenekli alüminyum oksit membran anodizasyon yöntemi ile 10% H₂SO₄ çözeltisinin içine daldırılarak 19 saat boyunca anodize edilmiştir. Anodizasyon sonucunda Şekil 18'de görüldüğü gibi hegzagonal gözeneklere sahip anodik alüminyum oksit membran hazırlanır.



Şekil 18 Hegzagonal pore yapısına sahip anodik alüminyum oksit membran

Kimyasal buhar depozisyonu gerçekleştirilmeden önce gözenekli alüminyum oksit membran Al metal tabakası üzerinde sülfürik asit içinde 1 °C sıcaklıkta 19 saat boyunca anodizasyon yapılarak Al üzerinde oksit tabakası oluşturularak üretilmiştir. 19 saat sonra oluşan bu oksit tabakasını Al yüzeyinde ayırmak için katodizasyon yapılarak ara yüzeyde hidrojen gazı oluşturularak bu gaz yardımı ile kolayca ayrılmıştır. Sonra bu membran kimyasal buhar depozisyonu için argon ve propan gazı ile 600 °C'de tutularak karbonun gözeneklerde büyümesi sağlanmıştır.

Bu çalışmanın ikinci kısmında geleneksel karbon siyahı (Vulcan XC 72-R), ticari karbon nanotüp ve de kimyasal buhar depozisyon yöntemi ile hazırlanan karbon nanotüp malzemeleri karbon destek olarak kullanılmıştır. Bu üç farklı karbon destek ile karbon destekli ağırlıkça %20 Pt içeren tek metalli Pt katalizörler polyol metoduyla hazırlanmıştır. Bu katalizörler volumetrik adsorplanma metodu ile yüzeydeki metal dağılımı ile bulunmuştur. Döngüsel voltametre teknikleri ile karakterize edilmiştir. Elektrokimyasal ölçümler H₂SO₄ solüsyonunda ve etanol çözeltilerinde gerçekleştirilmiştir.

TiO₂-CNT yapılarının fotokatalitik aktivitelerinin ölçülmesi

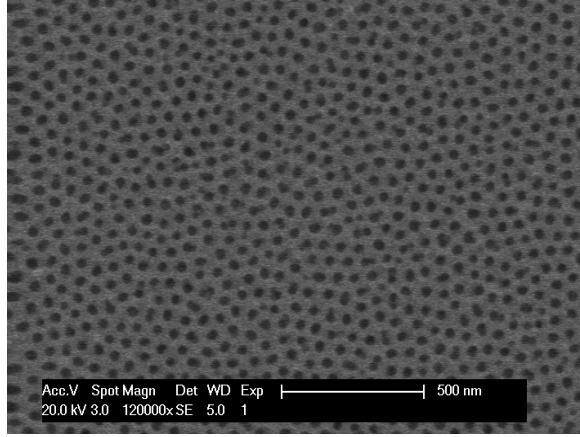
Bu çalışmada, karbon nanotüpler 1. Kısımda anlatıldığı gibi sentezlenmiştir. TiO₂ nanotüpler ise yine karbon nanotüp sentezinde olduğu gibi kimyasal buhar depozisyonu yöntemi ile hazırlanmıştır. TiO₂-CNT yapıları ise, öncelikle gözenekli alüminyum oksit membranlar elektron ışını buharlaşma yöntemi ile Ti doldurulmuş ve bu yapının üzerinde karbon nanotüpler oluşturulmuştur.

Elde edilen TiO₂-CNT yapılar, UV-Vis absorpsiyonu ve SEM görüntüleri ile karakterize edilmiştir. Sentezin elektrokimyasal ölçümleri ise 0,5 M H₂SO₄ çözeltisi içinde UV ışığı altında ve karanlıkta grafit elektro, TiO₂ elektrot, TiO₂ nanotüp elektrotlar ve TiO₂-CNT elektrotlar üzerinde yapılmıştır.

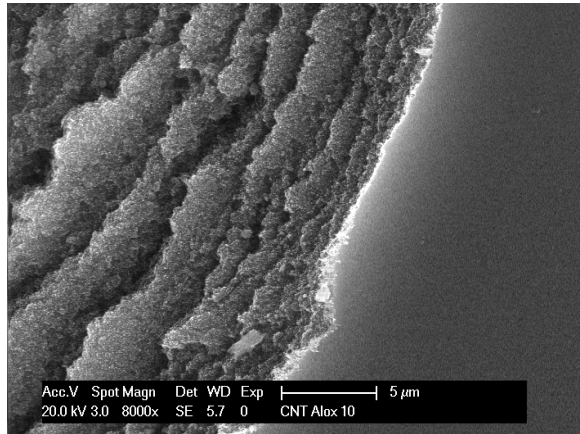
BULGULAR ve TARTIŞMA

Karbon nanotüp desteğin etanol elektro-okisitlenmesine etkisi

Karbon nanotüplerin üretimi aşamalarında elde edilmeye çalışılan katalizörlerin yüzey morfolojilerini ortaya koyan SEM görüntüleri Şekil 19 ve 20'de gösterilmiştir.



Şekil 19. Gözenekli Alüminyum Oksit Membranın SEM Görüntüsü



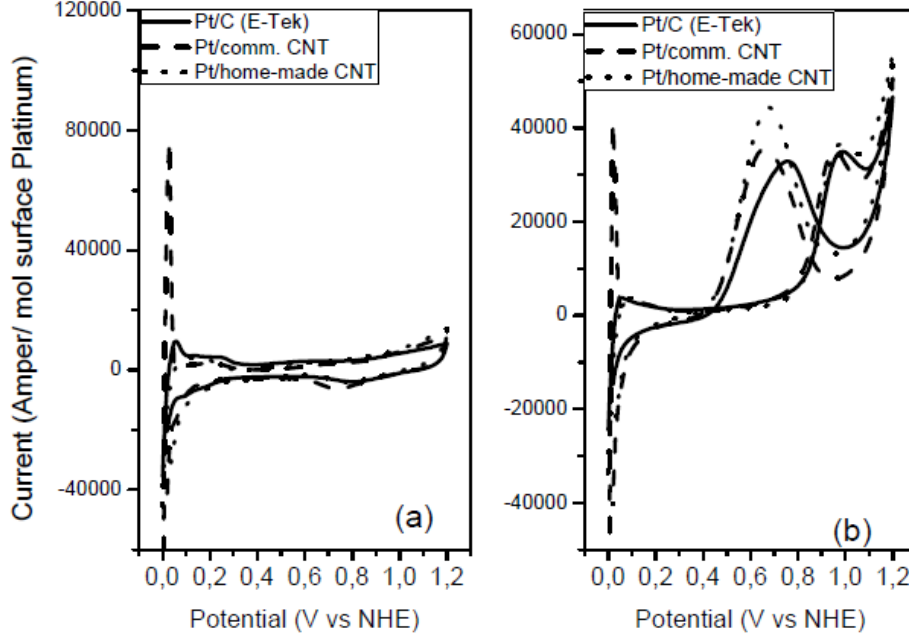
Şekil 20. Gözenekli Alüminyum Oksit Membran Üzerinde Büyütülmüş Karbon Nanotüpün Üsten Görünüşü

Farklı karbon destekli %20 Pt içeren katalizörlere ait volumetrik adsorpsiyon tekniği ile ölçülmüş metal dağılımları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. %20 Pt içeren Farklı Karbon Destekli Pt Katalizörlerin Volumetrik Adsorpsiyon Tekniği ile Ölçülmüş Metal Dağılımı Değerleri

Katalizör	Metal Dağılımı, mol H/mol Pt
Pt/C	0,28
Pt/CNT (El Yapımı CNT)	0,29
Pt/CNT (Ticari CNT)	0,16

Bu katalizörlerin bir aktif merkeze düşen akım değerleri aşağıdaki gibi verilmiştir.

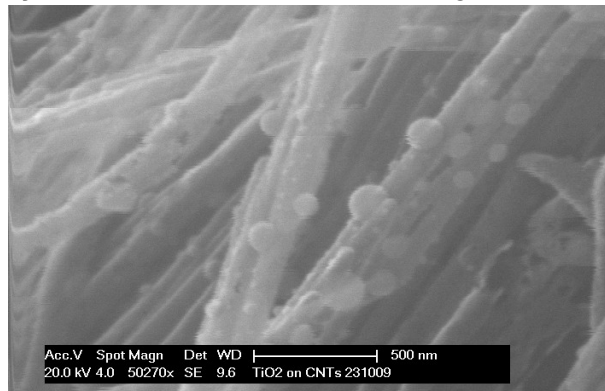


Şekil 21. %20 Pt içeren farklı karbon destekli Pt katalizörlerin bir aktif merkeze düşen etanol elektro-oksitleme akım değerlerine karşı potansiyel değerleri

Bir siteye düşen akım değerlerinden görülmüştür ki, karbon desteğin katalizörün etanol elektro- oksitlemesine etkisi yoktur. Asıl etki Pt metalinin yüzeydeki dağılımından kaynaklanmaktadır.

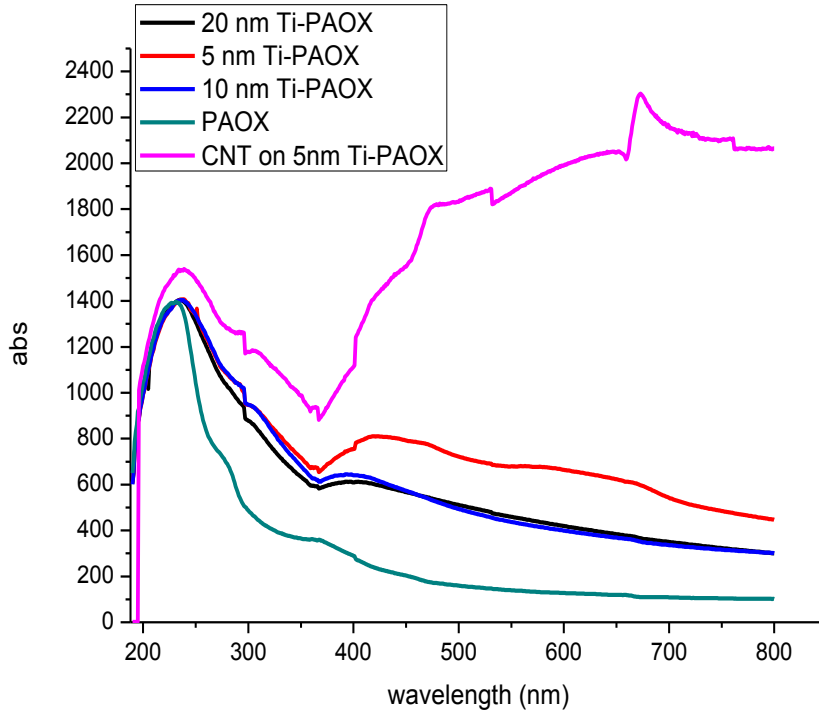
TiO₂-CNT yapılarının fotokatalitik aktivitelerinin ölçülmesi

Çalışmanın bu ikinci kısmında CNT, TiO₂-CNT, TiO₂ nanotüp yapılarının fotokatalitik aktiviteleri araştırılmıştır. Şekil 22'de TiO₂ nanotüpün SEM görüntüsü verilmiştir.



