

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEŞİTLİ NANO YAPILARIN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

GÜNCEM ÖZGÜN EREN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. FİGEN KAYA**

İSTANBUL, 2015

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEŞİTLİ NANO YAPILARIN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Güncem Özgün Eren tarafından hazırlanan tez çalışması Kasım 2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Figen KAYA

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Figen KAYA

Yıldız Teknik Üniversitesi



Prof.Dr. Nilgün KUŞKONMAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi



Prof.Dr. Suat YILMAZ

İstanbul Üniversitesi



Bu alışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' nün 2015-07-02-YL04 numaralı projesi ve 109R007 TÜBİTAK COST projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Figen KAYA başta olmak üzere Prof. Dr. Cengiz KAYA, Arş. Gör. Cansu NOBERİ, Dr. Ali Can Zaman, Doç. Dr. Aysel Kantürk FİGEN ve Yüksek Mühendis Bilge Coşkuner FİLİZ'e; ayrıca Süleymaniye Kütüphanesi'nin değerli çalışanları ile Prof. Dr. Gönül TEKİN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Kasım, 2015

Güncem Özgün EREN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ÖZET.....	xiv
ABSTRACT	xvi
BÖLÜM 1	
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2	
KÂĞIDIN TARİHÇESİ VE YAPISI	4
2.1 Tarihçe.....	4
2.2 Kâğdın Yapısı	5
2.3 Kâğdın Bozunma Nedenleri.....	6
2.3.1 Biyolojik Etkenler	6
2.3.2 Kimyasal Etkenler	7
2.3.2.1 Demir (Fe) ve Bakırın (Cu) Etkisi	8
2.3.3 Fiziksel Etkenler	9
2.4.1 Fiziksel Koruma.....	9
2.4.2 Kimyasal Koruma	12
BÖLÜM 3	
NANOTEKNOLOJİ VE NANO YAPILAR	14
3.1 Nanoteknolojinin Uygulama Alanları	14
3.2 Nano Yapılar	14
3.2.1 Bir Boyutlu Nano Yapılar	15

3.2.1.1 Nanolifler	15
3.2.1.1.1 Nanoliflerin Özellikleri	15
3.2.1.1.2 Nanoliflerin Kullanım Alanları.....	15
3.2.1.1.3 Nanolif Üretim Metodları	16
3.2.1.2 Nanoteller ve Nanorodlar	16
3.2.1.3 Nanotüpler	17
3.2.1.4 Nano Yapıların Büyüme Mekanizması-Ostwald Olgunlaşması	17
3.3 Bir Boyutlu Nano Yapıların Oluşum Mekanizmaları.....	19
3.4 Gümüş Esaslı Nano Yapılar ve Oluşum Mekanizması	21
BÖLÜM 4	
ELEKTROSPINNING İŞLEMİ	24
4.1 Elektrospinning İşlemi	24
4.2 Elektrospinning İşleminin Tarihsel Gelişimi	24
4.3 Elektrospinning Düzenegi	25
4.4 Elektrospinning İşlemini Etkileyen Parametreler.....	27
4.4.1 Viskozite / Konsantrasyon	27
4.4.2 İletkenlik/Solüsyon Şarj Yoğunluğu	28
4.4.3 Yüzey Gerilimi.....	28
4.4.4 Akış Hızı	29
4.4.5 Uygulanan Voltaj	29
4.4.6 Polimerin Molekül Ağırlığı	29
4.4.7 Kollektör Arası Mesafe	29
4.4.8 İğne Ucu.....	29
4.4.9 Toplayıcı Tipi.....	30
BÖLÜM 5	
KİTOSAN POLİMERİNİN ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI	31
5.1 Kitosan	31
5.1.1 Kitosanın Özellikleri	33
5.1.1.1 Kitosanın Temel Özellikleri	34
5.1.1.2 Kitosanın Termal Özellikleri.....	34
BÖLÜM 6	
BAKTERİ VE VİRAL YAPILAR	37
6.1 Bakteri Yapısı.....	37
6.2 Viral Yapılar	38
BÖLÜM 7	
ZEOLİTİN TANIMI VE YAPISI	40
7.1 Zeolitin Tanımı ve Özelliklerinin İzahı	40
BÖLÜM 8	
DENEYSEL ÇALIŞMALAR	42
8.1.1 Gümüş Nano Tellerin Sentezlenmesi	42

8.1.2 Gümüş/Kitosan Nano Kompozitinin Sentezi	46
8.1.3 Elektrospinning İşlemi İçin Solüsyon Hazırlama ve Kaplama İşlemleri ..	48
8.1.4 Örnek Esere Yapılan Bakteri ve Mantar Testleri	50
8.2 Zeolit Üzerine Yapılan Çalışmalar	52
8.2.1 Zeolit Esaslı Çeşitli Tozların Sentezi	52
8.2.2 Zeolit Tozlarının Kumaşa Kaplanması.....	53
8.2.3 Zeolit Tozlarının Filtre Üzerine Kaplanması.....	55
BÖLÜM 9	
KARAKTERİZASYON SONUÇLARI	57
9.1 Gümüş Tozlarının ve Gümüş/Kitosan Tozlarının Karakterizasyonu	57
9.1.1 Gümüş Tozlarına Ait XRD ve SEM Sonuçları	57
9.1.1.1 Gümüş Tozlarına Ait XRD Sonucu	57
9.1.1.2 Gümüş 11'e Ait SEM ve EDX Sonucu	58
9.1.1.3 Gümüş 13'e Ait SEM ve EDX Sonucu	60
9.1.1.4 Gümüş 15'e Ait SEM ve EDX Sonucu	63
9.1.2 Ag/CS 1 ve Ag/CS 2 Tozuna Ait XRD, SEM ve EDX Sonuçları	65
9.1.2.1 Ag/CS 1 Tozuna Ait Karakterizasyon Sonuçları.....	65
9.1.2.2 Ag/CS 2 Tozuna Ait Karakterizasyon Sonuçları.....	67
9.2 Zeolit Tozlarının Karakterizasyonu.....	75
9.2.1 Zeolit Tozlarının SEM ve EDX Analiz Sonuçları	75
9.2.1.1 Zeolit Y-TiO ₂ (12:1) (Çözelti 1)'e Ait Karakterizasyon Sonuçları	75
9.2.1.2 Zeolit Y-TiO ₂ (5,1:1)- (Çözelti 2)'ye Ait Karakterizasyon Sonuçları ...	77
9.2.1.3 ZSM-5/CuO-ZnO (23:1)(Çözelti 3)'ye Ait Karakterizasyon Sonuçları	79
9.2.2 Kaplanan Kumaşlara Ait SEM Görüntüleri	83
BÖLÜM 10	
SONUÇLAR VE İRDELEME	86
10.1 Gümüş Tozlarına Ait XRD Sonucunun İrdelenmesi	86
10.2 Gümüş 11'e Ait SEM ve EDX Sonucunun İrdelenmesi	87
10.3 Gümüş 13'e Ait SEM ve EDX Sonucunun İrdelenmesi	89
10.4 Gümüş 15'e Ait SEM ve EDX Sonucunun İrdelenmesi	89
10.5 Ag/CS 1 Tozuna Ait Karakterizasyon Sonuçlarının İrdelenmesi.....	90
10.6 Ag/CS 2 Tozuna Ait Karakterizasyon Sonuçlarının İrdelenmesi.....	90
10.7 Elektrospinning İşlemine Tabi Tutulan Kâğıda Ait SEM Sonucunun İrdelenmesi	91
10.9 Zeolit Y-TiO ₂ (12:1) (Numune 1) 'e Ait Karakterizasyon Sonuçlarının İrdelenmesi	92
10.12 Kaplanan Kumaşlara Ait SEM Görüntülerinin İrdelenmesi.....	93
BÖLÜM 11	
GELECEKTE YAPILACAK ÇALIŞMALAR.....	95
KAYNAKLAR	96
ÖZGEÇMİŞ	101

SİMGE LİSTESİ

Vc	Kritik Voltaj
H	Kapiler ve Toplayıcı Arası Mesafe
R	Yarıçap
L	R Yarıçaplı Kapilerin Uzunluğu
Γ	Sıvının Yüzey Gerilimi

KISALTMA LİSTESİ

AA	Asetil Asit
Acac	Asetil Aseton
Ag	Gümüş
AgCl	Gümüş Nitrat
DD	Deasetilasyon Derecesi
PEO	Polietilen Oksit
PVA	Polivinil Alkol
ROS	Reaktif Oksijen Grupları
TTIP	Titanyum İzopropoksit

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Kâğıdın Çin’de bulunan ilk örnekleri.....	4
Şekil 2.2 Selüloz fiberlerinin ağ örgüsüne ait optik mikroskop görüntüsü	5
Şekil 2.3 Selülozun kimyasal yapısı	5
Şekil 2.4 Selüloz zincirlerindeki amorf ve kristalin bölgeler	6
Şekil 2.5 Fe ve Cu metallerinin oranlarına bağlı olarak zincirlerdeki parçalanma	9
Şekil 2.6 Fırça ile yüzey temizleme işlemi	10
Şekil 2.7 Elektrik süpürgesi ile yapılan temizlik çalışması	10
Şekil 2.8 İpek kâğıdı ile onarım	11
Şekil 2.9 Laminasyon işlemi	12
Şekil 3.1 Polimerik nanoliflerin kullanım alanları.....	16
Şekil 3.2 Ostwald olgunlaşması ile büyüyen gümüşe ait görüntü	18
Şekil 3.3 Tetrahedra yapısına ait görüntü	19
Şekil 3.4 Düzenli tetrahedraların birleşmesi ile oluşan dekahedron (a) ve ikosahedron yapıları (b)	20
Şekil 3.5 Gümüş nano yapıların büyüme mekanizmasına ait SEM görüntüsü	21
Şekil 3.6 Dekahedra yapının prizma dekahedron ile bağ kurarak ikosahedron yapısını oluşturması	22
Şekil 3.7 Atmosfer ortamına göre morfolojideki değişiklik	23
Şekil 4.1 Elektrospinning işleminin düzeneği.....	26
Şekil 4.2 Elektrospinning yöntemine etki eden parametreler	27
Şekil 4.3 Boncuksu yapılara örnek	28
Şekil 4.4 Elektrospinning yönteminde kullanılan farklı toplayıcılar	30
Şekil 5.1 Kitosanın kimyasal yapısı	31
Şekil 5.2 60° ve 100°C’deki reaksiyon sürelerine bağlı olarak deasetilasyon derecelerindeki değişme.....	32
Şekil 5.3 Kitinin deasetilasyon derecesine bağlı olarak FTIR sonuçları.....	33
Şekil 5.4 Deasetilasyona bağlı olarak TGA değişimi.....	33
Şekil 5.5 Kitosanın A: azot (N ₂) ve B: oksijen (O ₂) ortamlarındaki TG/DTG/DTA sonuçları	35
Şekil 6.1 Bakteri yapısı	37
Şekil 6.2 İnsan virüsüne ait görünüm.....	38
Şekil 7.1 Zeolit yapısı.....	40
Şekil 8.1 (a) ve (b) Gümüş Solüsyonu.....	44
Şekil 8.2 Solvotermal işleme ait şema	44

Şekil 8.3 Gümüş nano tellerinin oluşum mekanizması	45
Şekil 8.4 Gümüş nano tellerin büyüme mekanizması.....	45
Şekil 8.5 Gümüş nano tel sentezinde kullanılan yöntemin şematik görünümü	46
Şekil 8.6 Solvotermal işlemin yapıldığı cihaz.....	46
Şekil 8.7 Ag/CS nano kompozitinin üretimine dair şema	48
Şekil 8.8 Gümüş ile Kitosanın bağlanması.....	48
Şekil 8.9 Elektrospinnig İşlemi	50
Şekil 8.10 Elektrospinning İşlemine ait diğer bir görüntü.....	50
Şekil 8.11 Örnek alınan bölgeleri içeren görüntü	51
Şekil 8.12 Kaplama yapılan esere bakteri ve mantar testi.....	52
Şekil 8.13 Na-TiO ₂ Zeolit üretim aşaması.....	53
Şekil 8.14 Püskürtme tabancası	54
Şekil 8.15 Kaplama sonrası elde edilen kumaşlar ait görüntü	55
Şekil 8.16 Elektrokinetik biriktirme yönteminde kullanılan Ni filtreler	56
Şekil 9.1 Gümüş nano tozlarına ait XRD sonucu	58
Şekil 9.2 Gümüş 11'e ait SEM görüntüsü	59
Şekil 9.3 Gümüş 11'e ait SEM görüntüsü	59
Şekil 9.4 Gümüş 11'e ait EDX sonucu.....	60
Şekil 9.5 Gümüş 13'e ait SEM görüntüsü	61
Şekil 9.6 Gümüş 13'e ait SEM görüntüsü	61
Şekil 9.7 Gümüş 13'e ait SEM görüntüsü	62
Şekil 9.8 Gümüş 13'e ait EDX sonucu.....	62
Şekil 9.9 Gümüş 15'e ait SEM görüntüsü	63
Şekil 9.10 Gümüş 15'e ait SEM görüntüsü	64
Şekil 9.11 Gümüş 15'e ait SEM görüntüsü	64
Şekil 9.12 Gümüş 15'e ait EDX sonucu.....	65
Şekil 9.13 Ag/CS 1 ve Ag/CS 2'e ait XRD sonucu	66
Şekil 9.14 Ag/CS 1'e ait SEM görüntüsü.....	66
Şekil 9.15 Ag/CS 1'e ait SEM görüntüsü.....	67
Şekil 9.16 Ag/CS 1'e ait EDX sonucu	67
Şekil 9.17 Ag/CS 2'e ait SEM görüntüsü.....	68
Şekil 9.18 Ag/CS 2'e ait SEM görüntüsü.....	68
Şekil 9.19 Ag/CS 2'e ait EDX sonucu	69
Şekil 9.20 Kaplama işlemi uygulanan esere ait SEM görüntüsü	69
Şekil 9.21 Kaplama işlemi uygulanan esere ait SEM görüntüsü	70
Şekil 9.22 Kaplama işlemi uygulanan esere ait SEM görüntüsü	70
Şekil 9.23 Kaplama işlemi uygulanan esere ait SEM görüntüsü	71
Şekil 9.24 Daldırma yöntemi ile kaplanan 1.1 numunesine ait petri ekim sonucu	71
Şekil 9.25 Daldırma yöntemi ile kaplanan 1.2 numunesine ait petri ekim sonucu	72
Şekil 9.26 Püskürtme yöntemi ile kaplanan 2.1 numunesine ait petri ekim sonucu	72
Şekil 9.27 Püskürtme yöntemi ile kaplanan 2.3 numunesine ait petri ekim sonucu	73
Şekil 9.28 Elektrospinning yöntemi ile kaplanan 3.1 numunesine ait petri ekim sonucu	73
Şekil 9.29 Elektrospinning yöntemi ile kaplanan 3.2 numunesine ait petri ekim sonucu	74