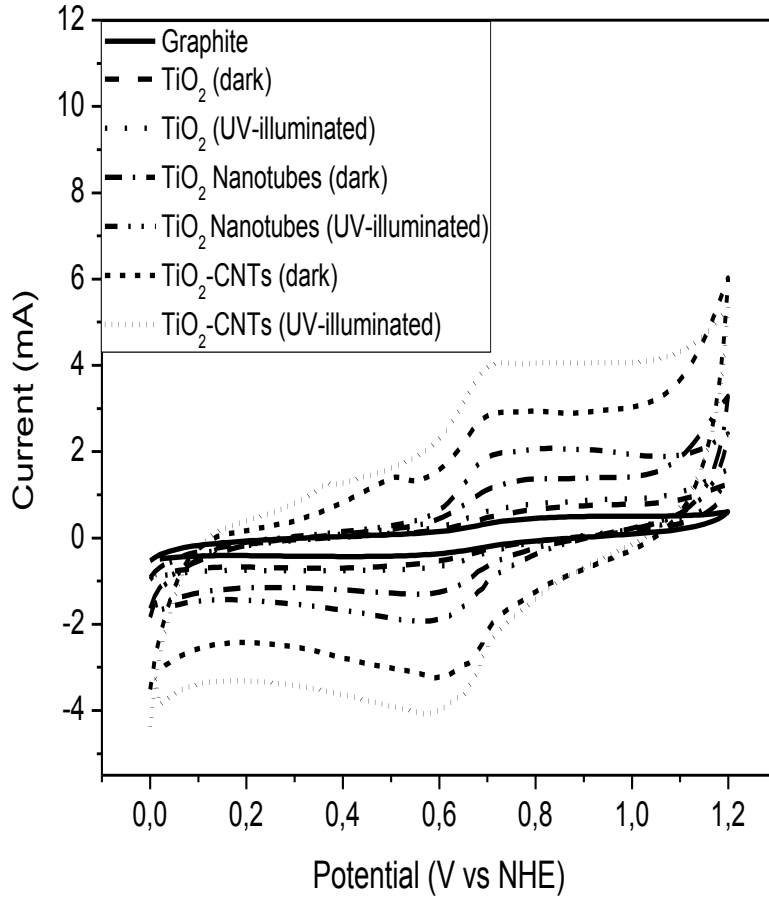
Şekil 22. Kimyasal Buhar Depozisyonu Yöntemi ile Sentezlenmiş TiO₂ Nanotüplerinin SEM görüntüsü

Gözenekli alüminyum oksit membranların içine Ti doldurularak ve bu yapının üzerinde karbon nanotüp büyütülmesi ile hazırlanmış membranların UV-vis ölçümleri aşağıda verilmiştir. Aşağıdaki şekilden gördüğünü gibi görünür ışık bölgesinde CNT içeren TiO₂ malzemelerin absorpsiyonu artmıştır. Bu da görünür ışık bölgesinde bu malzemelerin daha aktif olacağı sonucunu ortaya çıkarır.



Şekil 23. Ti-CNT membranların UV-vis ölçümleri

Foto elektrokimyasal ölçümlere ait sonuçlar Şekil 24'de verilmiştir. Şekil'de 1 V'da suyun oksitlenmesine ve peroksit oluşumuna dair pikleri görünmektedir. Bu piklerden suyun foto elektrokimyasal aktivitesi karşılaştırılabilir. Çünkü bu solüsyondan azot gazı geçirilerek havadan gelen oksit solüsyonun içinden uzaklaştırılmıştır. Bu nedenle diyebiliriz ki peroksit oluşumuna dair pikler suyun parçalanması sonucunda oluşan oksijenin 1 V da suyu oksitlemesi sonucu oluşmaktadır. Şekil 24'de görüldüğü gibi TiO₂-CNT yapısı en iyi foto elektrokimyasal aktiviteyi göstermektedir.



Sekil 7:

Şekil 24. TiO₂ nanotüp ve TiO₂-CNT elektrotların fotokatalitik su ayrıştırılması ölçümleri.

BOYA DUYARLILAŞTIRILMIŞ GÜNEŞ PİLLERİNİN ANODUNUN KARBON NANOTÜPLE ZENGİNLEŞTİRİLEREK FOTOVOLTAİK AKTİVİTESİNİN ARTTIRILMASI

Lisansüstü Öğrenci : Hermann Tempel

ODÜ Danışmanı : Prof. Dr. Deniz Üner

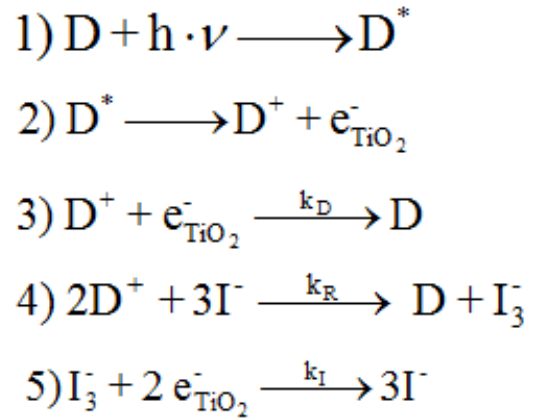
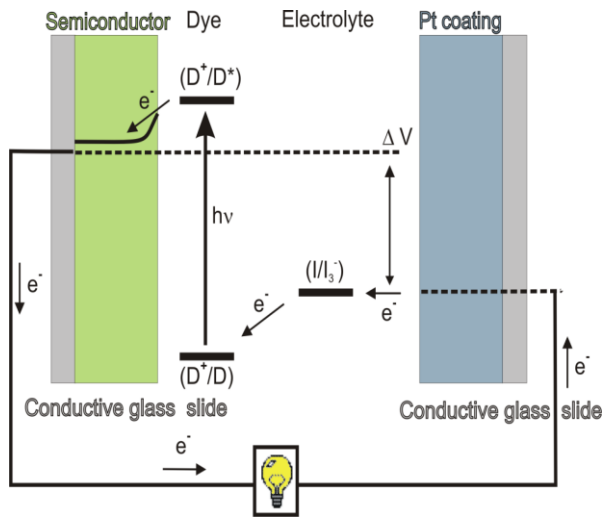
DTU Danışmanı : Prof. Dr. J. Joerg Schneider

GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER

Boya Duyarlılaştırılmış Güneş Pilleri (BDGP) güneş enerjisini elektrik enerjisine verimli bir şekilde dönüştürülmesi konusunda umut vadeden bir teknolojidir. Bu teknolojinin en büyük avantajı ucuz maliyetli bir güneş pili olmasıdır. BDGP yapı olarak iki iletken cam arasında yerleştirilmiş farklı katmanlardan oluşan bir sistemdir. Bu katmanlar sırasıyla;

- 1) Platin kaplama
- 2) Elektrolit
- 3) Güneş ışınlarına duyarlı boya
- 4) ve Yarı iletken malzemeden oluşmaktadır.

BDGP'nin çalışma prensibi temel olarak katmanlar arasındaki elektron aktarımına dayanmaktadır. Pilin anot tarafında bulunan boya üzerine güneş ışınları pil üzerine geldiğinde, güneş ışığına duyarlı boya uyarılır ve boyanın enerjisi bir üst seviyeye çıkar. Bu sayede boya ile bitişik halde bulunan yarı iletken malzemeden bir elektron (e^-) çalınmış olur. Yarı iletken malzemeden çıkan elektron iletken cam vasıtasıyla pilin katot tarafına geçer. Katot tarafında bulunan Pt parçacıklar üzerinden elektron elektrolit çözelti içine geçer ve elektrolit çözeltisinde redoks tepkimesi meydana gelerek devre tamamlanmış olur. Devre tamamlanırken aynı zamanda bir potansiyel fark ortaya çıkar. Bu sayede elektrik üretilmiş olur. BDGP'ye ait bir şekil ve BDGP içerisinde meydana gelen kimyasal reaksiyonlar aşağıda verilmiştir [Peter, 2009].



Şekil 25. BDG Pillerinin Şematik Gösterimi ve Elektron Hareketiyle Birlikte Katmanlar Üzerinde Meydana Gelen Reaksiyonlar

Boya Duyarlılaştırılmış Güneş Pillerinin yaygın olarak kullanılmasındaki en önemli sorun, boyanın güneş ışığının etkisiyle uyarılmasının ardından yarı iletken malzemeden elde edilen elektronun taşınım problemi. BYG pillerinde çözülmesi gereken en önemli sorun bu olarak gözükmektedir. Sistemin ayrı katmanlarındaki reaksiyonlar ve elektron transferine olan dirençleri karşılaştırıldığında en önemli direncin yarı iletken ve boya yüzeyi arasında olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada geleneksel olarak kullanılan yarı iletken katman olan TiO_2 üzerine TiO_2 -CNT tabakası kaplanarak burada meydana gelen rezistans azaltılmaya çalışılmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMA

TiO_2 ve TiO_2 -Karbon Nanotüp Örneklerinin Hazırlanması

TiO_2 kaplama sol-jel metodu kullanılarak yaklaşık %20 TiO_2 içeren şekilde Titanyum Isopropoksit kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım spin(dönüşlü)-kaplama tekniği ile iletken cam (FTO) üzerine kaplanmıştır. Daha sonra TiO_2 ile kaplanmış cam 500 °C'de 1 saat boyunca kalsine edilmiştir.

TiO_2 – Karbon Nanotüp(CNT) ise yine sol-jel tekniği ile solüsyonun içerisinde % 1 karbon nanotüp % 15 – 20 TiO_2 bulunacak şekilde hazırlanmıştır. Oluşan karışım spin-kaplama yöntemi ile iletken cam yüzeyine kaplanmıştır. Kaplanmış cam oda şartlarında tüp fırına yerleştirilmiş ve argon – azot ortamında 500 °C'ye kadar ısıtılıp bu sıcaklıkta 1 saat boyunca kalsine edilmiştir.

BDG pilleri yukarıdaki prosedür izlenerek, biri diğerinin (öncelikle TiO_2 , daha sonra onun üstüne TiO_2 -CNT gibi) üstüne kaplanacak şekilde üretilmiştir. BDG pillerinin katot tarafı da

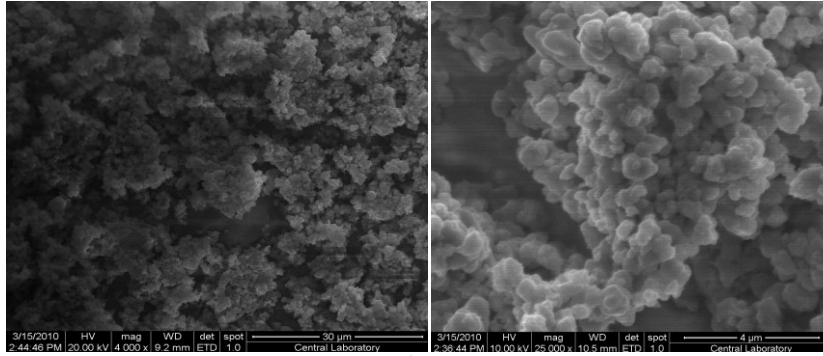
anot tarafına benzer şekilde spin-kaplama yoluyla FTO iletken cama kaplanmıştır. Pt çözeltisi, $Pt(NH_3)_4Cl_2 \cdot H_2O$ tuzunun suda çözünmesi ile hazırlanmıştır.

Kaplamaların Karakterizasyonu ve Pilin Aktivite Testleri

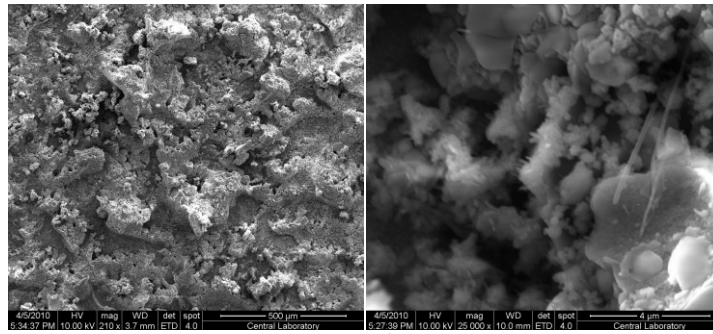
Cam yüzeyler üzerine kaplanan, TiO_2 , TiO_2 -CNT ve Pt kaplamalar, ODTÜ Merkez Laboratuvarında bulunan Taramalı Elektron Mikroskopisi cihazı ile görüntüleri alınarak (QUANTA 400F Field Emission SEM) karakterize edilmiştir. Pilin aktivite testleri, pilin akım-voltaj davranış karakteristiğine bakılarak yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

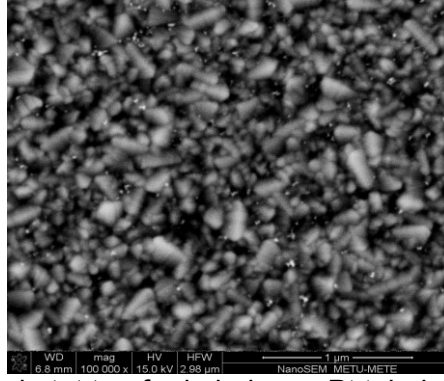
FTO cam üzerine kaplanmış TiO_2 , TiO_2 -CNT ve Pt kaplamalara ait SEM görüntüleri Şekil 1,2 ve 3'te sırasıyla verilmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde Karbon Nanotüplerin gözenekli yapısından dolayı saf TiO_2 kaplamaya göre daha fazla kanalcık oluşumu gözlemlenmiştir. BDG pillerinin anot tarafında bulunan TiO_2 yüzeyin üzerine TiO_2 -CNT kaplanmasının temel sebebi de budur. CNT'lerin gözenekli yapısı sayesinde boya ile TiO_2 'nin birbirine daha kolay entegre olması ve daha önce de bahsedildiği gibi boya ile TiO_2 arasında elektron transferi sırasında meydana gelen rezistansın azaltılması amaçlanmıştır.



Şekil 26. FTO cam üzerine kaplanmış ve 500 °C'de kalsine edilmiş TiO_2 'in SEM Fotoğrafı

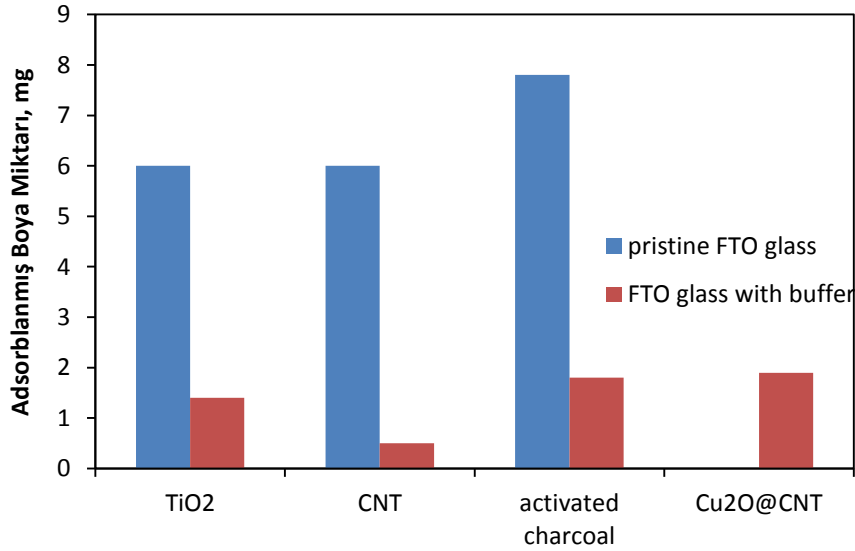


Şekil 27. FTO cam üzerine kaplanmış ve 500 °C'de kalsine edilmiş TiO_2 -CNT tabakasının SEM Fotoğrafı



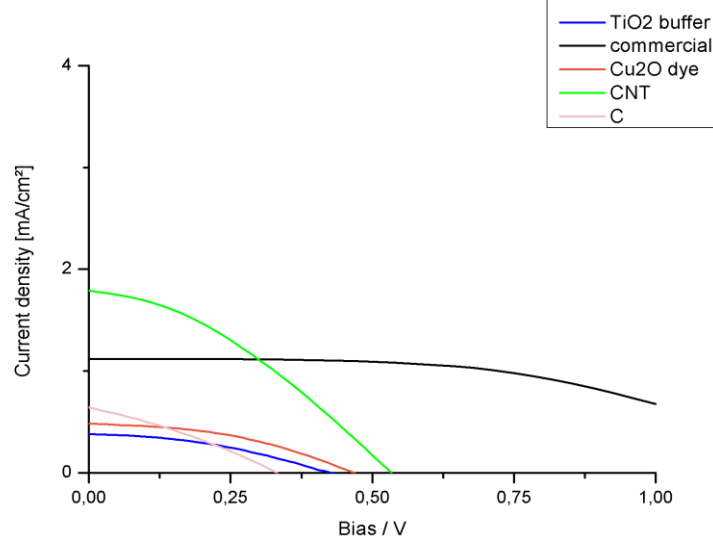
Şekil 28. BDG pilinin katot tarafında bulunan Pt tabakasının SEM Fotoğrafı

Şekil 28'den Pt parçacıklarının ortalama çapları 10 nm olarak ölçülmüştür. Güneş pilinin veriminin artırılmasında önemli parametrelerden biri de güneşe duyarlı Ru boyanın TiO_2 ve/veya TiO_2 -CNT tabakası üzerine iyi adsorbe olmuş olmasıdır. Pilin üretiminde güçlüklerden biri de budur. Yapılan çalışmada kullanılmamış (pristine) FTO cam ile tamponlu (buffer) FTO cam üzerine TiO_2 , CNT gibi kaplamalar üzerinde güneş duyarlı boyanın ne kadar adsorbe olduğu incelenmiştir. Şekil 29'a bakıldığında, CNT ve TiO_2 üzerine boyanın bozulmamış cam yüzeyinde 6 mg civarında adsorplandığı görülürken tamponlu camda ise boyanın TiO_2 'de adsorblanma miktarının CNT göre iki kat daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 29. Çeşitli BDGP'lerde Adsorblanmış Boya Miktarı

Boya duyarlılaştırılmış güneş pillerinin en önemli test yöntemlerinden birisi de akım-voltaj diyagramıdır. Bu testte güneş piline belli oranlarda potansiyel fark uygulanarak güneş pilinden elde edilen akım ölçülür. Bu çalışmada üretilmiş olan TiO_2 -CNT tabakasına sahip güneş pilinin verimi sadece TiO_2 tabakası bulunan güneş piline göre ~ %3-5 oranında iyileşme görülmüştür. Bu iyileşmenin sebebi ise TiO_2 ile boya arasındaki entegrasyonun CNT'nin gözenekli yapısı sayesinde daha kolay sağlandığı şeklinde yorumlanmıştır. Çeşitli anot tabakalar sahip güneş pillerinin akım-voltaj grafiği Şekil 30'da verilmiştir.



Şekil 30. FTO cam Üzerinde Farklı Kaplamalarla Üretilmiş BDGP'lerin Akım-Voltaj Grafiği

Co ve/veya Pb/SBA-15 MADDELERİNİN FONKSİYONLAŞTIRILMIŞ YÜZEYLERDE SENTEZİ VE ISLAKLIK BAŞLANGICI METODU İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Lisansüstü Öğrenci : Mukaddes Can

ODTÜ Danışmanı : Prof. Dr. Deniz Üner, Doç. Dr. Ayşen Yılmaz

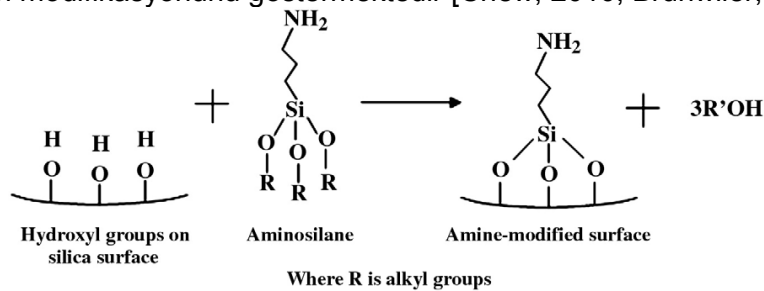
DTU Danışmanı : Prof. Dr. Christian Hess

GİRİŞ

Mezogözenekli silika, kataliz, ilaç dağıtımı ve adsorpsiyon gibi alanlarda kullanılabilmesi potansiyelinden dolayı dikkate değer bir ilgi kazanmıştır. Mezogözenekli silikanın fonksiyonlandırılması için bilinen iki genel metod vardır: sentez sonrası metodu ve birlikte kurutma metodu (tek pota ve doğrudan sentez metodları) [Brühwiler, 2010]. Birçok metal, metal oksitler (sülfidler), asit grupları ve organik fonksiyonlaştırıcılar bu teknikler kullanılarak mezogözenekli silikaya dâhil edilebilir [Wang, 2004].

Sentez sonrası metotlarda, fonksiyonel gruplar mezogözenekli silikaya yüzey aktif maddenin uçurulmasından sonra eklenir. Dış yüzey, gözenek yüzeyi, gözenek girişleri gibi mezogözenekli silika yüzeyinin özel parçaları mezogözenek yapısı değişmeden fonksiyonel hale getirilebilir [Brühwiler, 2010].

Aşılama sonrası sentez metodu genellikle mezogözenekli silika ve silan- yada polimer içeren aminoasit gruplarının bir çözücü (örneğin, toluen) içerisinde karıştırılmaları ile yürütülmektedir. Bu method, mezogözenekli silika yüzeyinde bol miktarda bulunan silanol gruplarından yararlanır. Mezogözenekli silikanın yüzeyinde bulunan yüzey hidroksil grupları (yada silanol grupları) silan gruplarının alkoksi ligandlarıyla reaksiyona girerek kovalent Si-O-Si bağlarını oluşturur. Şekil 31 aşılama sonrası metodu ile hidroksil gruplarının alkoksi silan ile birlikte yüzeyin modifikasyonunu göstermektedir [Chew, 2010; Brühwiler, 2010].



Şekil 31. Silika yüzeylerinin amin grubuyla fonksiyonize edilmesi için aşılama sonrası sentezinin şeması [Chew, 2010]

Co ve/veya Pb metalleri SBA-15 mezogözenekli silikaya ıslaklık başlangıcı metodu kullanılarak ve NH₂ grubu fonksiyonize edilmiş SBA-15 mezogözenekli silikaya da aşılama sonrası sentez metodu kullanılarak yüklenmiştir. Örneklerin karakterizasyonu BET, XPS, TEM ve Raman teknikleri kullanılarak yapılmıştır.

DENEYSEL

Saf SBA-15 Sentezi

Saf SBA-15 örneği Zhao ve meslektaşlarının (1998b) yöntemine göre sentezlenmiştir [Zhao, 2008]. 4,07 g Pluronic P123 (BASF) 35 °C'de yağ banyosunda kapalı bir şekilde duran polietilen şişe (PE) içerisinde 1,6 M 150 mL HCl içerisinde çözülmüştür. Çözelti, 1 saat boyunca karıştırıldıktan sonra 9 mL tetraetoksisilan (TEOS, 99+%, Alfa Aesar) solüsyona eklenmiştir. Karıştırmaya 35 °C'de 20 saat boyunca devam edilmiştir. 24 saat boyunca 85 °C'de yaşlandırıldıktan sonra, süspansiyon, nutsch filtresi (4 numaralı gözenekli frit ile) ve bir vakum şişesi kullanılarak yıkanmış ve filtrelenmiştir. Yıkama prosedürü için deiyonize su ve etanol kullanılmıştır. Elde edilen materyal 550 °C'de 12 saat boyunca kalsine edilmiştir.

Aşılama Sonrası Sentez Metodu ile Amino Grubu ile Fonksiyonlandırılmış SBA-15 Sentezi

6,4 mL 3-aminopropiltrimetoksisilan (APTMS, 97%, Aldrich), 65 °C'de geri dönüşlü bir sistemde 100 mL toluene içerisinde 2,5 g SBA-15 olan süspansiyonun içerisine eklenmiştir. Süspansiyon bu sıcaklıkta 12 saat boyunca karıştırılmıştır, sonra boştaki amin gruplarından kurtulmak için toluen ile yıkanmış ve filtrelenmiştir. Yıkama prosedürü bir nutsch filtresi ve bir vakumlu şişe ile 5 kez tekrarlanmıştır. Daha önce kullanılmış olan toluen elemine edilmeden (ortadan kaldırılmadan), yeni miktarda toluen kullanmamıştır [Hess, 2004].

Metalların, (kobalt ve kurşun) sentezlenmiş amino-fonksiyonlandırılmış SBA-15 örnekleri ile birleştirilmesi için belirlenmiş miktarlarda CoCl₂.6H₂O ve (CH₃COO)₂Pb.3H₂O çözeltileriyle muamele edilmişlerdir. Bundan sonra, toz, filtrasyon ile toplanmış ve gece boyunca oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kalsinasyon 550 °C'de 12 saat boyunca yapılmıştır [Yokoi, 2004].

Islaklık Başlangıcı Emdirme Metodu ile Co ve/veya Pb-SBA-15 Sentezi

Emdirme solüsyonu uygun miktarda kobalt ve kurşun tuzlarının deiyonize su içerisinde çözülmesi ile hazırlanmıştır. Islaklık başlangıcını meydana getirmek için her bir gram destek malzemesi için yaklaşık olarak 2,5 mL solüsyon gerekmektedir. Bulamaçlar emdirme sonrasında 120 °C'de 12 saat boyunca kurutularak elde edilmiştir. Bundan sonra, hazırlanmış olan katalizör hava ortamında 500 °C'de 5 saat boyunca kalsine edilmiştir [Xiong, 2008].