Şekil 9.30 Elektrosinning yöntemi ile kaplanan 3.3 numunesine ait petri ekim sonucu	74
Şekil 9.31 Elektrosinning yöntemi ile kaplanan 3.4 numunesine ait petri ekim sonucu	75
Şekil 9.32 (a) ve (b) Zeolit Y-TiO ₂ (Çözelti 1)' e ait SEM görüntüleri	76
Şekil 9.33 Numune 1 (Çözelti 1)'e ait EDX sonucu	77
Şekil 9.34 (a) ve (b) Zeolit Y-TiO ₂ (Çözelti 2)'ye ait SEM görüntüleri	77
Şekil 9.35 Zeolit Y-TiO ₂ (Çözelti 2)'ye ait EDX sonucu	79
Şekil 9.36 (a) ve (b) ZSM-5/CuO-ZnO (Çözelti 3)'e ait SEM görüntüleri	80
Şekil 9.37 Zeolit-ZnO/CuO tozunun karanlıkta parazit canlılığı üzerindeki etkisi	81
Şekil 9.38 Zeolit-ZnO/CuO tozunun süreye bağlı olarak parazit canlılığı üzerindeki etkisi	81
Şekil 9.39 Zeolit-ZnO/CuO tozunun karanlıkta S.Aureus Bakterileri üzerindeki antibakteriyel etkisi	82
Şekil 9.40 Zeolit-ZnO/CuO tozunun UV ortamında S.Aureus Bakterileri üzerindeki antibakteriyel etkisi	82
Şekil 9.41 (a) ve (b) Zeolit Y-TiO ₂ (Numune 1)'e ait kaplama görüntüleri	83
Şekil 9.42 (a) ve (b) Zeolit Y-TiO ₂ (Numune 2)'ye ait kaplama görüntüleri	84
Şekil 9.43 (a) ve (b) ZSM 5-CuO/ZnO (Numune 3)'e ait kaplama görüntüleri	85
Şekil 10.1 (a) Gümüşe ait XRD kart sonucu; (b) Analizler ile elde edilen XRD sonucu ...	86
Şekil 10.2 PVP'nin pentagonal gümüş oluşumundaki etkisi	87
Şekil 10.3 PVP'ye bağlı olarak meydana gelen bükülme	88
Şekil 10.4 İkosahedron yapıya ait SEM görüntüsü	88

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Fe ve Cu metallerinin selüloz içerisinde bulunması gereken miktarları.....	8
Çizelge 3.1 Beşli ikizlenme mekanizmasını doğal yapısı itibariyle gösterenler.....	20
Çizelge 8.1 Gümüş nano tellerin üretiminde kullanılan kimyasallar/seçilen parametreler.....	43
Çizelge 8.2 Ag/CS üretiminde kimyasalların miktarları.....	47
Çizelge 8.3 Elektrospinnig için kullanılan kimyasalların miktarları.....	49
Çizelge 8.4 Zeolite ait deneysel çalışmalarda kullanılan kimyasallar.....	52
Çizelge 10.1 Çeşitli Kaplama Yöntemleri İle Kaplanan Kâğıt Numunelere Ait Bakteri ve Mantar Test Sonuçları.....	92

ÇEŞİTLİ NANO YAPILARIN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Güncem Özgün EREN

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Figen KAYA

Yapılan yüksek lisans tez araştırması iki ana bölümden oluşmaktadır. İlk kısımda solvotermal yöntem kullanılarak anti-bakteriyel gümüş nano tel üretimi gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan gümüş nano partikül takviyeli kitosan polimeri üretilmiş; püskürtme, daldırma ve elektrospinning yöntemleri ile eski bir eser üzerine uygulanmaya çalışılmıştır.

İkinci kısımda ise mikrobiyel salgınlara karşı kullanılacak bir yüz maskesi için gerekli olan nano parçacıklarla kaplanmış filtre malzemesi üretilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda ticari zeolite, titanyum dioksit, bakıroksit ve çinkooksit nano yapıların takviyesine yönelik deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ardından üretilen tozlar farklı gözenek boyutlarına sahip polietilen kumaş üzerine kaplanmaya çalışılmıştır.

Son olarak hem nano partiküller ile kaplanmış kâğıt hem de polietilen kumaşların organizma büyümesine dirençleri bakteri testleri ile belirlenmiştir.

Sonuçta üretilmiş olan çeşitli nano parçacık ve nano tellerin organizma büyümesini ve kolonileşmeyi engellediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Gümüş nanotel, kitosan polimeri, elektrospinning yöntemi, zeolit, antimikrobiyel

**PRODUCTION OF VARIOUS NANO PARTICLES AND THEIR
CHARACTERISATION**

Güncem Özgün EREN

Department of Metallurgy and Material Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Figen KAYA

In the present master thesis consists two divisions. At the first stage focused on producing anti-bacterial silver nanowires with using solvothermal method. Moreover in experimentals aimed to generate silver supported chitosan polymer. Afterwards aimed to coat silver supported chitosan solution old paper specimens with using dipping, spraying and electrospinning method.

At the second stage of thesis aimed to manufacture filter material coated with nano particles for masks owing to use in time of outbreak. In this regard many experiments carried out onto titaniumdioxide, copper oxide and zinc oxide nano particles dopped commercial zeolite. Afterwards produced materials were coated on polyethylene textiles and also paper samples performed bacterial tests.

It demonstrated that fabricated nano particles and nano wires can prevent bacterial growth.

Keywords: Silver nanowires, chitosan polymer, electrospinnig process, zeolite, antimicrobial

1.1 Literatür Özeti

Bilindiği üzere, arşiv belgelerinin karşılaştığı pek çok sorun vardır. Bu sorunlar fiziksel ve kimyasal etkiler ile biyolojik etkenler olarak ifade edilebilir. Fiziksel etkenlere örnek olarak kâğıdın yıpranması, yırtılması; kimyasal etkenlere örnek olarak da mürekkep içerisindeki geçiş metallerinin, özellikle demir ve bakır, mevcudiyetidir [1]. Nano yapıların muhtelif alanlarda kullanımı mevcuttur. Bu alanlardan biri de tarihi eserleri koruma olarak ifade edilebilir. Özellikle gümüş, nano boyuta indirildiğinde eşsiz özelliklere sahip bir yapıya dönüşmektedir.

Kitosan, deniz kabuklularında bulunan kitinin bir türevidir. Bu doğal polimer, nano boyuta indirildiğinde gümüş gibi anti bakteriyel ve antifungal etki göstermektedir. Elektrospinning yöntemi, özellikle kaplama alanında çok tercih edilen bir uygulamadır. Elektrik alanı kullanarak kaplama yapılma esasına dayanan bu yöntem ile farklı malzemeler kaplanabilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, elektrospinning yöntemi kullanılarak arşiv belgeleri üzerinde de kaplama yapılabileceğini göstermiştir [2].

Arşiv belgelerinin korunması üzerine yapılan çalışmalar nanoteknoloji alanında kısıtlı bir literatüre sahiptir [3]. Gerçekleştirilen çalışmalarda gümüş nanopartikülleri antibakteriyel ve antimikrobiyal koruma amaçlı kullanılmıştır. Yöntem olarak irdelenecek olursa, Polonya'da yapılan bir çalışma üzerinde durulması yerinde olacaktır [4]. Bu çalışmada patenti alınmış bir cihaz vasıtasıyla farklı yüzyıllara ait kâğıt eserler üzerine buhar püskürtme yöntemi ile gümüş nanopartikülleri emdirilmiştir. Ancak buhar püskürtme yönteminin kullanılması kâğıt eserler üzerinde yıpranmaya sebebiyet

verecektir. Bunun nedeni yüksek sıcaklıkta bulunan buharın eserlerde mevcut olan mürekkep üzerinde olumsuz etki yaratmasıdır. 2013 yılında Çin’de yapılan bir çalışma eserler üzerinde gerçekleştirilecek korumanın daha iyi neticeler verdiğini göstermektedir. Bu çalışmada elektrospinning yöntemi kullanılarak, temin edilen bazı eski eserler üzerine polivinilidin florür (PVDF) nano fiberleri biriktirilmiştir [5].

Mikroorganizmalar insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Gün geçtikçe kullanılan ilaçlara karşı mikroorganizmaların direnç kazanmaları ise onları her zamankinden daha tehlikeli bir duruma getirmektedir. Viral yapılar ise, mikroorganizmalar sınıfına kabul edilip edilmediği hâlen tartışmalı olan ve insan sağlığına daha da zararlı olan yapılardır. Bu yapılar, canlı hücreleri enfekte edebilen ve yalnızca bu yolla çoğalabilen mikroskobik taneciklerdir. Bu yapıların sebep olduğu ölümcül salgınlar karşısında kullanılan aşılarda ise sadece bir kısım virüslere karşı etkili olmakta ve dolayısıyla da kesin bir netice vermemektedir. Bu bağlamda çeşitli yöntemlere başvurulmuş viral yapıların da engellenmesi üzerine çeşitli çalışmalar yürütülmektedir [6]. Bu çalışmalar içerisinde nano boyutta malzemelerin gözenekli yapıya sahip malzemeler üzerine doplanması da mevcuttur [7].

1.2 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasının amacı, antibakteriyel ve antifungal özellikli nano parçacıkların üretilerek iki farklı uygulama alanında kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Bu bağlamda ilk olarak solvotermal yöntem vasıtasıyla gümüş nano tel sentezleyebilmektir. Ayrıca nano kompozit sentezi için gümüş destekli kitosan polimeri üretilip elektrospinning prosesi vasıtasıyla eski eserler üzerine antibakteriyel ve antifungal bir kaplama gerçekleştirilmektir.

Diğer taraftan antibakteriyel ve antiviral maske üretimi için gözenekli yapıya sahip zeolit malzemesine Na, TiO₂ ve CuO/ZnO nano kompoziti katılması ve sonraki aşama olarak püskürtme yöntemi vasıtasıyla kaplanması hedeflenmiştir.

1.3 Hipotez

Gümüş metalinin antibakteriyel etkisi bilinmektedir. Ayrıca doğal polimer olan kitinin türevi kitosan da aynı şekilde antibakteriyel etki göstermektedir. Arşiv belgelerinin karşılaştığı bakteri, mantar büyümesi gibi son derece yıpratıcı etkiye sahip etmenlere karşı dayanıklılık sağlamak amacıyla nano boyutta ve farklı morfolojiye sahip nano parçacıkların kullanılabileceği öngörülmüştür. Ayrıca literatürde kitosan gibi doğal polimerlerin de antibakteriyel uygulamalarda kullanıldığı bilinmektedir. Bu tezin ilk aşamasında gümüş nanotel, gümüş nano parçacık takviyeli kitosanın kâğıt malzemeler üzerindeki etkileri farklı kaplama yöntemleri kullanılarak örnek eserler üzerinde denenmiştir.

Tezin ikinci aşamasında ise yine antiviral özellik sağlayabilecek sodyum ve titanyum dioksit parçacıkların özelliklerinin artırılması amacıyla zeolit yapılar üzerine katkılanması ve CuO/ZnO kompozit tozunun da antibakteriyel özelliklerinin artırılması için zeolit üzerine çöktürülmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Her iki kompozit nano tozlar daha sonra polietilen esaslı kumaşlara kaplanarak filtrelerin elde edilebileceği öngörülmüştür.

KÂĞIDIN TARİHÇESİ VE YAPISI

Bu bölümde ilk olarak kâğıdın tarihçesi anlatılmış, ardından yapısı, zararlı etmenler ve koruma yöntemleri üzerinde durulmuştur.



Şekil 2.1 Kâğıdın Çin’de bulunan ilk örnekleri [9]

2.1 Tarihçe

İnsanoğlunun yazıyı keşfi Mezopotamya bölgesinde olup, M.Ö. 4 binli yıllara tekabül etmektedir. Bu keşfin ardından edebî eserler, günlükler, tedavi yöntemleri gibi şaşırtıcı derecede etkileyici belgeler günümüze kadar kalmıştır [8]. Bahsi geçen eserler gibi pek çok belge önceleri taşlar olmak üzere kil tablet, deri parçaları, hattâ kabuklu canlıların kabuklarının üzerlerine yazılmıştır. Kısacası ilk zamanlarda hemen her türlü objeyi yazı yüzeyi olarak kullanmaya başlamışlardır [9].

M.S. 2. Yüzyılda Çin’de Tsa’i Lun tarafından yapılan bir başka keşif ile de Şekil 2.1’de [9] verildiği üzere günümüzün en önemli yazma malzemesi olan kâğıt bulunmuştur [10].

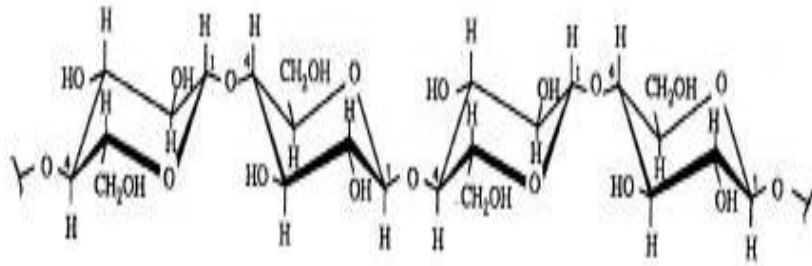
Yazının bulunmasıyla ortaya çıkan pek çok belge ve eserin muhafazası için bitki suyu ile yıkama, çeşitli kutu veya torbalar içinde saklama gibi yöntemler denenmiştir [11]. Fakat konservasyon ve restorasyon alanlarında yapılan ilk ciddi çalışmalar 19. Yüzyılda yaşamış olan Vatikan Kütüphanesi kardilani Franz Ehrle'ye aittir [12]. Kâğıdın bozunma nedenleri ve koruma yöntemlerini incelemeyen önce yapısına değinmek yerinde olacaktır.