KATALİZÖRLERİN KARAKTERİZASYONU

Katalizörlerin yüzey kompozisyonunun sayısal olarak belirlenebilmesi için yüzey karakterizasyonu olarak X-Ray Fotoelektron Spektroskopisi tekniği uygulanmıştır. Bu metod hangi kimyasal elementlerin yüzeyde bulunduğunu ortaya çıkarmaktadır. X-Ray Fotoelektron Spektromu SPECS spektrometresi ile tek renkli olmayan Mg K α (hv=1253,6 eV) ışınması kullanılarak elde edilmiştir. Şarj etkileri, bağlanma enerjisi 284,6 eV olan ve her örnek için referans niteliğindeki C1s piki kullanılarak düzeltilmiştir.

Sentezlenen katalizörlerin yüzey alanları Micromeritics ASAP 2000 hacimsel sistemi ile 77 K'de N₂ adsorbsiyon-desorbsiyonu ölçümü yapılarak Brunauer, Emet, Teller (BET) tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler 77 K'de N₂ adsorbsiyonu ölçümleri yapılması için 363 K'de 8 saat boyunca örneklerin gözeneklerindeki adsorbe olmuş gazlardan arındırılmıştır.

Raman spektrumu 10 mW güçte ve 514 nm uyarıcı dalga boyunda oda sıcaklığında ölçülmüştür (ölçüm Ophir P/N 1J06013 Lazer güç/ enerji monitörü ile yapılmıştır).

BULGULAR VE TARTIŞMA

N₂ Adsorbsiyonu

Yüzey alanları BET metodu ile hesaplanmış ve gözenek boyut dağılımı ise BJH (Barrett-Joyner-Halenda) metodu kullanılarak belirlenmiştir. BET yüzey alanı, adsorbsiyon ortalama gözenek açıklığı ve kümülatif adsorbsiyon gözenek hacimleri gibi değişik ağırlıklarda Co ve Pb yüklemesi yapılmış SBA-15 katalizörlere ait tahmini yapısal parametreler Tablo 8 ve 9'da verilmiştir.

Saf SBA-15'nin yüzey alanı 658.52 m²/g'dır. Bu sonuç, TEM sonuçları ile birlikte son derece düzenli mezogözenekli yapıyı onaylamaktadır. Co ve Pb yüklenmiş SBA-15 katalizörlerin yüzey alanları saf SBA-15'den düşük çıkmıştır.

Saf SBA-15'nin ortalama gözenek açıklığı 65,9 Å olarak bulunmuştur ve bu açıklık Co veya Pb eklenmesi ile büyük ölçüde değişmemiştir. Fakat, Co ve Pb eklenmesi gözenek hacmini azaltmıştır. SBA-15'e yüklenen metal miktarının artması metal atomlarının SBA-15'nin gözeneklerini tıkadığı için yüzey alanını düşürmüştür. Metal yüklenmesi ile gözenek hacminin düşmesi yüzey alanı ölçümleri ile uyumludur.

Tablo 8. Karışık oksit metal katalizör kompozisyonları ve yüzey alanları (Islak Başlangıcı Emdirme Metodu: Kobalt Klorür esaslı)

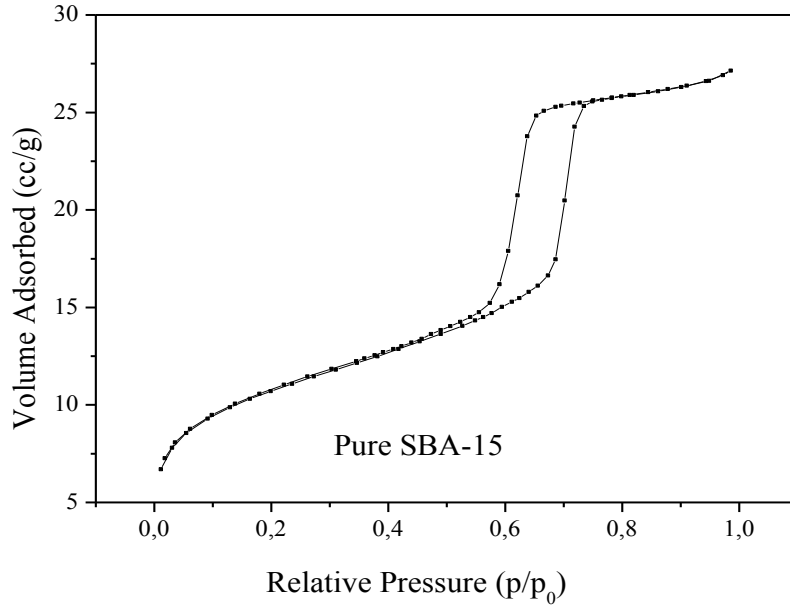
Örnek	Co wt%	Pb wt%	BET yüzey alanı (m ² /g)	D _{BJH} (Å)	V _{BJH} (cm ³ /g)
SBA-15	-	-	658,5	65,9	0,56
Co/SBA-15	5	-	449,1	69,4	0,51
	10	-	411,2	62,8	0,46
	20	-	254,6	69,4	0,40
Pb/SBA-15	-	5	482,8	65,8	0,55
	-	10	456,0	63,6	0,50
	-	20	318,8	62,6	0,43
Co-Pb/SBA-15	5	5	439,0	65,9	0,53
	5	10	305,0	69,3	0,54

Tablo 9. Karışık oksit metal katalizör kompozisyonları ve yüzey alanları (Fonksiyonlandırılmış SBA-15 Örnekleri)

Örnek	Co wt%	Pb wt%	BET Yüzey Alanı (m ² /g)	D _{BJH} (Å)	V _{BJH} (cm ³ /g)
SBA-15	-	-	658,5	65,9	0,56
Co/SBA-15	5	-	395,6	62,5	0,43
	10	-	502,9	65,9	0,56
Pb/SBA-15	-	5	333,3	62,9	0,42
	-	10	310,8	51,8	0,46
Co-Pb/SBA-15	5	5	420,3	62,6	0,51

Şekil 32, SBA-15'in N₂ adsorbsiyon-desorbsiyon örnek izotermi göstermektedir. Bütün katalizörler tip-IV adsorbsiyon izotermi sergilemiştir. Mezogözenekli silika katılarının karakteristiği olan tip H1 histerisiz döngüsü bütün katalizörler için gözlemlenmiştir. Örnekler

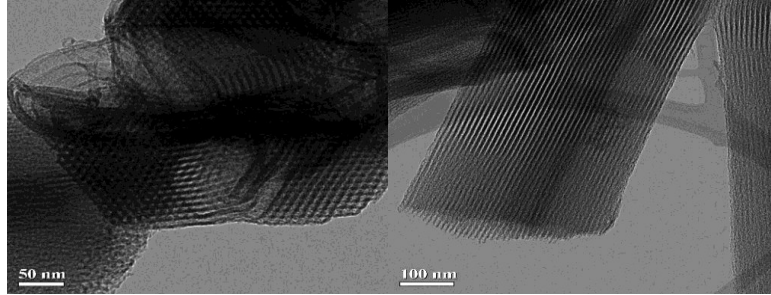
ait TEM fotoğrafları SBA-15 örneklerinin Co ve Pb yüklü katalizörlere göre daha düzenli yapıya sahip oldukları belirlenmiştir.



Şekil 32. Saf SBA-15'in N2 adsorbsiyon-desorbsiyon izotermi

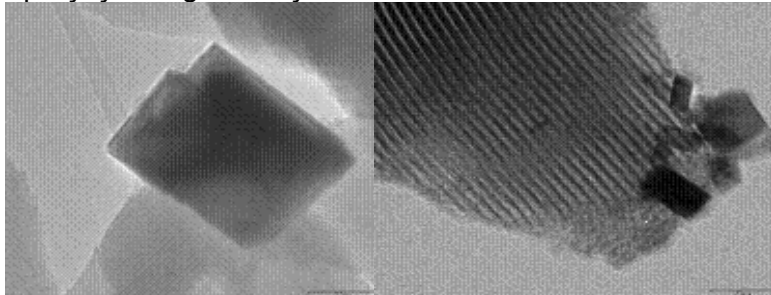
Geçirimli Elektron Mikroskopisi (TEM)

Saf SBA-15'in TEM fotoğrafları malzemenin düzenli yapısını onaylamıştır ve bu fotoğraflar SBA-15'e ait altıgen geometride dizilmiş olarak sıralanmış silindirik gözenekleri göstermiştir. Saf SBA-15'in TEM fotoğrafları Şekil 33'te verilmiştir.



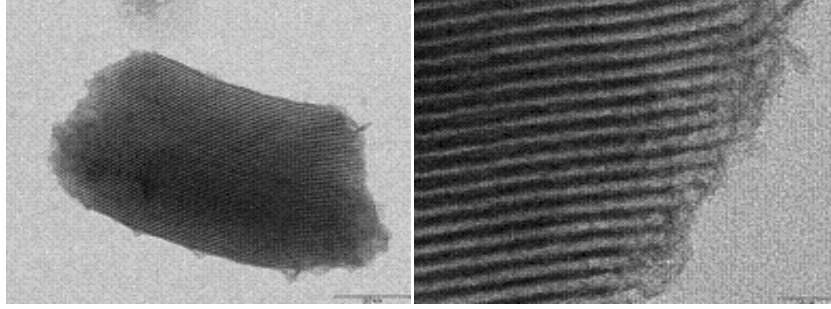
Şekil 33. Saf SBA-15'in TEM fotoğrafları

Şekil 34'te kütlece %5Co-%5Pb yüklenmiş SBA-15 katalizöründe görüldüğü gibi, kobalt ve kurşun metalleri SBA-15 yapısına eklendiğinde mezogözenekli yapı korunmuştur. Katalizör tipik 2-boyutlu altıgen SBA-15 yapısına sahiptir. Buna ek olarak SBA-15 yapısı üzerinde büyük Co ve Pb oksit parçacıkları görülmüştür.

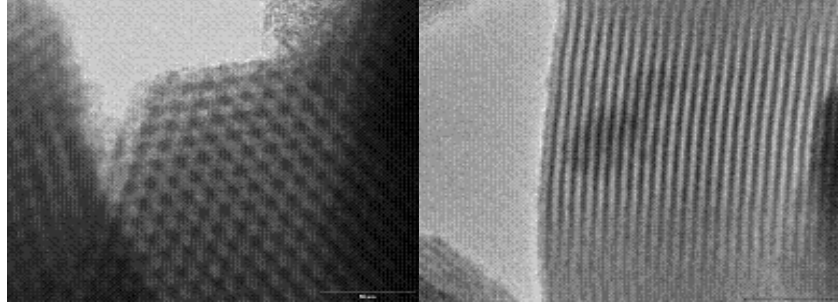


Şekil 34. %5Co-%5Pb emdirilmiş SBA-15 örneğinin TEM fotoğrafı

Küttelece %5Co-%5Pb ve %10Co yüklenmiş fonksiyonlandırılmış SBA-15 örneklerinin TEM fotoğrafları, nanoparçacıkların SBA-15'in mezokanallarına periyodik ve iyi bir şekilde yerleştiği göstermiştir. Nanoparçacıkların SBA-15 yapısının yüzeyinde olduğuna dair bir belirti yoktur. Kobalt ve/veya kurşun bu yükleme oranında mezoyapıda yüksek dağılıma sahip olduklarından dolayı birbirinden ayrıt edilememişlerdir.



Şekil 35. %10 Co içeren Fonksiyonlandırılmış SBA-15 örneğinin TEM fotoğrafları



Şekil 36. %5Co-%5Pb içeren fonksiyonlandırılmış SBA-15 örneğinin TEM fotoğrafları

X-Ray Fotoelektron Spektroskopisi (XPS)

Örneklerin yükseltgenme basamaklarını açığa çıkarmak için Pb ve Co yüklenmiş SBA-15 katalizörlerinin yüzey karakterizasyonları XPS tekniği ile yapılmıştır. Tablo 10 bazı Co içeren katalizör maddelerin Co 2p bağlanma enerji değerlerini göstermektedir.