2.2 Kâğıdın Yapısı

Kâğıdın ana bileşenini selüloz oluşturmaktadır. Bunun dışında talk, kaolin gibi mineraller ve hayvan ya da bitki esaslı renklendiriciler bulunmaktadır. Kimyasal yapısı ve optik mikroskop görüntüsü Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'de verilmektedir [13].

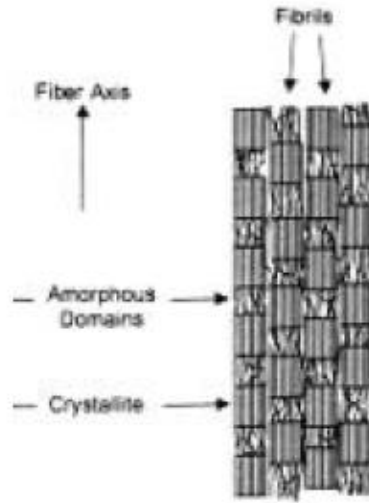


Şekil 2.2 Selüloz fiberlerinin ağ örgüsüne ait optik mikroskop görüntüsü [13]



Şekil 2.3 Selülozun kimyasal yapısı [13]

Teferruata inilecek olursa; selüloz zincirlerini bir arada tutan hidrojen bağlarıdır. Selüloz makro moleküllerinin 2 farklı düzenlenmiş biçimine bağlı olarak yapı içerisinde hem kristalin hem de amorf bölgeler mevcuttur. Kristalin bölge sertliğe kısmen yardımcı olurken amorf bölge düzensiz dizilişinden dolayı esnek bir yapıya sahiptir ve nemi kolaylıkla emebilmektedir [14]. Bahsi geçen bu bölgeler Şekil 2.4’de verilmiştir.



Şekil 2.4 Selüloz zincirlerindeki amorf ve kristalin bölgeler [14]

2.3 Kâğıdın Bozunma Nedenleri

Temel olarak kâğıdın bozunmasına neden olan 3 ana etken vardır. Bunlar biyolojik, fiziksel ve kimyasal olarak sıralanabilir.

2.3.1 Biyolojik Etkenler

Başta mantarlar olmak üzere, bakteriler, böcekler ve kemirgenler gibi canlıların sebebiyet verdiği etkenlerdir. Bu canlılar selüloz yapısını bozarak, ya da tamamen tüketerek, kâğıtta parçalanmalara, renk değişimlerine neden olmaktadır. Tüm bu biyolojik etkenlerin üremesindeki en etkili sebep eserlerin içerisinde buldukları nem oranlarıdır. Ortamın neminde ve sıcaklığında belirlenen en düşük değerlerin bile mantarların üremesini tamamen durdurmadığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni mantarların kâğıt üzerinde salgıladıkları bazı salgılar sonucu, ki buna gliserin, keton,

aldehit örnek gösterilebilir, nem oranının artması; neticesinde ise oksitlenmeye bağlı olarak serbest radikallerin ve peroksitlerin oluşmasıdır [15].

2.3.2 Kimyasal Etkenler

Kâğıdın ana yapısı, daha önce de belirtildiği üzere, selülozdan teşekkül etmiştir. Kimyasal etkenlerin sebebiyet verdiği reaksiyonlar sonucu selüloz zincirleri parçalanmakta ve çeşitli radikal grupları serbest kalmaktadır. Bu radikal grupların buldukları ortam ile etkileşimi karboksil ve keton gibi grupların oluşmasına neden olmaktadır.

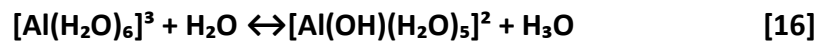
Esas itibariyle kimyasal bozunmaya neden olan 2 faktör vardır:

➤Asit katalizli hidroliz

➤Oksidasyon [16]

Sözü edilen bu kimyasal etkiler çeşitli yollarla kâğıtta bulunabilmektedir ve şu şekilde sıralanmaktadır;

➤Üretim esnasında oluşan sülfat ve hekzaakuaalüminyum $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ iyonlarının birleşmesi ve reaksiyon sonucu hidrojen iyonunun meydana çıkması



➤Eserin bulunduğu ortam sonucunda nitrik asit ve hidroksil gruplarının oluşması



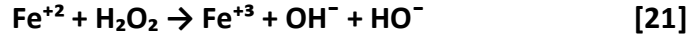
➤Yine aynı şekilde bulunduğu ortamdaki kirlilik sebebiyle sülfür dioksit oluşumu [17]

2.3.2.1 Demir (Fe) ve Bakırın (Cu) Etkisi

Eserlerde kullanılan mürekkepler 2 farklı metal ihtiva etmektedir. Bu farklılık toplumlarda değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin İslamî coğrafyada kullanılan mürekkepler daha çok demir (Fe) esaslıdır.

Bu elementlerin selüloz üzerindeki etkileri ciddi sonuçlar doğurmaktadır [18],[19]. Bunun nedeni Fe ve Cu metallerinin selüloz içerisinde katalitik davranması, buna bağlı olarak hidroksil (HO⁻) radikallerinin oluşmasıyla birlikte organik yapıları parçalanmasına dayanmaktadır [20].

Fe metalinin oluşturduğu reaksiyon aşağıda verilmiştir.

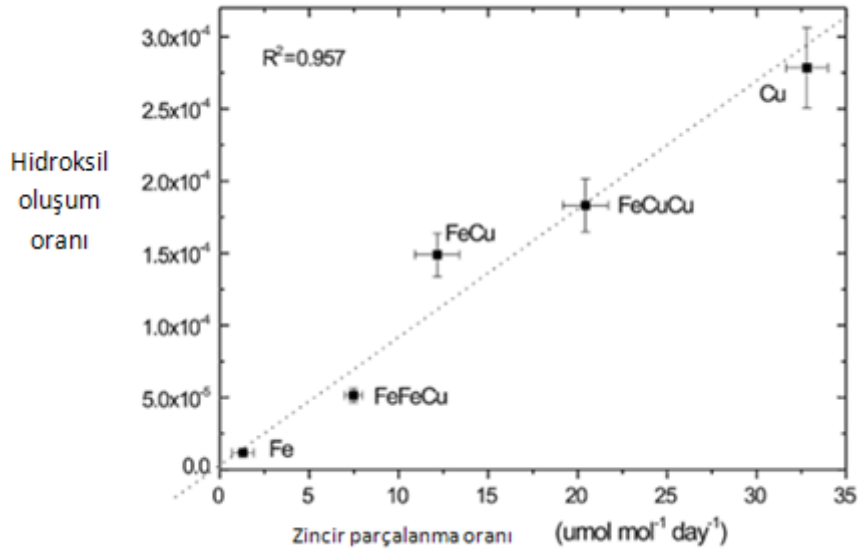


Fe ve Cu' nun selülozik yapılar içerisinde bulunması gereken oranlar Çizelge 2.1'de verilmiştir [22].

Çizelge 2.1- Fe ve Cu metallerinin selüloz içerisinde bulunması gereken miktarları [22]

Örnek	Fe içeriği	Cu içeriği	$n_{\text{Cu}}/n_{\text{Cu+Fe}}$
Fe	3.11 ± 0.02	<0.14	0
FeFeCu	2.23 ± 0.02	0.34 ± 0.02	0.13
FeCu	2.04 ± 0.02	1.63 ± 0.02	0.44
FeCuCu	1.96 ± 0.02	2.44 ± 0.02	0.55
Cu	0.94 ± 0.02	5.93 ± 0.02	0.86

Bu elementlerin etkisini daha iyi anlayabilmek için Şekil 2.5'i incelemek gerekecektir.



Şekil 2.5 Fe ve Cu metallerinin oranlarına bağlı olarak zincirlerdeki parçalanma [22]

Görüleceği üzere metalin karakteristik özelliğine bağlı olarak oluşan hidroksil radikallerinin oranı ve selüloz zincirlerinin parçalanması doğru orantılıdır [22],[23].

2.3.3 Fiziksel Etkenler

Bu etkenler, ışık, ısı ve nem başta olmak üzere insan menşei diğer faktörler de olabilir. Fiziksel etkilerin neden olduğu değişimler kâğıt üzerinde fotokimyasal reaksiyonlara bağlı olarak sararmalardır.

2.4 Kâğıt Onarım ve Koruma İçin Kullanılan Yöntemler

Onarım ve koruma uygulamaları 2 kısımda incelenebilir;

- Fiziksel Koruma
- Kimyasal Koruma

2.4.1 Fiziksel Koruma

Bu işlem için ilk olarak eserler üzerindeki toz, kir, yağ gibi lekeler vakumlu çeker ocaklar altında çıkarılmaktadır. Lekelerin çıkarılması için fırçalar kullanılır. İşlem hızını arttırmak amaçlı elektrik süpürgesi de tercih edilebilir [11]. Yapılan yüzey temizliğine dair görüntüler Şekil 2.6 [25]ve Şekil 2.7'de verilmiştir [26].



Şekil 2.6 Fırça ile yüzey temizleme işlemi [25]



Şekil 2.7 Elektrik süpürgesi ile yapılan temizlik çalışması [26]

Fırça işleminin ardından yumuşak lastik veya hamur silgiler vasıtasıyla kalem izleri, yüzey kiri, sunî kirlenmeler giderilebilir. Tüm bu temizleme işlemleri sadece kuru olarak değil, aynı zamanda sulu olarak da yapılabilir.

Temizleme işlemlerinin ardından tamirat kısmında aşırı derecede zarar görmüş bölümlere Japon kâğıdı veya ipek kâğıdı yapıştırılır. İpek kâğıdı ile onarım Şekil 2.8' de verilmiştir.



Şekil 2.8 İpek kâğıdı ile onarım [23]

Japon kâğıdı ya da ipek kâğıdı ile yırtık, parçalanmış kısımların doldurulması sonrası laminasyon işlemine tâbi tutulur. Kâğıt tamiratında kullanılan en eski ve yaygın teknik olan laminasyon, yüzeyi kir ve tozdan temizlenmiş, arınık ve deasidifikasyon işlemleri tamamlanmış kâğıtların ipek kâğıdı, selüloz asetat veya benzeri sentetik yapraklarla sıcak kaplanması demektir. Bu yöntem 2 kısımda incelenebilir; makine ile yapılan ve el ile yapılan işlemdir. Laminasyon işlemi Şekil 2.9’da verilmiştir [23].



Şekil 2.9 Laminasyon İşlemi [23]

Ayrıca gama ışması, ultraviole ışması gibi yöntemler de fiziksel korumada kullanılan yöntemlerdendir. Ancak bu uygulamaların kâğıt üzerinde olumsuz etkileri fazla olduğundan tercih edilmemeye özen gösterilmelidir [24].

2.4.2 Kimyasal Koruma

Bu işlem için muhtelif kimyasallar kullanılmaktadır. Temel olarak alkoller, fenoller, bazı selüloz türevleri, amonyum tuzları, alkali ajanları şeklinde sınıflandırılabilir. Tüm bu kimyasallar içinde en etkili olanı %70 oranında etil alkoldür [26].

Etil alkolü diğer kimyasallardan ayıran ve kullanılmasında tercih edilen bazı özellikleri mevcuttur. Bunlar, eser üzerinde herhangi bir zehirli kalıntı bırakmaması, uçucu olması olarak ifade edilebilir.

Diğer kimyasallar ise anti bakteriyel ve anti fungal özellik göstermelerine rağmen kâğıt eserlerin mekanik dayanımını düşürmekte, aynı zamanda oksidasyon ile birlikte renk değişimine sebebiyet vermektedir [27].

Etil alkolün eserler üzerine uygulanış biçimi de çeşitlilik göstermektedir. Fırçalama, püskürtme, silme ve daldırma yöntemleri olarak tasnif edilebilir.

NANOTEKNOLOJİ VE NANO YAPILAR

Nanoteknoloji, nanometre ölçeğindeki malzemelerin tasarımı, üretimi, montajı, karakterizasyonu ve bu malzemelerden elde edilmiş minyatür fonksiyonel sistemlerin uygulamalarını inceleyen ve hızla gelişen disiplinler arası araştırma-geliştirme faaliyetlerinin tümünü temsil etmektedir. Bu bölümde tek boyutlu yapılar ile oluşum mekanizmalarına değinilecektir.

3.1 Nanoteknolojinin Uygulama Alanları

- Malzeme ve imalat sektörü
- Tarihi eserleri koruma
- Nano elektronik ve bilgisayar teknolojileri
- Tıp ve sağlık sektörü
- Havacılık ve uzay araştırmaları
- Çevre ve enerji
- Biyoteknoloji ve tarım
- Savunma sektörü

3.2 Nano Yapılar

Pek çok üretim yöntemi kullanılarak farklı morfolojilere sahip nano yapılar üretilebilmektedir. Bu nano yapılar tek boyutlu, iki boyutlu ya da üç boyutlu olabilmektedir.

3.2.1 Bir Boyutlu Nano Yapılar

Enine boyutu nanometre büyüklüklerinde sınırlanmış fakat boyuna boyutu sınırlanmamış olan yapılar olarak tanımlanır. Bir boyutlu nano yapılara nano teller, nano lifler, nano tüpler örnek verilebilir.

3.2.1.1 Nanolifler

Genel olarak nano lifler için çapı 1 mikron ve altındaki lifler tanımı tercih edilmiştir.

3.2.1.1.1 Nanoliflerin Özellikleri

Nanoliflerin özellikleri şu şekilde özetlenebilir [28];

- Yüksek mekanik özelliğe ve esnekliğe sahiptir.
- Mikroorganizmalara ve küçük parçacık geçişine karşı iyi bir bariyerdir.
- Birim ağırlığında iyi mukavemet gösterirler.
- Direkt yüzey kaplamalarında fonksiyonel davranışlar sergiler.
- Oda sıcaklığında kuvvetli, basit sermaye donanımıyla üretilmektedir.
- Üretim için düşük enerji gerekir.
- Ağırlığına oranla yüksek yüzey alanına sahiptirler.
- Sıkı gözenek yapısı vardır.
- Pürüzsüzdür ve kaplama özelliğine sahiptirler.