Tablo 10. Farklı örneklerin Co 2p bağlanma enerji değerleri

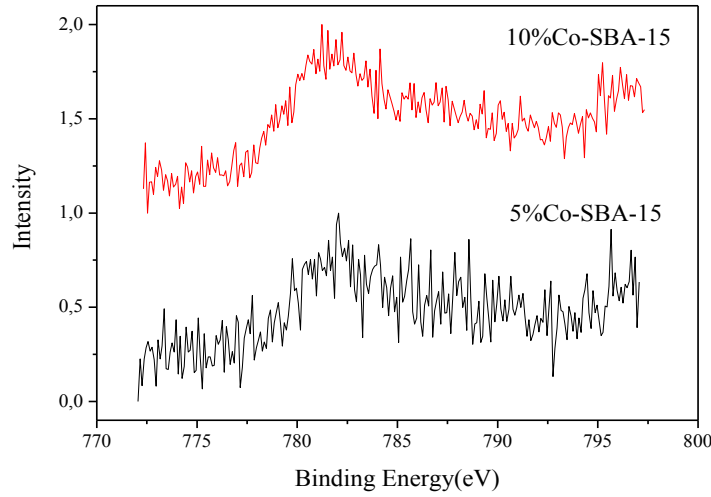
Örnek	Co 2p _{3/2}	Co 2p _{1/2}	Ref.
CoO	780.9	795.7	[Christoskova et.al, 1999]
Co/Al ₂ O ₃	781.4	796.2	[Mendes et.al, 2006]
Co/5%Nb ₂ O ₅ /Al ₂ O ₃	781.2	796.2	[Mendes et.al, 2006]
Co/Nb ₂ O ₅	780	795.4	[Mendes et.al, 2006]
CuCo/SiO ₂	782.6	-	[Llorca et.al, 1999]
Co ₄₃ Al ₁₈ O ₃₉	781.5	-	[Asami et.al, 1999]
Cu-Co/SiO ₂	778.1	793.2	[Cesar et.al, 2001]
%5CoO _x /TiO ₂	781.3	-	[Kim, 2005]
Co/Al ₂ O ₃	779.8	-	[Xiong et.al, 2005]

Şekil
38 Co

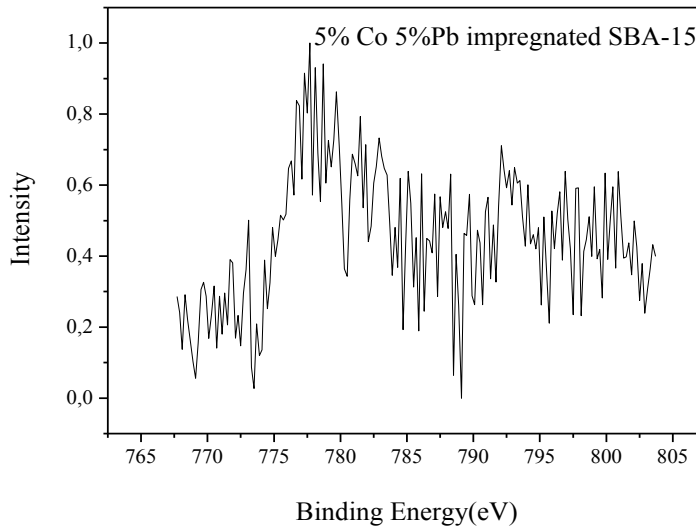
Co/Zr/Al ₂ O ₃	780	-	[Xiong et.al, 2005]
Co/SiO ₂	780.5	-	[Zhou et.al, 2006]
Co/Zn/SiO ₂	781	-	[Nobuntu et.al, 2007]
25%Co/SiO ₂	779.7	-	[Ernst et.al, 1998]
Co/SBA-15	781.7	-	[Khodokov et.al, 2002]
Co-HMS	781.7	797.9	[Bhoware et.al, 2006]

37 ve

ve/veya Pb emdirilmiş SBA-15 mezogözenekli silika örneklerinin Co 2p enerji seviyesinin XPS spektrumunu göstermektedir.



Şekil 37. Co emdirilmiş mezogözenekli silika örnekleri için Co 2p enerji seviyesinin XPS spektrumu



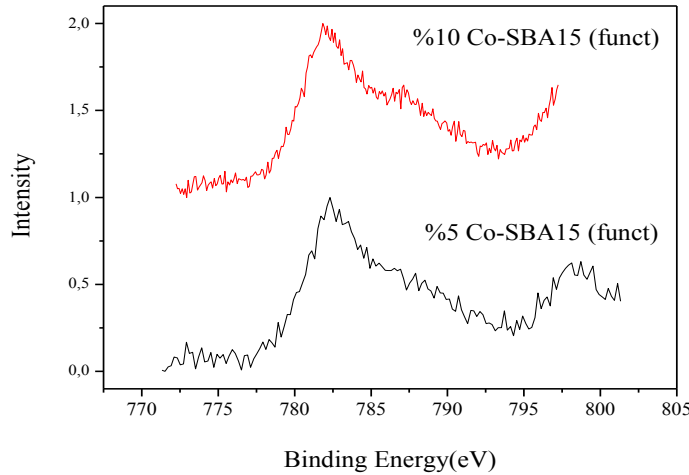
Şekil 38. Co ve Pb emdirilmiş mezogözenekli silika örnekleri için Co 2p enerji seviyesinin XPS spektrumu

Tablo 11. Co-SBA-15 katalizörünün Co 2p bağlanma enerji değerleri (Islaklık Başlangıcı Emdirme Metodu)

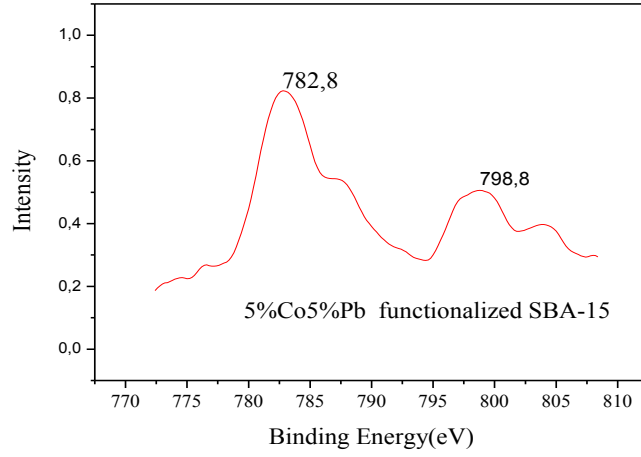
Örnek	Co 2p _{3/2} (e V)	Co 2p _{1/2} (e V)
5%Co-SBA-15	781,90	
10%Co-SBA-15	781,65	796,5
5%Co-10%Pb-SBA-15	780,30	796,05

Kobaltın spinel fazındaki Co₃O₄ 2 tane yükseltgenme basamağı sergilemiştir: Co⁺³ oktahedral simetride ve Co⁺² tetrahedral simetridedir. Co⁺³/Co⁺² oranı Co₃O₄ kobalt oksit fazında 2:1'dir. Tablo 11'de görüldüğü gibi, kütlece %5Co-%10Pb-SBA-15 örneği için Co 2p_{3/2} bağlanma enerji değeri Co₃O₄ spinel fazında tipik Co⁺²/Co⁺³ iyonlarını göstermiştir. %5Co-SBA-15 ve %10 Co-SBA-15 katalizörlerinde ise Co 2p_{3/2} pik bağlanma enerji değerleri yüksek değerlere doğru kaymışlardır (Sırasıyla B.E. 781.6 ve 781.9 eV) [Zhou, 2006].

Literatürde, kobalt serileri Co 2p_{3/2} ve Co 2p_{1/2} elektronlarına ait benzer bağlanma enerjilerine sahip olduğu duyurulmuş olmasına rağmen Co⁺² ve Co⁺³'de Co 2p elektronlarının XPS spektrumundaki temel piklerinin kimyasal kaymasından dolayı yeterince açık değildir. Bu nedenle kobalt bileşiklerindeki fark net değildir. Bundan dolayı XPS spektrumunda sadece temel pik pozisyonunda kobaltın spinel bileşiği ile monoksit bileşiğini ayırmak zordur. Buna rağmen, kobalt bileşiklerinin spinel ve monoksitlerinin ayırmak için Co 2p_{1/2}'nin şiddet oranı, temel piklerin uzay yapıları ve pikleri kullanılmıştır. Bu bilgi düşünüldüğünde, %5Co-SBA-15 ve %10Co-SBA-15 örnekleri Co₃O₄ içermektedirler [Khodakov, 2002; Martinez, 2003]. Buna ek olarak, Raman analizleri bu katalizörlerde Co'nun Co₃O₄ formunda olduğunu göstermektedir.



Şekil 39. Co içerikli fonksiyonlandırılmış silika örneklerinin Co 2p seviyesinde XPS spektrumu



Şekil 40. Co ve Pb içerikli fonksiyonlandırılmış silika örneğinin Co 2p seviyesinde XPS spektrumu

Şekil 39 ve 40 Co içerikli fonksiyonlandırılmış mezogözenekli silika örneklerinin Co 2p enerji seviyesinde XPS spektrumlarını göstermektedir. Co-SBA-15 (fonksiyonlandırılmış) malzemelerinin Co $2p_{3/2}$ bağlanma enerji değerleri Tablo 12'de görülebilir. Yukarıda rapor edildiği üzere, fonksiyonlandırılmış örneklerin de CO_3O_4 formunda Co içerdiği söylenebilir.

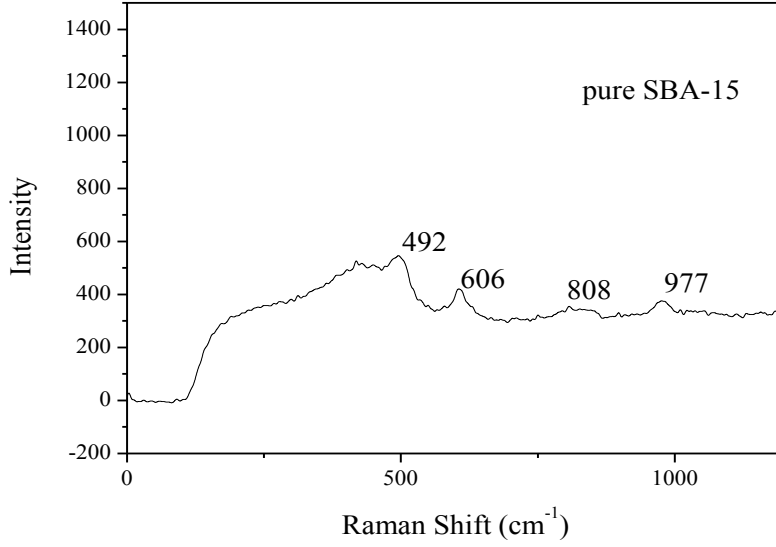
Tablo 12. Co-SBA-15 katalizörleri için Co 2p enerji seviyesi değerleri (Aşılama Sonrası Metodu)

Örnek	Co $2p_{3/2}$	Co $2p_{1/2}$
5%Co-SBA-15 (fonk.)	782,3	798,3
10%Co-SBA-15 (fonk.)	781,9	
5%Co-5%Pb-SBA-15 (fonk.)	782,8	798,8

XPS bulgularına göre, O 1s bağlanma enerji değeri SiO_2 'deki oksijenin bağlanma değeri olan 533 eV değerini sergilemiştir [Khodakov, 2002].

Raman Spektroskopisi

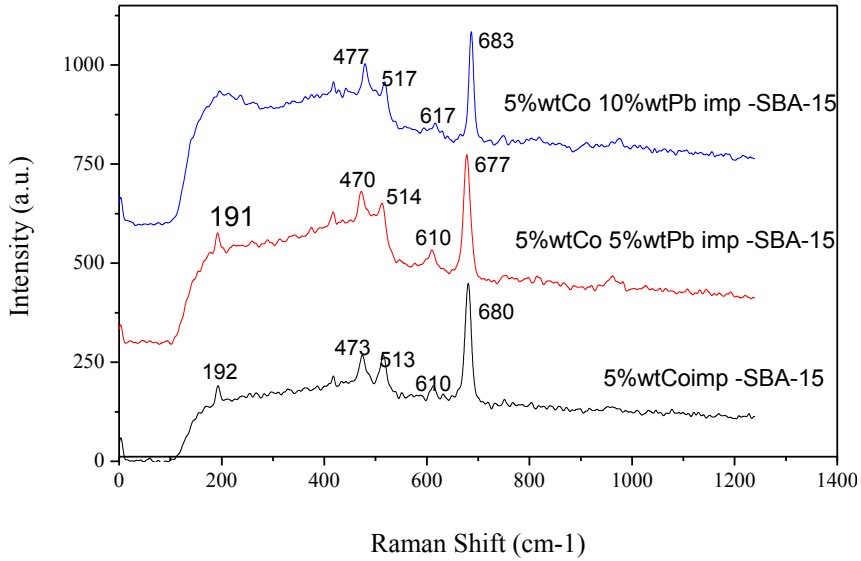
Katalizörlerin Raman spektrumları 10 mW güçte ve 514 nm uyarıcı dalga boyunda oda sıcaklığında ölçülmüştür (ölçüm Ophir P/N 1J06013 Lazer güç/ enerji monitörü ile yapılmıştır).