3.2.1.1.2 Nanoliflerin Kullanım Alanları

Polimerik nanoliflerin kullanım alanları genel olarak Şekil 3.1' de gösterilmiştir [28].



Şekil 3.1 Polimerik nanoliflerin kullanım alanları [28]

3.2.1.1.3 Nanolif Üretim Metodları

Polimer esaslı nanolifler birçok farklı teknik kullanılarak üretilebilmektedir. Bu yöntemler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Fibrilasyon Yöntemi İle Nanolif Üretimi
- Biokomponent Yöntemi İle Nanolif Üretimi
- Eriyikten Lif Çekim Yöntemi İle Nanolif Üretimi
- Elektrospinning Yöntemi İle Nanolif Üretimi

3.2.1.2 Nanoteller ve Nanorodlar

Bir nanotel, enine boyutu nanometre büyüklüklerinde sınırlanmış fakat boyuna boyutu sınırlanmamış olan yapılar olarak tanımlanır. Tipik olarak, nanotellerin uzunluğunun çapına oranı (görünüş oranı) 1000 veya daha fazladır. Bu nedenle de bir-boyutlu maddeler olarak bilinirler. Nanorodlar ise çapları daha geniş; ayrıca uzunlukları sınırlandırılmış tek boyutlu nano yapılarıdır.

Metalik ve yarıiletken malzemelerin nanotel ve nanorodları, eşsiz fiziksel özelliklerinden dolayı pek çok araştırma için ilgi çekicidir. Nanoteller ve nanorodlar, nanoteknoloji alanında çalışan araştırmacıların ön planda tuttıkları konulardır. Tipik

olarak nanoteller ve nanorodlar tek kristal ve yüksek anizotropiye sahiptirler. Nanotellerin ve nanorodların kesit görünüşleri düzgün yapıdadır. Kimyasal içerik, uzunluk ve büyüme doğrultularını kapsayan anahtar parametreler nanotellerin ve nanorodların kontrollü bir şekilde büyümelerine olanak vermektedir.

3.2.1.3 Nanotüpler

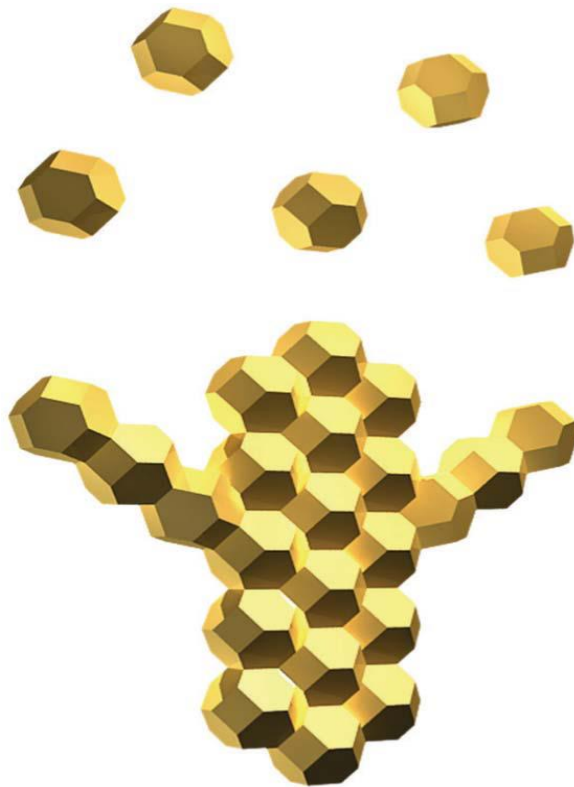
Çeşitli kalsinasyon sıcaklıklarında sentezlenen içi boş, tek boyutlu nano yapılarıdır. İçi boş metal nano yapılar eşsiz katalitik, manyetik, elektronik ve optik özellikleri sebebiyle geniş ölçüde araştırılmaktadır. Özellikle, metal nanotüplerin geniş yüzey alanı, duvar kalınlıklarının kontrol edilebilmesiyle istenilen kazandırma gibi çeşitli üstünlükleri ön plana çıkılmalarını sağlamaktadır. Metal nanotüpler; sensörler, askeri uygulamalar, katalizler gibi çeşitli uygulamalarda tercih edilmektedir[29].

3.2.1.4 Nano Yapıların Büyüme Mekanizması-Ostwald Olgunlaşması

Nano yapıların büyüme mekanizması ile ilgili her ne kadar günümüzde pek çok teori ortaya atılsa da en kabul görür olanı Ostwald Olgunlaşması'dır.

Çekirdeklenme mekanizmasına baktığımızda homojen ve heterojen çekirdeklenme olmak üzere iki kısma ayrıldığını görmekteyiz. Nano yapılarda homojen çekirdeklenme olması için termodinamik açıdan nano partikülün toplam serbest enerjisi, yüzey serbest enerjisi ile kütle serbest enerjisinin toplamına eşit olmalıdır. Ancak nano yapılar aksi şekilde yani heterojen büyüme göstermektedirler. Bahsedildiği üzere bu şekilde büyüme göstermelerinin sebebi termodinamik koşullardır [30]. Ostwald olgunlaşmasına değinecek olursak; aşırı doymuş bir katı çözeltinin sıcaklığı düşülerek yeni fazın çökmesi sağlandığında, oluşan bu yeni fazın tek bir büyük parçacık olarak değil, anafaz içinde dağılmış çok sayıda ufak çökeltiyle kendini göstermeye başladığı anlaşılmaktadır. Dönüşümün birçok farklı noktada başlaması, farklı konumlarda çekirdeklenen bu ufak çökeltilerin, aşırı doymuş katı çözeltinin konsantrasyonunda hızlı bir azalma olmasından kaynaklanmaktadır. Aşırı doymuş çözeltilerden ayrılmak isteyen çözünmüş atomların tek bir büyük parçacığa doğru yayılmaları uzun zaman gerektireceğinden dönüşümün birçok farklı konumda ufak çökelti şeklinde çekirdeklenmesi süreci kısaltmakta yani kinetik açıdan avantaj sağlamaktadır. Tek bir

büyük çökelti yerine birçok küçük çökeltinin oluşması kinetik açıdan avantajlı olmasına rağmen, sürece enerji perspektifinden baktığımızda, daha avantajlı durumun küçük çökelti yerine büyük parçacık oluşması gerektiği görülmektedir. Çünkü çökeltinin boyutları küçüldükçe, hacmine kıyasla daha çok yüzey alanına sahip olacaktır. Yüzey alanı/hacim oranının yüksek olması da çökeltinin yüzeyinde iç kısımlara kıyasla yüksek atom miktarına sahip olduğu anlamına gelmektedir. Bu da, özellikle anafaz ve çökelti arasındaki ara yüzeyin bağdaşmaz niteliğe sahip olduğu yani çökeltinin daha kararsız bir durumda olmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla; çökeltinin başlangıcında çok sayıda ufak çökelti oluşması dönüşümün kolay başlamasını sağlamasına rağmen, ki bu da kinetik avantajdır, uzun vadede termodinamik yasa gereği sistem daha büyük parçacıklar oluşmasına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle çökeltilerin büyümesi bu şekilde ilerlemekte, küçük çökelti anafaz içinde tekrar çözünürken büyük çökelti çözünen çökeltiye gelen atomların katılımıyla büyümeye devam etmektedir. Bu tarz büyüme Şekil 3.2’de gösterildiği üzere Ostwald Olgunlaşması olarak adlandırılmaktadır [31].

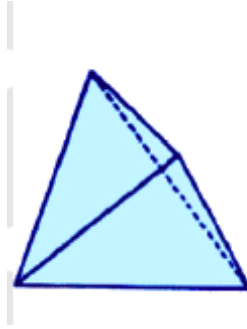


Şekil 3.2 Ostwald olgunlaşması ile büyüyen gümüşe ait görüntü [31]

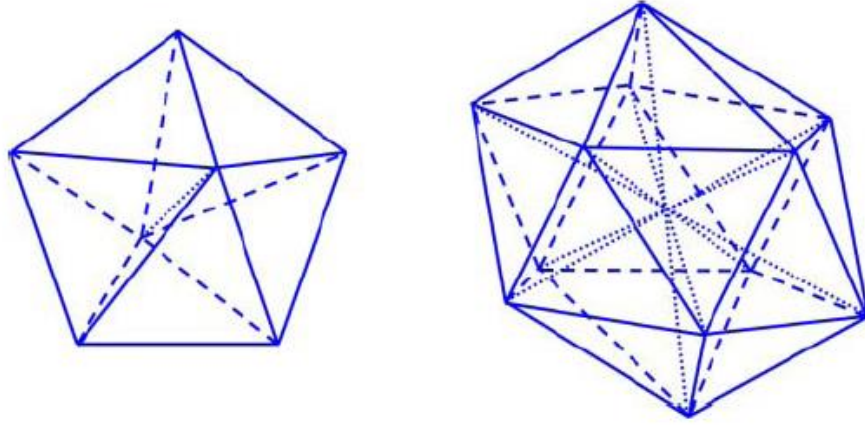
3.3 Bir Boyutlu Nano Yapıların Oluşum Mekanizmaları

Nano yapıların üretiminde, solvotermal, hidrotermal, sol-jel gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler esnasında başlangıç malzemeleri olarak bazı sürfaktantlar, indirgeyiciler tercih edilmektedir. İşlemler neticesinde sadece küresel formda değil; ayrıca tel, rod, geometrik formlar gibi farklı morfolojilere sahip nano yapıların üretilbildiği görülmektedir. Nano yapılarda termodinamik açıdan kararlı olan formda yani küresel formda oluşma eğilimindedir. Ne var ki; kullanılan sürfaktant, sıcaklık, pH gibi parametreler dışında metalin doğası gereği sahip olduğu bazı özellikleri de nano yapıların küresel değil, tel, rod veya çok daha farklı morfolojilerde oluşmasına sebebiyet vermektedir.

Altın (Au), bakır (Cu), gümüş (Ag) ve çinko (Zn) gibi metallerin sahip olduğu bu özellik 'Beşli İkizlenme' (Fivefold Twinned) olarak isimlendirilmektedir. İkizlenme, bilindiği üzere bir kristal yapının sahip olduğu bir düzlemin iki tarafında simetrik iki farklı yönelim göstermesiyle teşekkül etmektedir. 'Fivefold Twinning' mekanizması kübik yüzey merkezli geçiş metallerinde sık görülen bir hadisedir [32]. Bu ikizlenme mekanizması, çekirdeklenme olayında tetrahedra alt birimlerinin oluşmasında etkilidir. Bu alt birimler Şekil 3.3' de verilmiştir. Tetrahedranın oluşturduğu kompozisyonlar da dekahedron ve ikosahedrondur ve bu kompozisyonlar Şekil 3.4' de verilmiştir [33].



Şekil 3.3 Tetrahedra yapısına ait görüntü [33]



Şekil 3.4 Düzenli tetrahedraların birleşmesi ile oluşan dekahedron (a) ve ikosahedron yapıları (b) [33]

Bahsi geçen bu kompozisyonların oluşturulduğu tetrahedra yapısına sahip metaller, pH, sıcaklık, sürfaktant gibi diğer yardımcı parametreler ile tek boyutlu biçimde büyüme gösterebilmektedirler. Bulunduğu şartlar neticesinde tetrahedra yapısı da farklı büyüme özelliklere sahip olabilmektedir. ‘Beşli ikizlenme’ mekanizmasını gösterenler Çizelge 3.1’de verilmiştir [34].

Çizelge 3.1 Beşli ikizlenme mekanizmasını doğal yapısı itibariyle gösterenler [34]

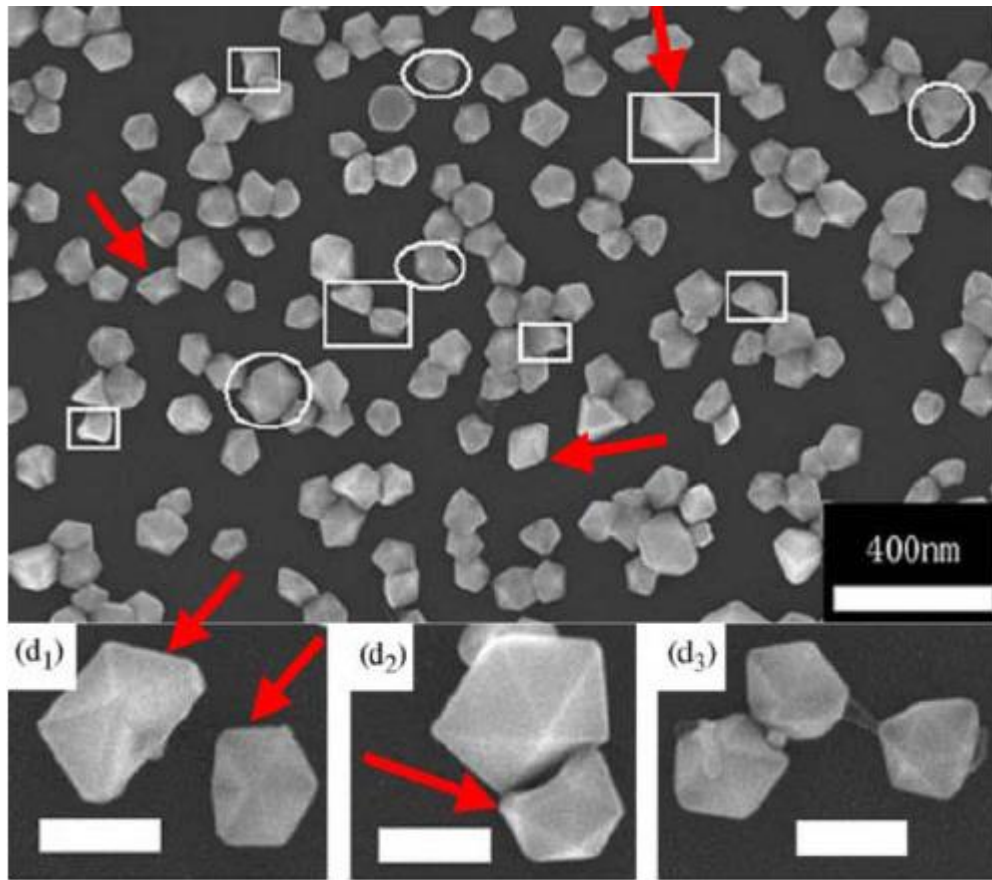
Madde	
Au	(1831)
Ag	(1944)
Cu	(1882)
C (dc)	(1863)
ZnS	(1882)
FeS ₂	(1977)
MgAl ₂ O ₄	(1877)
Fe ₃ O ₄	(1984)
virus	(1958)
protein	(1997)

Tüm bu anlatılanlar ışığında şu neticelere varılabilir: Doğası gereği sahip olunan özellikler dışında üretim yöntemlerinde kullanılan sürfaktant, sıcaklık, pH gibi parametreler bir boyutlu nano yapıların meydana gelmesinde etkilidir.

3.4 Gümüş Esaslı Nano Yapılar ve Oluşum Mekanizması

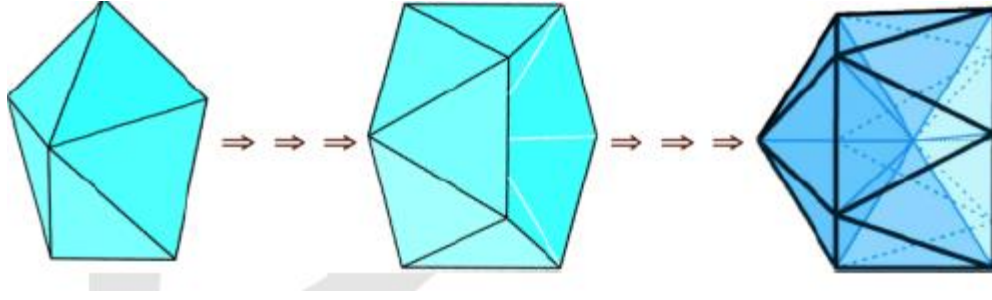
Gümüş nano partikülleri eşsiz özellikler sergilemektedir. Bu özelliklere örnek olarak antibakteriyel, optik, iletkenlik, fotokatalitik etkileri gösterilebilir. Oluşum mekanizması kısmında anlatıldığı üzere işlem esnasında kullanılan sürfaktantlar, tercih edilen sıcaklık, pH gibi parametreler ile sadece küresel formda değil ayrıca tel, rod, tüp morfolojilerinde muhtelif gümüş nano yapıları elde etmek mümkündür.

Mekanizmayı irdelemek için SEM görüntüsü ihtiva eden Şekil 3.5'den faydalanılmıştır [35].



Şekil 3.5 Gümüş nano yapıların büyüme mekanizmasına ait SEM görüntüsü [35]

Şekil 3.5' de görüldüğü gibi gümüş nano yapıların ilk önce 5 tetrahedradan oluşan dekahedron; ayrıca yine aynı şekilde 10'dan fazla tetrahedradan oluşan ikosahedron kristal yapılarını oluşturduğu anlaşılmaktadır. Sistemde herhangi bir sürfaktant olmaz ise ikosahedronlar büyümeye devam edecek ve neticede çoğu küresel formda olan nano yapıların oluşumuna sebebiyet verecektir. Ancak herhangi bir sürfaktant müdahalesi ile büyüme doğrultusu değiştirilebilmektedir. Şöyle ki:

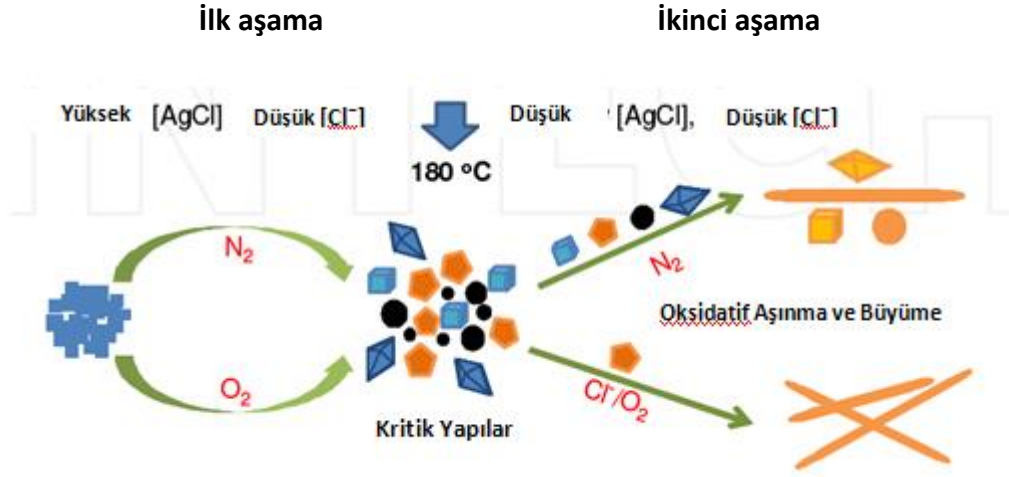


Şekil 3.6 Dekahedra yapının prizma dekahedron ile bağ kurarak ikosahedron yapısını oluşturması [35]

Şekil 3.6 'da dekahedra yapının prizma dekahedron ile bağ kurarak ikosahedron yapısı oluşturması gösterilmiştir [36]. Büyüme aşamasında meydana gelen bu olayda başta sürfaktantın varlığı olmak üzere diğer parametreler de prizma dekahedron kristal kafesinin bazı yüzeylerine, (1 0 0) yüzeyi örnek gösterilebilir, müdahale etmekte ve yapının uzamasına sebebiyet vermektedir. Böylece küresel form yerine rod, tel formunda yapılar elde edilebilmektedir.

Sonuç olarak, yani tek boyuta indirgeyerek, gümüşün sahip olduğu eşsiz özellikler arttırılmış olmaktadır. Bu tez çalışmasında da gümüş çalışılmasının sebebi gümüşün antibakteriyel özelliklerini tarihi eserler üzerinde etkili kılmaktır.

Bunların dışında atmosfer de morfoloji oluşumda etkilidir. Şöyle ki; üretim aşamasında oksijen atmosferi kullanılırsa ve küp oluşumunu sağlayacak kadar klor iyonu mevcut değilse söz konusu ortamda tel oluşumu meydana gelmektedir. Tel oluşumuna ait görüntü Şekil 3.7'de verilmiştir [37].



Şekil 3.7 Atmosfer ortamına göre morfolojideki değişiklik [37]

ELEKTROSPINNING İŞLEMİ

Bu bölümde elektrospinning işlemi teorisi ile birlikte ele alınmıştır.

4.1 Elektrospinning İşlemi

Elektrospinning işlemi, bir şırınganın içine yerleştirilmiş olan sıvının (uygulanan genellikle polimer çözeltisi ya da eriyiği) bir güç kaynağı yardımıyla yüksek elektrik alana maruz kalması, oluşan elektriksel kuvvetin söz konusu sıvının yüzey gerilimini yenmesi ve bir jet oluşturarak, ki buna Taylor jeti denir, toplayıcı plakanın üzerinde nano veya mikro boyutlu lif yapılarının eldesi mantığına dayanmaktadır [37].

4.2 Elektrospinning İşleminin Tarihsel Gelişimi

Bu işlemin temelleri yaklaşık olarak 400 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. 'Elektrohidrodinamik atomizasyon ya da püskürtme' olarak bilinen bu yöntem 1600 yıllarında William Gilbert tarafından denenmiş ve pürüzsüz bir yüzeydeki su damlasının belirli bir mesafeden tutulan yüklü kehribar parçasıyla koni şeklini aldığı tespit edilmiştir [38],[39].

1934'lere gelindiğinde Anton Formhals tarafından arka arkaya muhtelif patentler alınmıştır [40]. 1952'de ise Vonnegut ve Neubaunen tek dağılımlı damlaların 1,0-0,1 mikrometre aralığında sağlanabileceğini göstermiştir [41].

Sir Geoffrey Ingram Taylor 1969 yılında, bir sıvı damlasını koni şekline dönüştürmek için gereken kritik elektrik gerilime ait durumu belirlemiş ve koninin, elektrik alan ve yüzey gerilimi kuvvetlerinin eşitliğinde oluştuğunu göstermiştir. Ayrıca Taylor kendi adıyla anılacak olan koninin (Taylor Konisi) teorik olarak yarı açısının $49,3^\circ$ olduğunu söylemiş

ve birçok fotoğrafla bu teorisini desteklemiştir. Taylor'un kritik voltaja ait denklemi (4.1)'de verilmiştir [42].

$$V_c^2 = 4 * \frac{H^2}{L^2} * \left(\ln \frac{2L}{R} - \frac{3}{2} \right) * (0.117 * \pi * \gamma * R) \quad (4.1)$$

Burada;

- V_c : Kritik Voltaj
- H: Kapiler ve toplayıcı arası mesafe
- L: R yarıçaplı kapilerin uzunluğu
- γ : Sıvının Yüzey gerilimini ifade etmektedir

Sonraki yıllarda yapılan araştırmalar ile yöntem çok daha fazla tercih edilir olmuştur. Yöntemin avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

- Ucuz bir yöntemdir.
- Çeşitli polimerlere uygulanan bir yöntemdir.
- Filtreleme etkinliği yüksektir.
- Üretim hızı yüksektir.
- Yüksek uzunluk/çap oranına sahiptir.
- Yüksek yüzey alanına ve yüksek gözenekliliğe sahiptir.

Bahsi geçen avantajlarının yanında dezavantajları da mevcuttur;

- Kullanılan organik çözücülerin neden olduğu toksisite ve ağ yapısının mevcut oluşu.
- Düzgün fiberlerin oluşturulması için gerekli parametrelerin çok fazla olması [43].

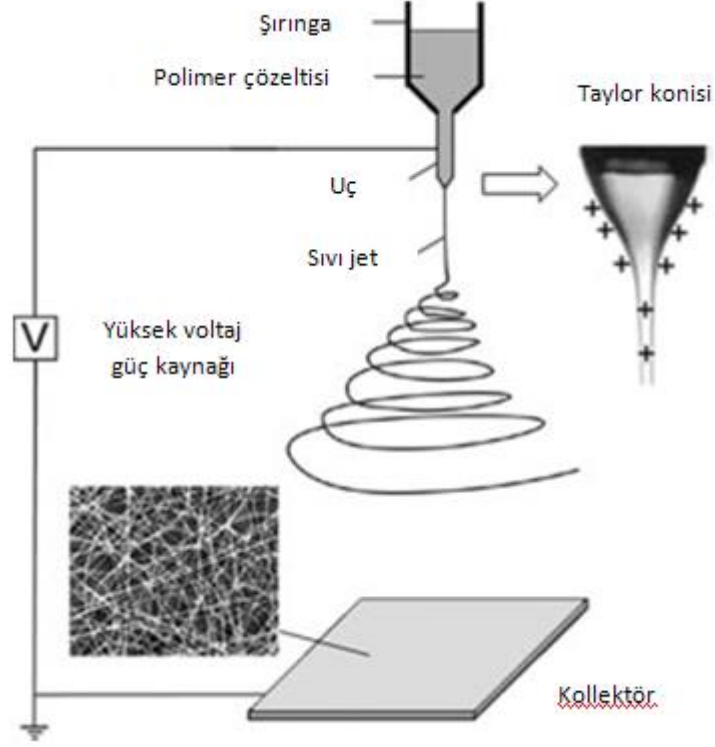
4.3 Elektrospinning Düzeneği

İşlem düzeneği basit olarak 3 kısımdan oluşmaktadır [44]:

- Şırınga ya da kapiler
- Yüksek voltaj güç kaynağı

➤Topraklanmış bir toplayıcı

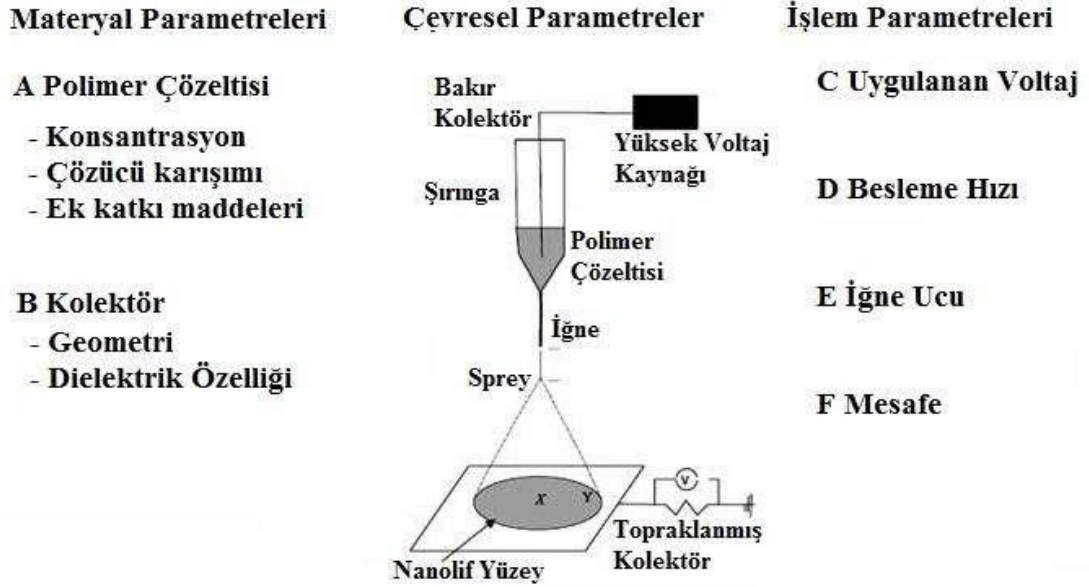
Elektropinning işleminin düzeneği Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Elektrospinning işleminin düzeneği [44]

4.4 Elektrosinning İşlemini Etkileyen Parametreler

Elektrosinning işlemini etkileyen başlıca üç farklı parametre vardır. Bu parametreler üç farklı başlıkta Şekil 4.2’de gösterilmiştir [45].