Şekil 41. Saf SBA-15'in Raman spektrumu

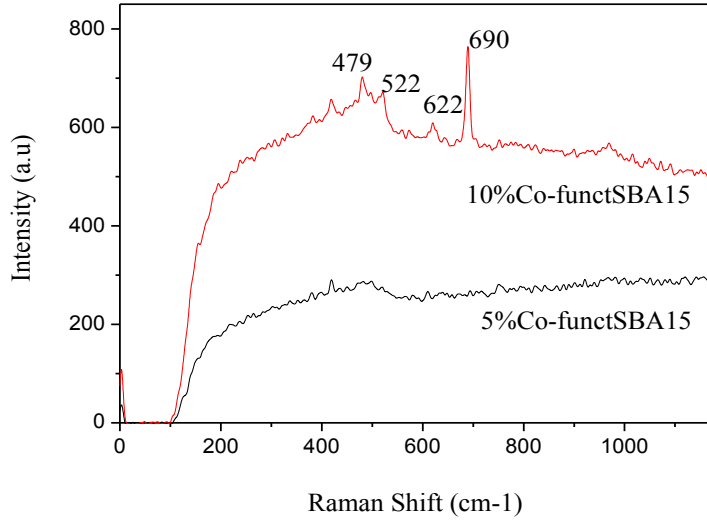
Şekil 41 saf SBA-15'in Raman spektrumunu göstermektedir. 492 cm⁻¹ bandı silika desteğinin periyodik tetrasiloksan halkalarına ait olduğu söylenebilir. 604, 808 ve 977 cm⁻¹'deki Raman bantları sırasıyla periyodik tetrasiloksan, simetrik Si-O-Si germe durumu ve Si-OH yüzey hidroksil gruplarının gerilimi olarak belirlenmiştir [Hess, 2007].

Co emdirilmiş ve Co – Pb emdirilmiş SBA-15 örneklerinin Raman analizi bulguları CO₃O₄'ün tipik karakteristik yükseltgenme piklerini göstermiştir. Şekil 42 bu örneklerin Raman kaymalarını göstermektedir.



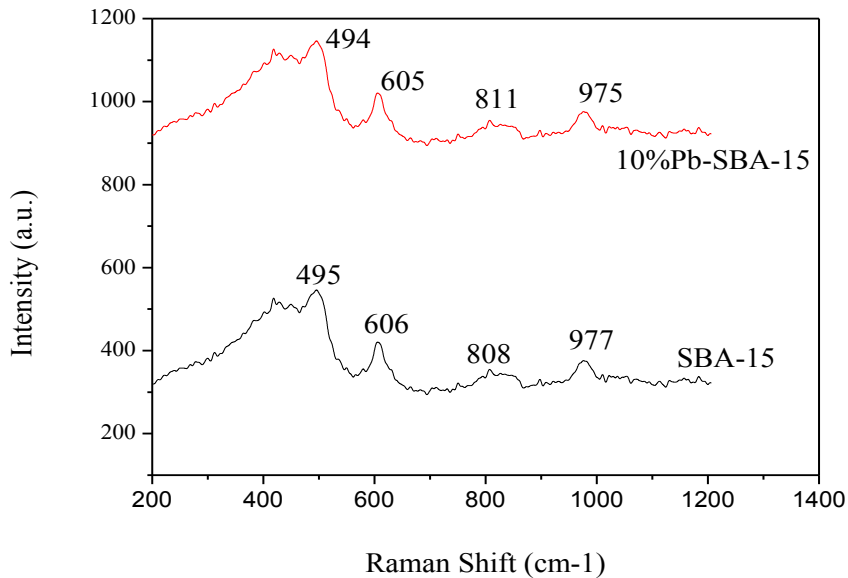
Şekil 42. Co ve/veya Pb emdirilmiş SBA-15 örneklerinin Raman spektrumu

Co ve/veya Pb-SBA-15 örneklerinin Raman spektrumu Co_3O_4 'e ait 5 tane Raman aktif piki (A_{1g} , E_g , ve $3F_{2g}$) olan 192 , 475 , 516 , 615 ve 680 cm^{-1} dalga boylarını sergilemiştir [Zhou, 2007; Yung, 2007]. Bu örneklerin hiçbiri Pb-oksit kristalleri göstermemiştir. Bunun bir nedeni yüksek metal yüklemesi olabilir. Yüksek miktarda metal yüklenmiş örnekler birikmiş oksitlerin toplanmasına eğilimlidir. Metal yükleme etkilerine ek olarak, Co oksit kristallerinin ortamda varlığı durumunda Pb oksit kristallerinin amorf yapı oluşturması başka bir neden olabilir. Kristaller, güçlü Raman sinyalleri verdiği için amorf fazları baskı altında tutmuş olabilirler.



Şekil 43 Co içeren fonksiyonlandırılmış SBA-15'in Raman spektrumu

Şekil 43 Co içeren fonksiyonlandırılmış SBA-15 örneklerinin Raman kaymalarını göstermektedir. Co emdirilmiş örneklerde olduğu gibi, Co içeren fonksiyonlandırılmış SBA-15 örnekleri (%10 Co fonk-SBA-15) de Co_3O_4 yükseltgenme basamağını göstermiştir. Sadece Pb emdirilmiş SBA-15 örnekleri Pb oksitlerin hiçbir Raman pikini göstermemiştir. Şekil 44'te görüldüğü gibi, %10 Pb-SBA-15 örneğinin Raman spektrumu sadece tipik SBA-15 Raman olan 491 , 605 , 808 ve 977 cm^{-1} bantlarını göstermiştir. Kütlece %5 Pb içeren SBA-15 katalizörünün Raman spektrumu silika desteğin periyodik tetrasiolksan halkalarını göstermektedir.



Şekil 44. Pb emdirilmiş SBA-15 örneğinin Raman spektrumu

NANOYAPILI CeO₂ SENTEZİ VE METAN KURU RİFORMLAMA TEPKİMESİ İÇİN KARAKTERİZASYONU

Lisansüstü Öğrenci : Hale Ay

ODTÜ Danışmanı : Prof. Dr. Deniz Üner

DTU Danışmanı : Prof. Dr. J. Joerg Schneider

Giriş ve Genel Bilgiler

Seryum benzersiz elektronik özelliklere sahip yarı iletken bir seramik malzeme olarak bilinir. Olağanüstü termal ve kimyasal kararlılığı nedeniyle katı oksit yakıt hücreleri ve otomobillerin egzoz gazlarından kaynaklanan kirleticilerin ortadan kaldırılması gibi enerji ve çevre uygulamaları için umut verici bir malzemedir. Seryum oksit mükemmel redoks özelliklere sahip bir bazik oksittir. Bu benzersiz redoks özelliği genellikle oksijen depolama kapasitesi ile tanımlanır. Oksijen depolama kapasitesi büyük ölçüde seryum parçacık boyutuna bağlıdır. Ancak, parçacık boyutunun yanı sıra, kristal düzlemlerine bağlı olarak morfoloji de seryumun redoks özelliğini önemli ölçüde etkiler. Redox özelliğinin morfolojiye bağımlılığını incelemek adına polimer şablonlama metodu kullanılarak yüksek yüzey alanlı seryum filmleri üretildi. Polimer lifler bilinen en yeni ve en etkin nanolif üretim tekniği olan elektro çekim yöntemiyle oluşturuldu. Hemen hemen bütün doğal ve sentetik polimerlere başarıyla uygulanabilen elektro çekim yöntemi, ucuz ve basit bir nanolif üretim tekniği olarak avantaj sağlamasına karşın etki eden pek çok teknik parametre bulunması nedeniyle oldukça güç bir süreçtir. Çalışmanın ikinci kısmında farklı metodlarla üretilen üç farklı seryum oksit örneğinin oksijen depolama kapasiteleri ölçülmüştür.

Deneysel Çalışma

Elektroçekim Yöntemiyle Seryum Oksit Sentezi

Bu çalışmada kullanılan polimer çözeltisi Polymethylmethacrylate (PMMA), aseton and **Dimethylformamide** (DMF)'den oluşmaktadır. Polimer çözeltisi uç boyutları 08x40 mm olan 5 mL'lik cam bir şırınga içine konur ve bu şırıngadan 20 cm uzağa da bakır toplayıcı metal plaka yerleştirilir. Şırınga ve toplayıcı plaka arasında 27 kV gerilim uygulanır. Yeterli değere ulaşan elektrik alan kuvvetleri çözelti üzerindeki viskoelastik ve yüzey gerilimi kuvvetlerini yener ve polimer molekülleri bir jet halinde şırıngadan toplayıcıya doğru taşınır. 1.37 g Seryum (IV) amonyum nitrat (% 98 +) tuzu, 40 ml distile su içinde yarım saat karıştırılarak çözünür. 0.65 mL amonyak (% 25) sulu çözeltisi çözeltinin pH değerini artırmak için karıştırma eklenir. Seryum çözeltisi ve polimer lifi arasındaki teması artırmak amacıyla

yaklaşık 1 gr Pluronic P123 blok kopolimer (Poli (etilen oksit) 20-poli (propilen oksit) 70-poli (etilen oksit) 20) eklenir. Çözelti polimer şablon üzerine püskürtülür. Kaplanan örnek 70°C'de bir gece fırında bekletilir. Polimeri kaldırmak amacıyla örnek Elektronik Diener Femto plazma yakıcısı kullanılarak oksijen plazmasına (20 vol%) maruz bırakılır. Plazma 13,56 MHz frekans ve 200 W çıkış gücüne sahip indüktif eşleşmiş RF jeneratör tarafından yaratılır. Plazma dağlama işlemi yaklaşık 18 saat sürer. Son olarak örnek 4 saat süreyle 400°C'de kalsine edilir.