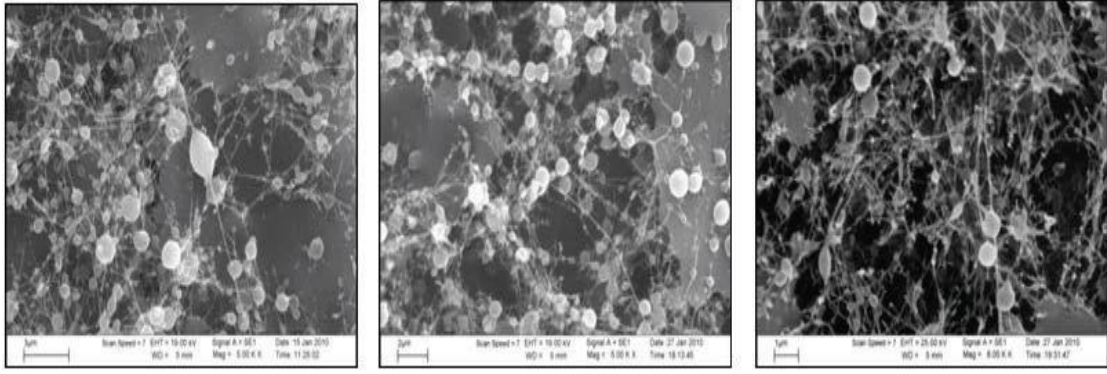


Şekil 4.2 Elektrosinning yöntemine etki eden parametreler [45]

4.4.1 Viskozite / Konsantrasyon

Bilindiği üzere bu iki kavram birbiriyle ilişkilidir ve doğru orantılıdır. Viskozitenin elektrosinning üzerindeki etkiye baktığımızda, diğer parametreler de göz önüne alındığında morfoloji üzerinde en belirleyici faktörlerden biri olduğu görülmektedir. Farklı konsantrasyonlarda çözelti hazırlamak için seçilen çözücüler de önemlidir. Çözücü materyal, başta polimer çözeltisi içindeki zincir yapısını belirlemekte, lif çekimi esnasında elektrikleymeyi kolaylaştırmakta, yüzey gerilimini ve lifleri yığın halinde toplayıcı elektroda toplarken buharlaşma ve katılaşma oranını etkilemektedir.

Düşük viskozite değerlerinde boncuksal yapılar meydana gelmektedir [46]. Boncuksu yapılar için Şekil 4.3’teki (a), (b) ve (c) verilmiştir [47].



(a)

(b)

(c)

Şekil 4.3 Boncuksu yapılara örnek [47]

Yüksek viskozite değerlerinde ise fiberlerin çapının arttığı gözlenmiştir.

4.4.2 İletkenlik/Solüsyon Şarj Yoğunluğu

Solüsyon iletkenliği ya da şarj yoğunluğunu arttırmak daha tek düze bir yapının oluşmasına sebebiyet vermektedir. Elektrospinning işlemi esnasından uygulanan yüksek voltajın iğneden polimer çözeltisine geçmesi beklenmektedir ve bilinmelidir ki sıfır iletkenlik özelliğine sahip bir polimer çözeltisinden kesinlikle elektro lif çekim işlemi uygulanarak lif elde edilemez. Bu nedenle çözücüler, polimerleri iyonlarına ayrıştırarak iletkenlik kazandırmak ya da polimerin iletkenliğini artırmak için uygulanmaktadır. Bu çözücüler tuz ya da bazı alkoller olabilir. Ancak belirtilmelidir ki, alkoller az da olsa boncuksu yapıların oluşmasına neden olabilir.

4.4.3 Yüzey Gerilimi

Bu etkiyi incelemek için iki örnek vermek yerinde olacaktır: Polietilen oksit (PEO) ve Polivinil alkol (PVA) solüsyonlarına etanol ilâvesi farklı sonuçları doğurmaktadır. PEO çözeltisine etanol ilâvesi, yüzey gerilimini düşürmek ile birlikte boncuksu yapıların da oluşumunu azaltmaktadır. Ancak PVA' da aynı neticelere ulaşılamamaktadır. PVA' ya ekleme, PEO' da olduğu gibi, yüzey gerilimini düşürmektedir ancak boncuksu yapıların artmasına sebebiyet vermektedir. Farklı kimyasallara göre boncuksu yapıların miktarlarındaki değişim doğru bir tasnifin de yapılmasını zorlaştırmaktadır [46].

4.4.4 Akış Hızı

Akış hızı fiber oluşumu ile ters orantılı olarak değişmektedir. Düşük akış oranlarında daha düşük çaplara sahip fiberler oluşurken, bunun yanında boncuksu yapıların sayısında artış gözlenmektedir. Akış hızı arttırıldığında fiber çapı artmakla birlikte boncuksu yapıların sayısında düşüş meydana gelmektedir [48].

4.4.5 Uygulanan Voltaj

Voltaj, elektrospinning yöntemlerine ismini veren birimdir. Yüksek voltaj kaynağından uygulanan yüksek gerilim, spreylere oluşturur ve polimer çözeltilerine yüzey yükü sağlar. Uygulanan voltaj değeri oluşan spreylere olan etkisini en fazla istikrarsız ve uzama alanında göstermektedir.

Voltaj, parametreler içerisinde önemli yer teşkil etmektedir. Voltajın düşük tutulması daha düzgün fiberlerin oluşmasına neden olmakla birlikte, değerinin arttırılması ile boncuksu yapıların sayısında artış gözlenmektedir.

4.4.6 Polimerin Molekül Ağırlığı

Molekül ağırlığı boncuksu yapıların sayısı ile ters orantılı değişmektedir. Ancak dikkat edilmesi gereken bir husus vardır: Molekül ağırlığı yüksek olan polimerlerin viskoziteleri de aynı derecede yüksek olacaktır. Bu nedenle elektrospinning işlemi için optimum viskozite değerini yakalamak oldukça önem arz etmektedir.

4.4.7 Kollektör Arası Mesafe

Araştırmalar göstermiştir ki, kolektör ve şırınga arasında minimum bir mesafe olmalıdır. Nedeni, kolektöre ulaşan fiberlerin kuruyabilmesi için yeterli süreye ihtiyaç olmasıdır. Mesafenin çok kısa ya da uzun olması boncuk oluşumuna neden olmaktadır [49].

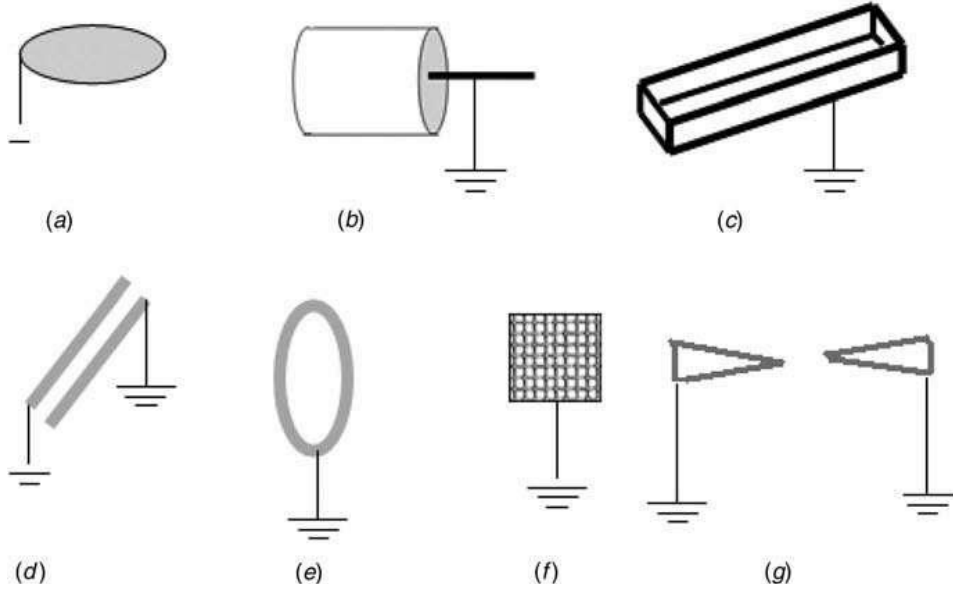
4.4.8 İğne Ucu

Metal iğneler kullanıldığı kadar iletken olmayan cam ve plastik iğneler de elektrospinning yöntemi ile nano lif eldesinde kullanılmaktadır. Yüksek iletkenliğe sahip olan elektrotların kullanılması her zaman üretimdeki verimliliği artırmıştır. İğne içi

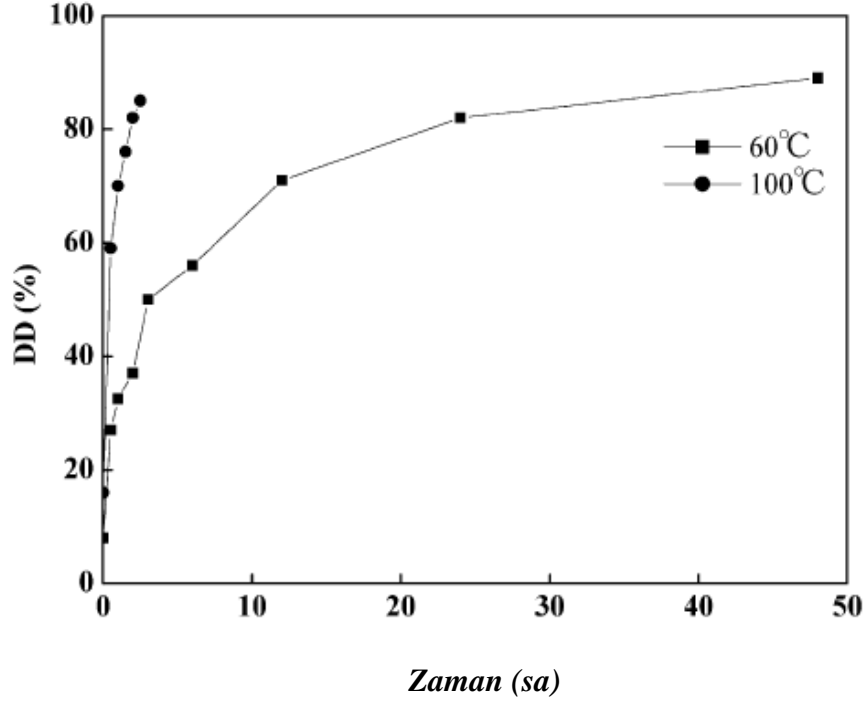
genişliklerinin ise lif çapına olan etkisi büyüktür ve genelde küçük iç çapına sahip olan iğneler daha küçük lif çapına sahip nano yüzeyler oluşturmaktadır. Diğer yandan iğne ucu tıkanması iğneli sistemin en büyük sorunlarından biridir. Bu nedenle iğne seçimi lif çekim işleminin devamlılığı açısından önemlidir

4.4.9 Toplayıcı Tipi

Şekil 4.10'da belirtildiği gibi elektrospinning işleminde farklı çeşitlerde toplayıcılar kullanılmaktadır. Toplayıcı elektrot geometrileri, kullanım yerlerine bağlı olarak verimlilikleri değişmektedir. Bunun dışında önemli olan bir diğer faktör ise toplayıcının yapıldığı malzemedir. Nano lifler toplayıcı elektrotta toplanırken üzerindeki elektriksel yükün üzerinden kaldırılması gerekmektedir ve bu nedenle toplayıcı elektrotlar iyi iletken materyalden yapılmalıdır. Diğer taraftan nano liflerin üzerine toplandığı karton kâğıt alüminyum folyo, dokusuz yüzey gibi destekleyici materyallerin lif çapına ve morfolojisine etkisi büyük olduğu anlaşılmıştır.



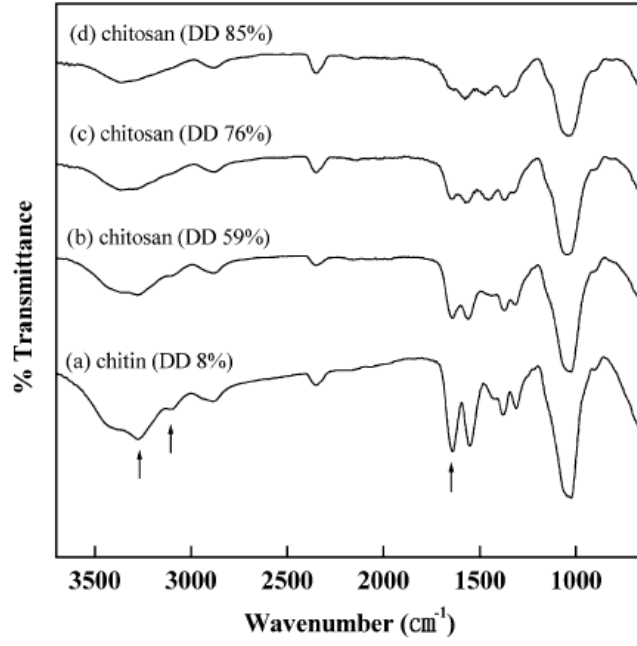
Şekil 4.4 Elektrospinning yönteminde kullanılan farklı toplayıcılar [49]



Şekil 5.2 60° ve 100°C'deki reaksiyon sürelerine bağlı olarak deasetilasyon derecelerindeki değişme [53]

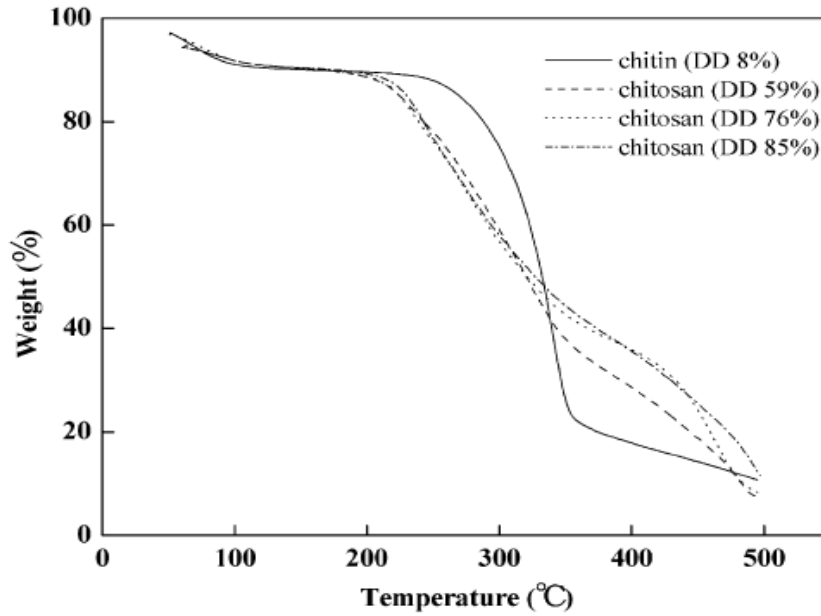
Şekil 5.2'den anlaşılacağı üzere sıcaklığın artmasıyla birlikte deasetilasyon derecesinde yükselme meydana gelmekte ayrıca süre de dikkate değer biçimde düşmektedir.

Şekil 5.3'da aynı şekilde deasetilasyon derecesi ile FTIR sonuçları arasındaki ilişki incelenmiştir. FTIR sonuçlarının belirttiği üzere, deasetilasyon derecesi arttıkça 1700 cm^{-1} 'de amid gruplarındaki titreşimlerin azalması sebebiyle karakteristik adsorpsiyon piklerinin belirgin şekilde yoğunluğunun azaldığı tespit edilmektedir.



Şekil 5.3 Kitinin deasetilasyon derecesine bağlı olarak FTIR sonuçları [53]

Şekil 5.4’da gösterildiği gibi TGA sonuçları da deasetilasyon derecesinin termal özelliklerde değişiklikler meydana getirdiğini doğrulamaktadır. TGA eğrileri irdelenecek olursa termal bozunma sıcaklığının 330°C’den 270°C’ye düştüğü söylenebilir.



Şekil 5.4 Deasetilasyona bağlı olarak TGA değişimi [54]

5.1.1 Kitosanın Özellikleri

Bu bölümde kitosanın temel özellikleri ile birlikte termal özellikleri de irdelenecektir.

5.1.1.1 Kitosanın Temel Özellikleri

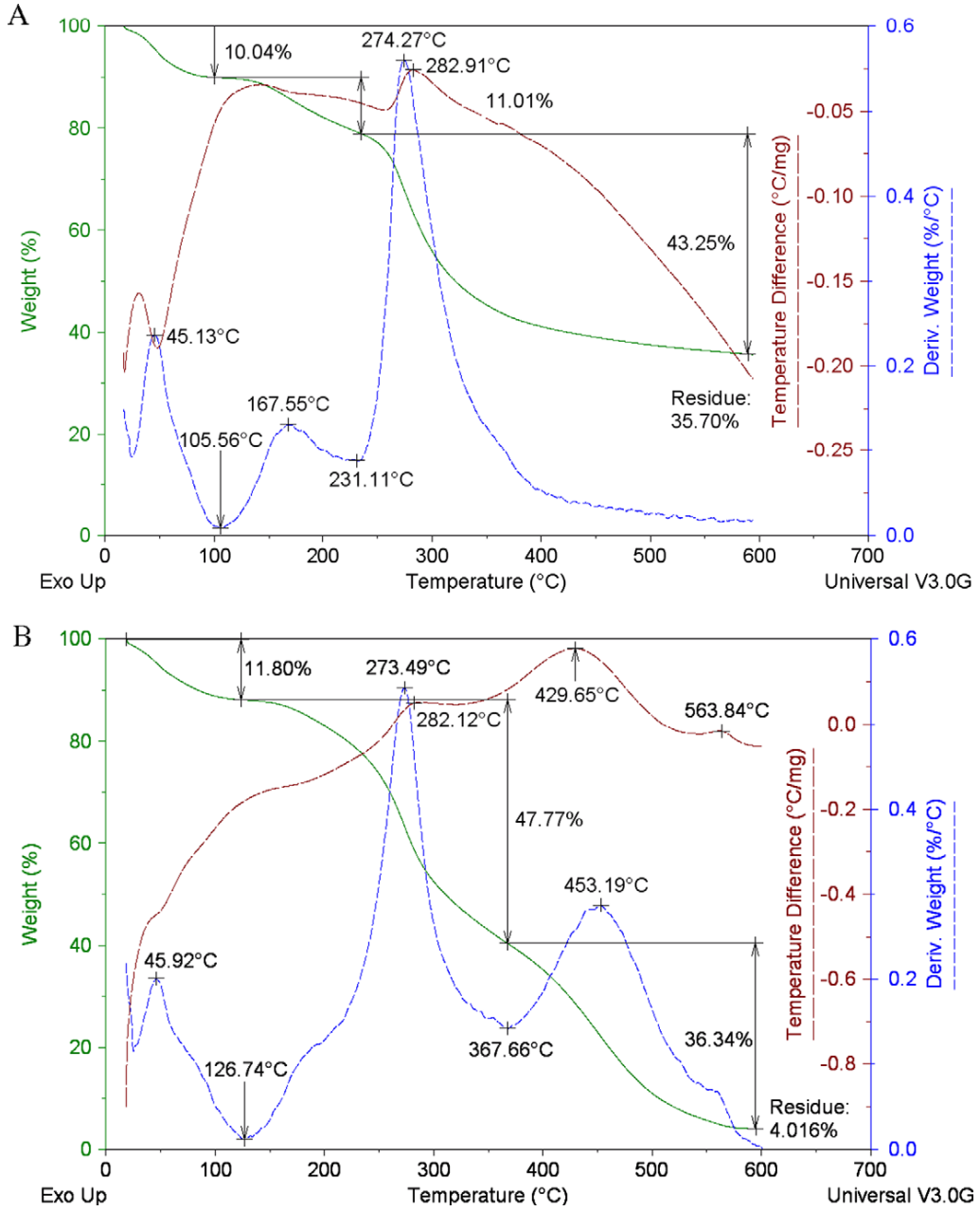
Kitosan polimerinin sahip olduğu belirli özellikler aşığıda maddeler hâlinde sıralanmıştır:

- Hidrofilik bir polimerdir. İçerisinde çok sayıda polar grup içerir.
- Monomerine verilen isim glukosamindir.
- Doğada selülozdan sonra en çok bulunan kitinin bir türevidir.
- Biyouyumlu, biyobozunur gibi özellikleri il birlikte toksik değildir.

Başta sağlık alanı olmak üzere, gıda ürünlerinin saklanması, doku mühendisliğinde, ilâç taşınımında çok tercih edilir [54],[55]

5.1.1.2 Kitosanın Termal Özellikleri

Bu bölümde saf kitosan ile birlikte kitosan bazlı farklı bileşenlerin termal analizleri üzerinde durulmuş ve meydana gelen değişiklikler irdelenmiştir. Literatür çalışmalarından alınan TG/DTG/DTA örnekleri Şekil 5.5’de belirtilmiş ve sonuçlar kitosanın termal analizini genel bir bakış açısıyla irdelememize yardımcı olacaktır [56].



Şekil 5.5 Kitosanın A: azot (N₂) ve B: oksijen (O₂) ortamlarındaki TG/DTG/DTA sonuçları [52]

Analizler sonucu şu yorumlar yapılabilmektedir: N₂ ortamında yapılan analiz sonucu kitosan içerisinde %10 civarında yüzeye tutunan suyun mevcut olduğu ve bunun da 100°C'nin altında uzaklaştığı görülmüştür. Bu da suyun yüzeye zayıf olarak tutunduğunu ya da kitosan molekülleri ile zayıf hidrojen bağı yaptığını açıklamaktadır. Diğer bozunmanın ise 100°C'nin üzerinde olduğu ve yaklaşık 168°C' de maksimum seviyeye ulaştığı; buna bağlı olarak da kimyasal bağı suyun uzaklaştığı görülmektedir. %43' lük asıl kütle kaybın ise 230°C ilâ 400°C arasında meydana geldiği ve bunun

nedeninin de kitosan zincirlerindeki depolimerizasyon, dehidratasyona bağlı olarak zincirlerin parçalanmasından kaynaklandığı söylenebilir. DTA analizindeki endotermik pik de zincirlerin parçalanması sebebiyle oluşmuştur [57].

O₂ atmosferinde ise zayıf hidrojen bağına sahip suyun 50°C' nin altında; kimyasal bağlı suyun ise 180°C civarında uzaklaştığı görölmektedir. %48 oranında ve 274°C' de meydana gelen kaybın nedeni de polimer zincirlerinin parçalanmasıdır. N₂ atmosferine kıyasla O₂ atmosferinde 400°C' de bir pik daha oluşmuştur. Bunun nedeni de oksidasyon olayıdır. Bu olay da DTA' da ekzotermik bir pik vermiştir.

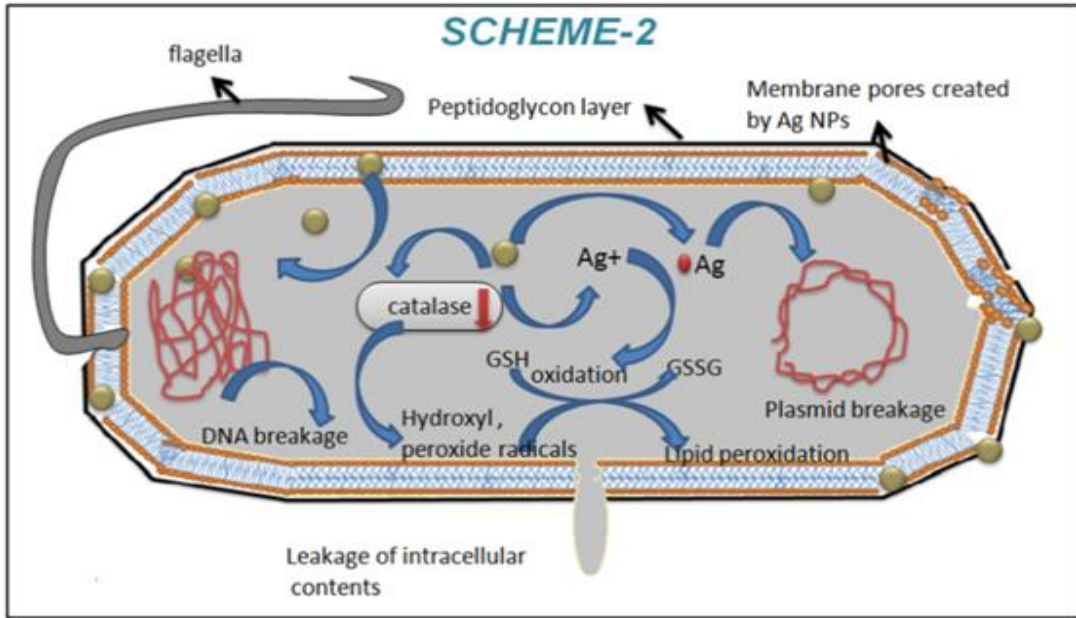
Sonuç olarak kitosanın termal bozunumu hakkında şunlar söylenebilir: O₂ atmosferindeki termal bozunma N₂ atmosferine kıyasla daha yüksek sıcaklıkta meydana gelmiştir. Bunun nedeni de O₂' nin kitosan ile çapraz bağlı köprüleri oluşturmasıdır [57].

BAKTERİ VE VİRAL YAPILAR

Bu bölümde bakteri ve viral yapılar ele alınmıştır.

6.1 Bakteri Yapısı

Bakteri yapısı Şekil 6.1'de verilmiştir.



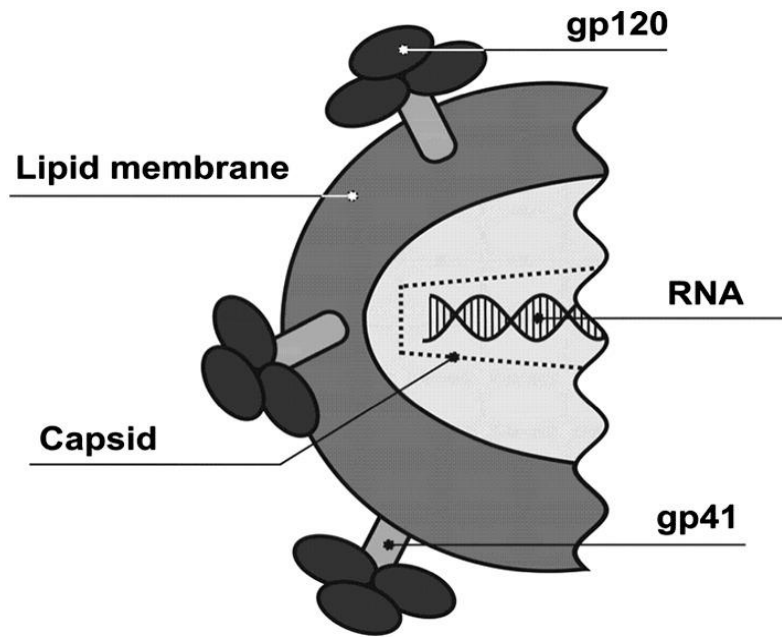
Şekil 6.1 Bakteri yapısı

Bakteri hücre duvarı plazma zarının dış kısmında şeker ve aminoasitlerden meydana gelen peptidoglikan denen özel bir katmandır. Bu peptidoglikan tabakasında pek çok reseptör ve enzim mevcuttur. Gümüş iyonları negatif yüklü bu özel katmanla kolayca bağlanabilmektedir. Bu bağlanma neticesinde de hücre duvarı üzerindeki reseptör ve enzimlerle temasa geçmekte ve tiol grupları (-SH) ile etkileşmektedir. Tiol grupları protein katmanlarının oluşmasında etkili olduğu için nanopartiküllerin bağlanmasıyla bu katmanlardaki oluşum, yani protein dizilimi yanlış gerçekleşmekte ve neticesinde

metabolizma bozulmaktadır. Nanopartiküllerin bu tip hücreler üzerindeki etkisinin nedeni taşıdıkları reaktif oksijen gruplarıdır ve 'ROS' diye ifade edilmektedir [58].