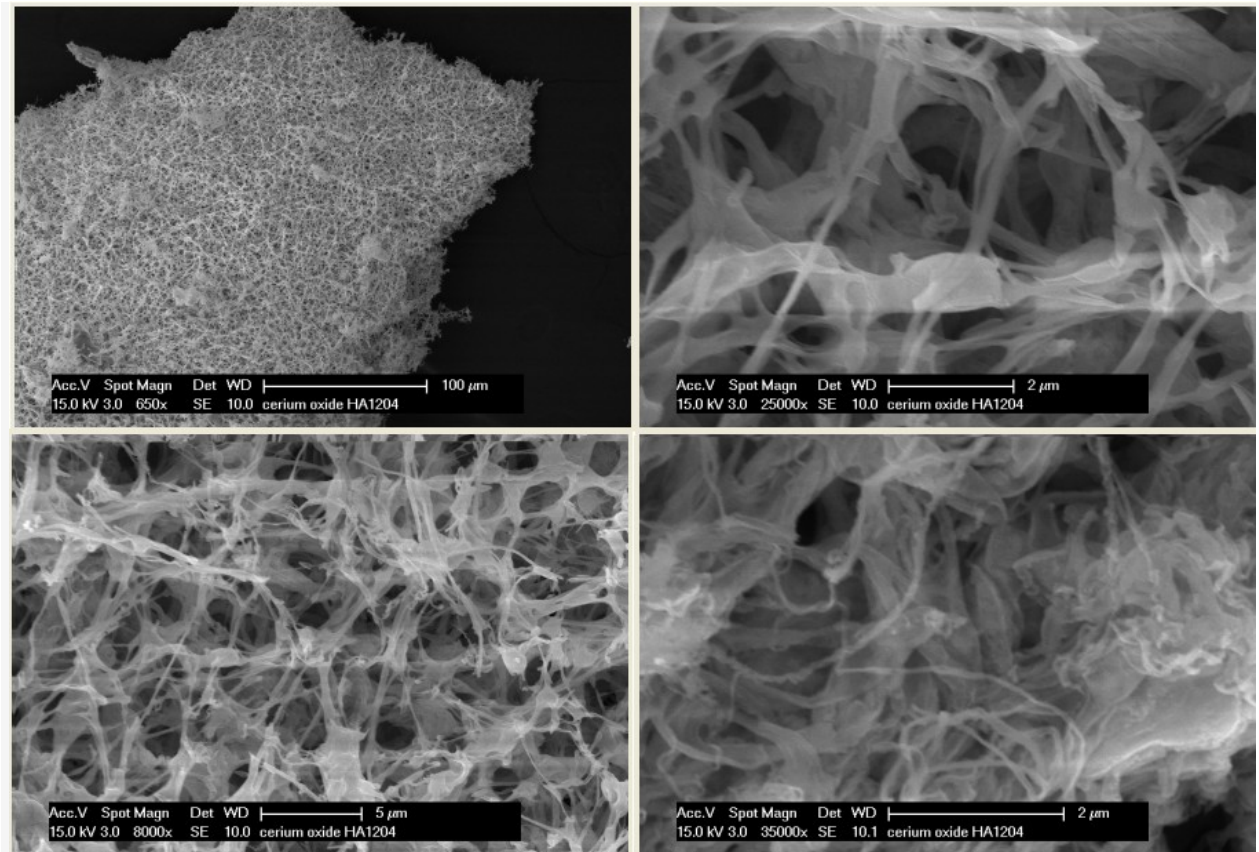
Oksijen depolama kapasitesi ölçümü

Toz örnekleri 250-355 mesh boyutuna getirilir. 50 mg numune on-line quadropole kütle spektrometresine bağlı U-tüp kuvars reaktör sistemi yerleştirir. Bir redoks deney 5 basamaktan oluşmaktadır. İlk 2 adım akış deneyleri, kalan adımlar ise 1 dakikalık frekansta 500µL gazın numune üzerine gönderildiği darbe deneylerinden ibarettir. Tüm durumlarda He 100 sccm akış hızıyla gaz fazının asıl bileşenidir. CO ve O₂'nin akış hızları toplam akış hızının % 1'dir.

Bulgular & Tartışma

Elektroçekim yöntemiyle hazırlanan iki ayrı seryum oksit numunesinin BET yüzey alanları 67.7 m²/g ve 77.4 m²/g olarak ölçüldü.

Hazırlanan Seryum oksit örneklerinin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) fotoğrafları Şekil 45'de görülmektedir.

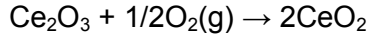


Şekil 45. Elektroçekim yöntemiyle hazırlanan seryum oksit SEM fotoğrafları

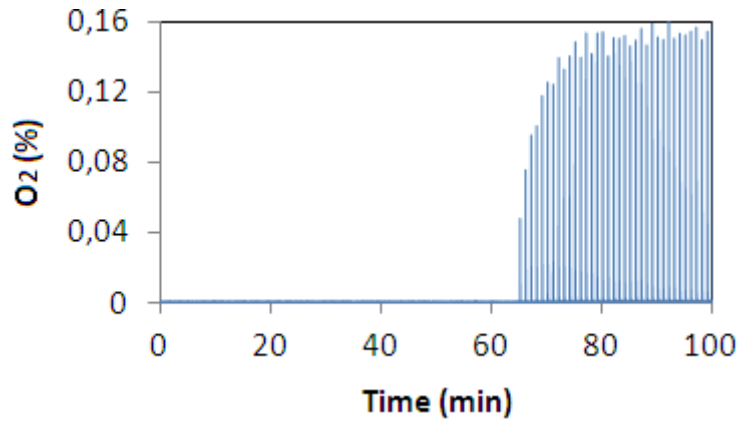
Elde edilen seryum yapılarının boyutlarının farklılık gösterdiği Şekil 45'de görülmektedir. Elektro çekim prosesi ile elde edilen nanoliflerin yapısı ve morfolojisi; çözelti özelliklerine (viskozite, viskoelastisite, konsantrasyon, yüzey gerilimi gibi), ortam koşullarına (bağıl neme), elektrotların alan şiddetine ve geometrisine bağlıdır.

Hazırlanan bu örneklerdeki oksijen adsorplama kapasitesi ve bu oksijeni kullanma kapasitesi ölçülmüştür.

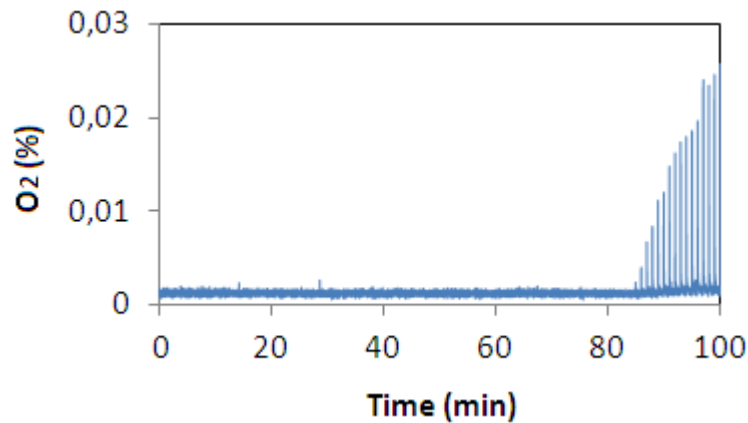
3. adımda 100 oksijen darbesi uygulanmıştır.



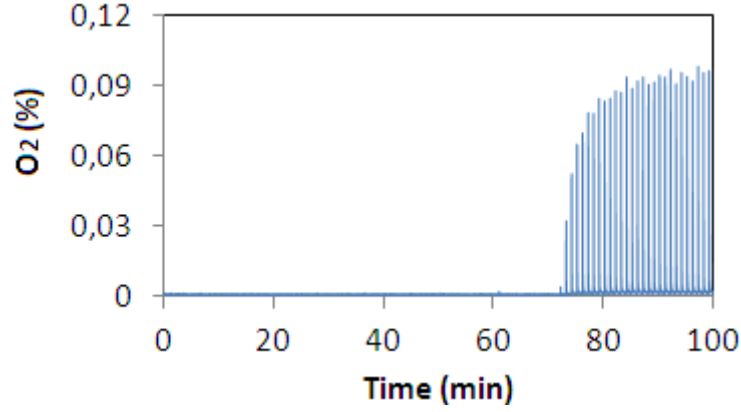
Farklı seryum oksit numuneleri (ticari seryum oksit (TSO), elektroçekim yöntemiyle hazırlanan seryum oksit (ECSO), beraber çöktürme yöntemiyle hazırlanmış seryum oksit (BCSO)) oksijen darbesi sırasındaki oksijenin çıkış mol oranı Şekil 46, 47 ve 48 de görülmektedir.



Şekil 46. TSO örneği üzerindeki oksijen darbesi esnasındaki oksijenin çıkış mol yüzdesi



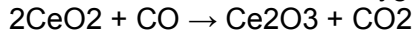
Şekil 47. ECSO örneği üzerindeki oksijen darbesi esnasındaki oksijenin çıkış mol yüzdesi



Şekil 48. BCSO örneği üzerindeki oksijen darbesi esnasındaki oksijenin çıkış mol yüzdesi

Seryum oksit örneklerinin oksijen depolama kapasiteleri ECSO > BSC > TSO (Şekil 46,47,48) şeklinde görülmektedir. En düşük yüzey alanına sahip ECSO örneğinin en yüksek oksijen alımı değeri vardır. Bu fenomen CeO₂ örneklerinin oksijen depolama kapasitesinin morfolojiye bağlı olduğunu göstermektedir.

4. adımda 120 CO darbesi uygulanmıştır.



İncelenen tüm örneklerde CO alımı ve CO₂ üretimi arasında bir fark gözlenmiştir. Bunun sebebinin karbonat oluşumlarında kaynaklandığı düşünülmektedir. ESCO katalizörü en az karbonat oluşumu gösteren katalizördür.

Sonuçlar

Seryum oksit tüpleri elektroçekim yöntemiyle hazırlanan PMMA şablonu kullanılarak başarıyla sentezlenmiştir. Pluronic P123 varlığında gerçekleştirilen şablon oluşumunu ince bir seryum filminin mikro boyuttaki seryum tüplerini birbirine bağlayan bir ağ oluşturmasını sağlamıştır. Sentezlenen seryum oksit örneğinin oksijen depolama özelliği farklı örneklerle karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Oksijen bırakma/depolama yeteneği hakkında bilgi almak için farklı metodlarda hazırlanan seryum oksit numeleri üzerinde O₂ ve CO darbe deneyleri yapılmıştır. ECSO örneği en düşük yüzey alanına sahip olmasına rağmen en yüksek oksijen alımı değeri sergilemiştir. Bu durum seryum oksitin oksijen depolama kapasitesinin yüzey alanından çok morfolojiye bağlı olduğunu göstermektedir. Katalizörler üzerinde CO alımı ve CO₂ üretimi incelendiğinde ECSO örneğinin karbon birikiminin önlenmesi açısından da en iyi katalizör olduğu gözlemlenmiştir.

TARTIŞMA

Bu proje kapsamında başlatılan yoğun işbirlikleri ve değişimler hem ODTÜ hem de DTU'daki öğrenciler açısından ciddi bir uluslararası etkileşim deneyimi kazandırmıştır. Buna ek olarak Gereç ve Yöntem kısmında sunmayı tercih ettiğimiz öğrenci raporlarından projedeki bilimsel çalışma yoğunluğu ortaya konulmaktadır.

Bu proje kapsamında ayrılan seyahat kaynağının tümü kullanılamamıştır. Bunun temel gerekçesi, projede getirilen yevmiye sınırlaması (başta 50 euro/gün olarak belirlenmiş ve daha sonra 80 euro/gün olarak artırılmıştır) nedeni ile seyahatlerin caydırıcı olması ve değişim isteyen öğrencilerin sadece yaz aylarını ve tatilleri kullanmak istemesi ve evsahibi kurumun bu konuda planlama sıkıntısı yaşaması şeklinde özetlenebilir. Bir diğer husus da ağırlıklı değişime dayalı olan bu projede seyahatlerin grup tarafından onaylanması gerekliliği nedeni ile yaşanan gecikmelerin yarattığı caydırıcılık olmuştur.

Bu projenin kapsamında gerçekleştirilen kapanış kongresi sırasındaki beyin fırtınası oturumunda ise aşağıdaki konuların çalışılması gereken alanlar olarak ortaya çıktığı burada paylaşılmaktadır. Bu oturumda yer alan araştırmacıların Avrupa ve Amerika bilim camiasının en önde gelen isimleri olduğu dikkate alındığında konulara verilmesi gereken önceliğin de vurgusunu yapılmış olacaktır.

1. ÇALIŞILMASI GEREKEN ENERJİ-NANOTEKNOLOJİ ARAKESİT KONULARI NELERDİR?

- a. Termoelektrik malzemeler
- b. Fotosentez
- c. Organik çevrimler
- d. Karbon tutma ve depolama malzemeleri
- e. Biyokütle dönüşümü
- f. Endüstrideki atık ısının geri kazanımı, yüzey ısı ve faz değişim malzemelerinin atık ısı taşımasında kullanımı
- g. H₂ oksitleme ve O₂ indirgeme tepkimeleri ve elektrokataliz temel konuları
- h. Demir ve metalürji alanları için araştırma konuları
- i. Metan aromatikleştirilmesi

2. KIRILMA YARATACAK ARAŞTIRMA KONULARI NELER OLABİLİR?

- a. Kırılma yaratacak temel araştırmaya önem verilmelidir
- b. Teorinin rolü ihmal edilmemelidir

- c. Deneysel sonuçların ve karakterizasyonun iyi anlaşılması için teoriden yararlanılmalıdır.
 - d. Genç araştırmacılar için kaynak sağlanmalıdır
 - e. ERC sinerji yaratacak ortak çalışma progrmları için destek sağlamalıdır.
3. ARAŞTIRMAYA YÖNELİK TUTUMLARIMIZDA NELER DEĐİŐTİRMEMİZ GEREKLİDİR?
- a. Kalite kavramını yeniden tanımlamalıyız. H-indeks dışında da kalite tanımlarımız olmalı
 - b. Üniversitedeki araştırmacıları endüstrinin ihtiyaçlarını bilmiyor. Üniversite araştırmacıları endüstriye soru sormaktan korkmamalı.
 - c. Araştırmanın kurum dışında yaptırılması ve spin-in Őirketler oğalıyor. Ama üniversite ve endüstri arasındaki ilişkiler güvene dayalı olmalı.
 - d. Doktoralı araştırmacı sayısı çok fazla. Akademik doğum-kontrol mekanizması gerekli. Araştırma yapıŐ biçimimizi deđiŐtirmemiz gerekli. Batı lkelerindeki doktoralı uzman yetiŐtirme hızı sürdürülebilir değil.

SONUÇ

Sonuç olarak, Darmstadt Teknik Üniversitesi ve ODTÜ işbirliği ile yürütülen bu proje, karşılıklı öğrenci değişimi, çalıştaylar ve başarılı bir kapanış konferansı ile tamamlanmıştır. Bu proje çerçevesinde çeşitli uluslararası işbirlikleri oluşturulmuş ve yeni proje başvuruları yapılmış ve yapılmaktadır. Son derece yararlı bir işbirliği modeli olan değişime dayalı uluslararası işbirliği proje modelinin TÜBİTAK ikili işbirliği programlarında yaygın olarak uygulanabilmesi çok yararlı olacaktır.

REFERANSLAR

- Abdullaev G.K., Dzhabfarov G.G., Mamedov Kh.C., *Azerbaidzhanskii Khim. Zh.*, 3, 117-120 (1976)
- Brühwiler, D., Postsynthetic functionalization of mesoporous silica, *Nanoscale*, 2,887–892 (2010).
- Chadeyron G., Mahiou R., El-Ghozzi M., Arbus A., Cousseins J.C., *Journal of Luminescence*, 72-74, 564-566 (1997b)
- Chew, T. L., Ahmad A. L., Bhatia S., Ordered mesoporous silica (OMS) as an adsorbent and membrane for separation of carbon dioxide (CO₂) *Advances in Colloid and Interface Science*, 153, 43–57 (2010)
- Chinn S.R., Hong H.Y.P., *Optical Communication*, 18, 87 (1976)
- Denning J.H., Ross S.D., *Spectrochim. Acta*, 28A, 1775-1785, (1972)
- Goryunova A., Beitrag zur Kristallchemie und Kristallsynthese binärer Seltenerdborate vom Typ SEB₃O₆ und SEBO₃, (PhD. Thesis), Universität zu Köln (2003)
- Goubin F., Montardi Y., Deniard P., Rocquefelte X., Brec R., Jobic S., *Journal of Solid State Chemistry*, 117, 89-100, (2004)
- Hess, C., Hoefelmeyer, J.D., Tilley, T.D., Spectroscopic Characterization of Highly Dispersed Vanadia Supported on SBA-15, *J.Phys. Chem. B.*, 108, 9703-9709 (2004).
- Hess, C., Tzolova-Müller, G., Herbert, R., The Influence of Water on the Dispersion of Vanadia Supported on Silica SBA-15: A combined XPS and Raman Study, *J. Phys. Chem. C*, 111, 9471-9479 (2007).
- ICSD Card No: 01-040-0745
- ICSD Card No: 01-041-2407
- Khodakov, J A.Y., Constant, A., Bechara, R., and Zholobenko, V. L., Pore Size Effects in Fischer Tropsch Synthesis over Cobalt-Supported Mesoporous Silicas, *Journal of Catalysis*, 206, 230–241 (2002).
- Kim D.S., Lee R.Y., *Journal of Materials Science*, 35, 4777-4782 (2000)
- Kim K.N., Jung H.K., Park H.D., Kim D. *J Mater Res* 17, 907 (2002).
- Kriz H.M., Bray P.J., *J. Chem. Phys.*, 51, 3624-3625 (1969)
- L. Peter, *Acc. Chem. Res.*, 42 (11), 1839-1847, 2009
- Laparches J., Tarte P., *Spectrochim. Acta*, 22, 1201-1210 (1966)
- Larson A.C. and Von Dreele R.B., "General Structure Analysis System (GSAS)", Los Alamos National Laboratory Report LAUR 86-748 (2000).
- Laureiro Y., Veiga M.L., Fernandez F., Saez-Puche R., Jerez A., Pico C., *Journal of the Less-Common Metals*, 157, 3335-341 (1990)

Lemanceau S., Chadeyron G.B., Mahiou R., El-Ghozzi M., Cousseins J.C., Conflant P., Vannier R.N., *Journal of Solid State Chemistry*, 148, 229-235 (1999)

Levin E.M., Roth R.S., Martin J.B., *The American Mineralogist*, 46, September-October, 1030-1055 (1961)

Lin. J., Sheptyakov D., Wang Y., Allenspach P., *Chem. Mater.*, 16, 2418-2424 (2004)

Martínez, A., López, C., Márquez, F., and Díaz, I., Fischer–Tropsch synthesis of hydrocarbons over mesoporous Co/SBA-15 catalysts: the influence of metal loading, cobalt precursor, and promoters, *Journal of Catalysis*, 220, 486–499 (2003).

Müller-Bunz H., Nikelski T., Schleid T., *Zeitschrift Naturforschung*, 58b, 375-380 (2003)

Nakatsuka A., Ohtaka O., Arima H., Nakayama N., Mizota T., *Acta Cryst. E62*, i103-i105 (2006).

Newnham R.E., Redman M.J., Santoro R.P., *Journal of The American Ceramic Society*, 46, 6, 253-256 (1963).

Palkina K. K., Kuznetsov V. G., Butman L. A., Dzhurinskii B. F., *2Russ. J. Coord. Chem.*, 2, 286-289 (1976)

Ren M., Lin J.H., Dong Y., Yang L.Q., Su M.Z., *Chem. Mater.* 11, 1576-1580 (1999)

Rietveld H.M., *Acta Crystallogr.* 22, 151-152, (1967).

Rietveld H.M., *J. Appl. Crystallogr.*, 2, 65-71 (1969).

Toby G.H., EXPGUI, a graphical user interface for GSAS, *J. Appl. Crystallogr.*, 34, 210-213 (2001)

Tukia M., Hölsa J., Lastusaari M., Niittykoski J., *Optical Materials*, 27, 1516-1522 (2005).

Veenis A.W., Bril A., *Philips J. Res.*, 33, 124 (1978)

Wang Y. M., Wu Z. Y., Zhu J. H., Surface functionalization of SBA-15 by the solvent-free method, *Journal of Solid State Chemistry*, 177, 3815–3823 (2004).

Wei Z., Sun L., Liao C., Yin J., Jiang X., Yan C., *J. Phys. Chem. B*, 106, 10610-10617 (2002a).

Wei Z-G., Sun L-D., Liao C-S., Jiang X-C., Yan C-H., *J. Mater. Chem.*, 12, 3665 (2002b)

Xiong, H., Zhang, Y., Liew K., Li, J., Fischer–Tropsch synthesis: The role of pore size for Co/SBA-15 catalysts, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 295, 68 (2008).

Yokoi, T., Yoshitake, H., Tatsumi, T., Synthesis of amino-functionalized MCM-41 via direct co-condensation and post-synthesis grafting methods using mono-, di- and tri-amino-organoalkoxysilane, *J. Mater. Chem.*, 14, 951–957 (2004).

Yung, M.M., Holmgren, E.M., Ozkan U. S., Low-temperature Oxidation of carbon Monoxide on Co/ZrO₂, *Catal. Letter.*, 118, 180-186 (2007).

Zhang Z., Zhang Y., Li X., Xu J., Huang Y., *Journal of Alloys and Compounds*, 455, 280-284 (2008)

Zhao, D., Feng J., and Stucky G., Triblock Copolymer Syntheses of Mesoporous Silica with Periodic 50 to 300 Angstrom Pores, *Science*, 279, 548-552 (1998-b).

Zhou, W., Chen, J., Fang, K., Sun, Y., The deactivation of Co/SiO₂ catalyst for Fischer–Tropsch synthesis at different ratios of H₂ to CO, *Fuel Processing Technology*, 87, 609–616 (2006).

Zhou, H., Chen, L., Malik, V., Knies, C., Hofmann, M. D., Bhatti, K.P., Chaudhary S., Klar P.J., Heimbrodt W., Klingshirn C., Kalt, H., Raman studies of ZnO:Co thin films, *Phys.Stat.Sol.*, 1, 112-117 (2007)

**TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

Proje No: 107 M447
Proje Başlığı: TUD – ODTÜ Yenilenebilir Kaynaklar için Nanomalzeme ve Nanoteknoloji Araştırma ve Eğitim Ağyapısı
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Prof.Dr. Deniz Üner (Yürütücü) Prof. Dr. Hayrettin Yücel, Doç. Dr. Ayşen Yılmaz, Prof. Dr. Saim Özkar, Prof. Dr. Macit Özenbaş, Prof. Dr. Çiğdem Erçelebi, Prof. Dr. Raşit Turan
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Dumlupınar bulvarı No: 1 06800 Ankara
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: Haziran 2008, Aralık 2011
Öz (en çok 70 kelime) Bu proje ODTÜ ve Darmstadt Teknik Üniversitesi arasındaki işbirliği ağını kuvvetlendirmek, yeni ilişkiler oluşturmak ve Nanoteknoloji ve Enerji alanlarında yeni araştırmalar başlatmak üzere yürütülmüştür. Proje kapsamında ikisi Darmstadt ikisi de Ankara'da olmak üzere dört çalıştay ve Katalizör alanında bir uluslararası yazokulu gerçekleştirilmiş, projenin bitiminde de Energy Challenges for Advanced Materials and Processes konulu bir konferans düzenlenmiştir. Bu proje çerçevesinde sekiz lisansüstü öğrencinin karşılıklı değişimi sağlanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Nanoteknoloji, enerji, katalizörler, karbon nanotüpler
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/> Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.
Projeden Yapılan Yayınlar: Projeden çok sayıda konferans yayını yapılmıştır. İndekslerce taranan dergilerde ise şimdilik bir yayın basılmıştır. Kivrak, H. Kuliyeve, S. Tempel, H., Schneider, J. Uner, D. 'Carbon Nanotube Structures as Support for Ethanol Electro-Oxidation Catalysis' Int. J. Chem. Reactor. Eng. 9 (2011) article A 36.

Ekte Bulunan “ARDEB Başarı Öyküsü Formu”, “Kazanımlar” Bölümünde Belirtilen Kriterlere Göre Proje Çıktılarınızın Başarı Öyküsü Niteliği Taşıdığını Düşünüyorsanız “ARDEB Başarı Öyküsü Formu”nu doldurunuz.

ARDEB BAŞARI ÖYKÜSÜ

Proje Adı	Proje Yürütücüsü
<p>(PROJE ŞEKİL/GRAFİK/ FOTOĞRAF) (En fazla 4 tane – jpg formatında, 35 x 35 cm (300 dpi)): İsimleriyle ve şekil altı açıklamalarıyla birlikte sıralanmış olarak formda belirtilmesi ve 300 dpi çözünürlükte ayrı jpeg dosyaları halinde formun ekleri olarak gönderilmesi gerekmektedir.</p>	Proje No
	Destek Miktarı (TL)
	Proje Başlama-Bitiş Tarihi
	Yürütücü Kuruluş
	<p>(PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ FOTOĞRAF) 300 dpi çözünürlükte ayrı jpeg dosyası olarak forma eklenmelidir.</p>
Projenin Amacı ve Önemi (En fazla 150 kelime) (Maddeler halinde sıralayınız)	
Proje ile Elde Edilen veya Beklenen Bilimsel, Teknolojik, Ekonomik ve Sosyal Kazanımlar (En fazla 200 kelime) <ul style="list-style-type: none">• Projeden uluslararası, etki faktörü yüksek dergilerde yapılan yayın(lar)-(etki faktörünü de veriniz)• Proje kapsamında elde edilen ürün, buluş, çıktı vb. için alınacak/alınmış patentler ve/veya gerçekleştirilmiş/gerçekleştirilecek teknolojik/ticari uygulama(lar)• Proje kapsamında alınan ödüller/ödül adaylıkları• Projenin ülkenin bilimsel ve teknolojik araştırma gücüne, bilim insanı yetiştirilmesi ve yeni yetenekler kazanılmasına sağladığı katkılar	
Proje için TÜBİTAK Desteğinin Önemi (En fazla 150 kelime)	

1. Proje yürütücüsü iletişim bilgileri:

Adı – Soyadı : Deniz Üner
Unvanı : Profesör
Telefon : 312 210 4383
E-posta adresi : uner@metu.edu.tr