6.2 Viral Yapılar

Virüs, DNA ya da RNA içeren, protein kılıfı ile kaplıdır. Bu protein kabuklarına kapsid denmektedir. En dış kabukta da lipid bir zar bulunmaktadır ancak şunu belirtmek gerekir ki lipid zar her virüste mevcut değildir. Lipid zarı ihtiva eden virüslerde bu katman üzerinde protein esaslı yapılar vardır. Nano yapıların virüslere tutunması bu protein yapılar ile etkileşime girmesiyle meydana gelmektedir. Lipid zara sahip olmayan virüs türlerinin nano yapılarla etkileşimi ise kapsid zarı üzerinde taşınan enzimlerle olmaktadır. İnsan virüsünün yapısı Şekil 6.2' de verilmektedir [59].



Şekil 6.2 İnsan virüsüne ait görünüm [59]

Mikroorganizmalar insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Özellikle gün geçtikçe kullanılan ilaçlara direnç kazanmaları, onları her zamankinden daha tehlikeli bir duruma getirmektedir. Mikroorganizmalar sınıfına kabûl edilip edilmediği hâlen tartışmalı olan ve insan sağlığına daha yüksek derecede tehditkâr olan viral yapılardır. Viral yapılar, canlı hücreleri enfekte edebilen ve yalnızca bu yolla çoğalabilen

mikroskobik taneciklerdir. Bu yapıların sebep olduğu ölümcül salgınlar karşısında kullanılan aşilar sadece bir kısım virüslere karşı etkili olduğu için kesin bir netice vermemektedir.

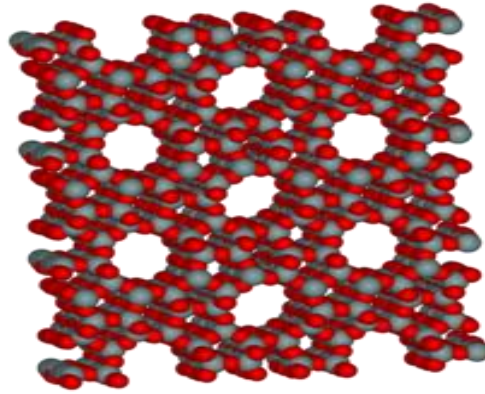
ZEOLİTİN TANIMI VE YAPISI

Bu kısımda gözenekli yapıya sahip zeolitin özellikleri irdelenmiştir.

7.1 Zeolitin Tanımı ve Özelliklerinin İzahı

Zeolit, muntazam ve moleküler düzeyde gözeneklere sahip kristalin yapılardır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda polikristalin zeolit tabakaları gözenekli altlık yapılara eklenerek zeolit kaplama olarak üretilmektedir [60].

Zeolit yapısı Şekil 7.1' de verilmiştir; ayrıca Zeolitin özellikleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:



Şekil 7.1 Zeolit yapısı

- Kristal yapıda hidrasyona uğramış alüminyum silikatlardır.
- Pek çok ticarî ürünü mevcuttur.
- Herhangi bir zeolit kristalinin en küçük yapı birimi SiO_4 ve AlO_4 dörtyüzlüsüdür.
- Dörtyüzlülerin uzayda değişik biçimde birleşmelerinden zeolitin bir bal peteğine benzer gözenek ve kanalları içeren kristal yapısı oluşur.

- Silisyum iyonunun bulunduğu dörtyüzlüler kararlı yapıda iken alüminyum bulunduğu dörtyüzlüler kararsız yapıdadır. Bu kararsız yapılarını gidermek için elektrik yükünün dengelenmesi yani ek artı bir yüke ihtiyaç vardır. Bu ek artı yük değiştirilebilir katyonlarca sağlanabilmektedir.
- Ticarî ürünler $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ oranına; ayrıca yapılan katyon yüklemesine göre tasnif edilmektedir.
- ZSM-5 (23:1), Zeolit Y (5,1:1), Zeolit Y (12:1) gibi çeşitleri vardır. Parantez içinde belirtilen oranlar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ oranını vermektedir.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu bölümde yapılan deneysel çalışmalar ele alınmıştır. Gümüş nano tel ve gümüş/kitosan üretimi ile zeolit üzerine yapılan çalışmalar ayrı şekilde irdelenmiştir.

8.1 Gümüş Nano Tel ve Gümüş/Kitosan Nano Kompoziti Üzerine Yapılan Deneysel Çalışmalar

Bu bölümde, yapılan deneysel çalışmalar teferruatlı şekilde anlatılmış; aşamalı olarak incelenmiştir. Arşiv belgelerinin korunması amacıyla üretilen malzeme 2 kısımdan teşekkül etmiştir:

- Gümüş nano tellerin sentezlenmesi
- Gümüş/kitosan nano kompozit sentezi

8.1.1 Gümüş Nano Tellerin Sentezlenmesi

Deneysel işlemlerin bu aşamasında sentezlenen gümüş nano tellerin üretilmesinde kullanılan yöntem solvotermal metodudur. Solvotermal işlem kısaca yüksek sıcaklık ve basınç vasıtasıyla nano yapı sentezidir. Hidrotermalden farklı olarak solvotermal işlemde çözücü olarak su değil onun yerine farklı çözücüler tercih edilmektedir.

Gümüş nano tellerin üretilmesinde kullanılan kimyasallar aşağıda; ayrıca kimyasal miktarları ile birlikte diğer parametreler de Çizelge 8.1'de verilmiştir:

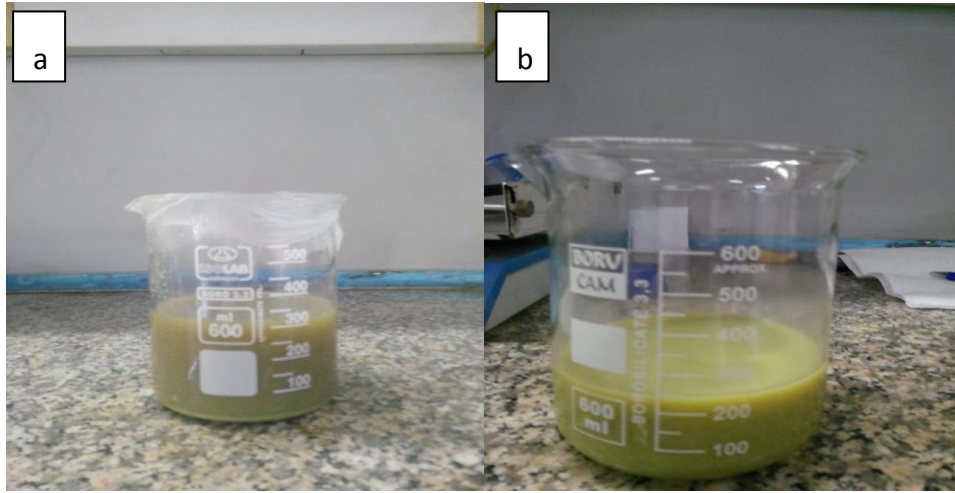
- Gümüş nitrat (**AgNO₃**): Gümüş kaynağı olarak kullanılmıştır.
- Polivinilprolidon (**PVP**): Stabilizatör olarak kullanılmıştır.
- Sodyum klorür (**NaCl**): İndirgeyici olarak kullanılmıştır.

➤ Etilen glikol (EG): İndirgeyici ve çözücü olarak kullanılmıştır.

Çizelge 8.1- Gümüş nano tellerin üretiminde kullanılan kimyasallar/seçilen parametreler

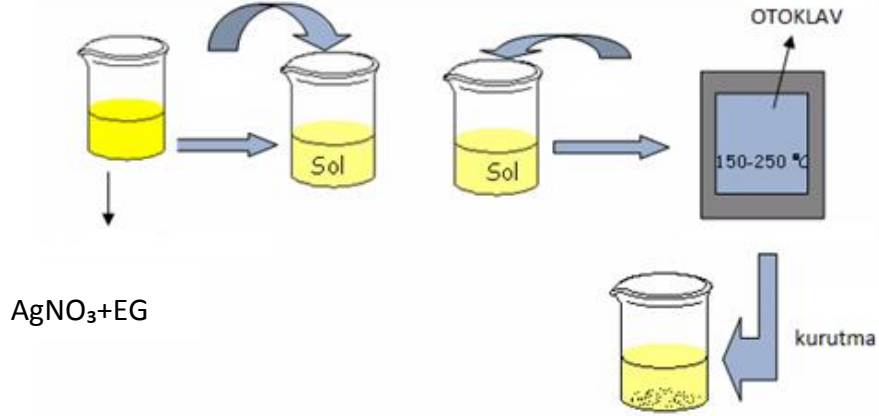
Sütun1	AgNO ₃ (wt%)	PVP(Mg/mol)	NaCl(wt%)	EG (mL)	T (°C)	Süre(sa)	pH	PVP/AgNO ₃
Gümüş 1	0,68	1,766	0,004	100	150	7	5	2,59
Gümüş 2	1,36	3,532	0,009	200	170	7	4	2,59
Gümüş 3	1,36	3,532	0,009	200	160	5	5	2,59
Gümüş 4	1,36	3,532	0,009	200	160	7	5	2,59
Gümüş 7	1,53	2,08	0,002	200	185	0,25	6	1,36
Gümüş 8	1,53	2,08	0,004	200	185	0,25	9	1,36
Gümüş 9	1,53	2,08	0,001	200	185	0,25	6	1,36
Gümüş 10	1,36	3,532	0,009	200	150	7	6	2,59
Gümüş 11	1,36	3,532	0,009	100	150	7	5	0,38
Gümüş 12	0,69	0,12	0,04	176	120	23	5	0,17
Gümüş 13	0,69	0,24	0,04	176	120	23	5	0,34
Gümüş 14	1,38	0,24	0,04	176	120	23	6	0,17
Gümüş 15	0,35	0,24	0,04	176	120	23	5	0,68

Çizelge 8.1' de görüldüğü üzere toplamda 15 farklı numune üretimi gerçekleştirilmiştir. Parametrelere bağlı olarak değişecek morfolojiler dikkate alınmış ve bu bağlamda kullanılan kimyasalların miktarlarında ve ayrıca sıcaklık ve süre parametrelerinde de değişikliklere gidilmiştir. Her bir numune için tercih edilen yöntem solvotermal işlemdir. Üretim aşaması irdelenecek olursa; ilk olarak etilen glikol (EG) çözeltisi 120°C' ye kadar ısıtılmıştır. Yüksek sıcaklıktaki bu EG çözeltisi A çözeltisi olarak isimlendirilmiştir. Ardından ayrı bir beher içerisinde, oda sıcaklığında, EG içerisinde gümüş nitrat çözüldürülmüştür. Bu çözelti de B çözeltisi olarak adlandırılmıştır. Son olarak da yine ayrı bir beher içerisinde EG çözeltisine PVP ve NaCl ilâve edilmiş; manyetik karıştırıcı vasıtasıyla çözüldürülmüştür. Son çözelti de C olarak isimlendirilmiştir. Bir sonraki aşamada B ve C çözeltileri yüksek sıcaklıktaki A çözeltisine eklenmiştir ve oda sıcaklığında 10 dakika karıştırılmıştır. Gümüş çözeltisine ait görüntüler Şekil 8.1'da verilmiştir.



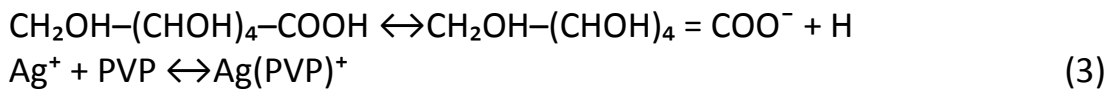
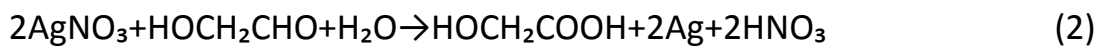
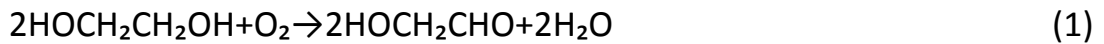
Şekil 8.1 (a) ve (b) Gümüş Solüsyonu

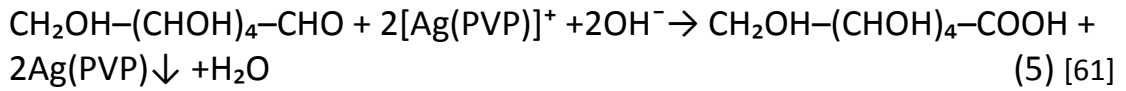
Karıştırma sonrası çözeltiler otoklava konulmuş ve tabloda ifade edilen sıcaklıklarda solvotermal işleme tâbi tutulmuşlardır. Solvotermal işleme ait şema Şekil 8.2’de verilmiştir.



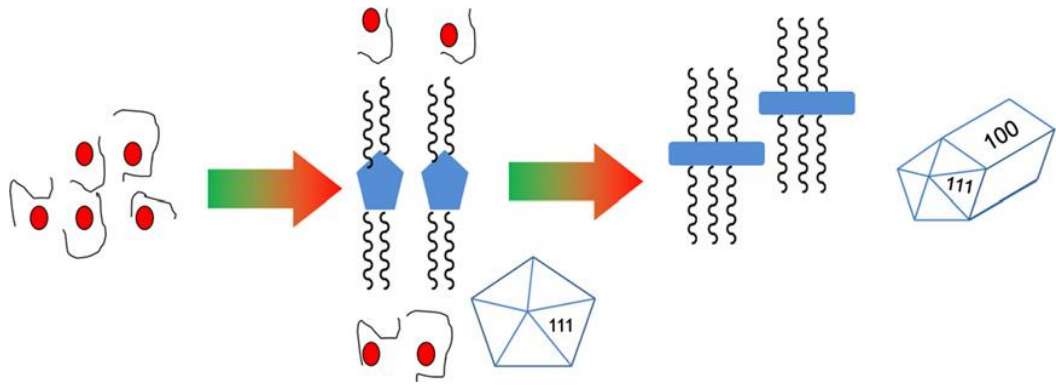
Şekil 8.2 Solvotermal işleme ait şema

Meydana gelen reaksiyonlar aşağıda verilmiştir [61]:

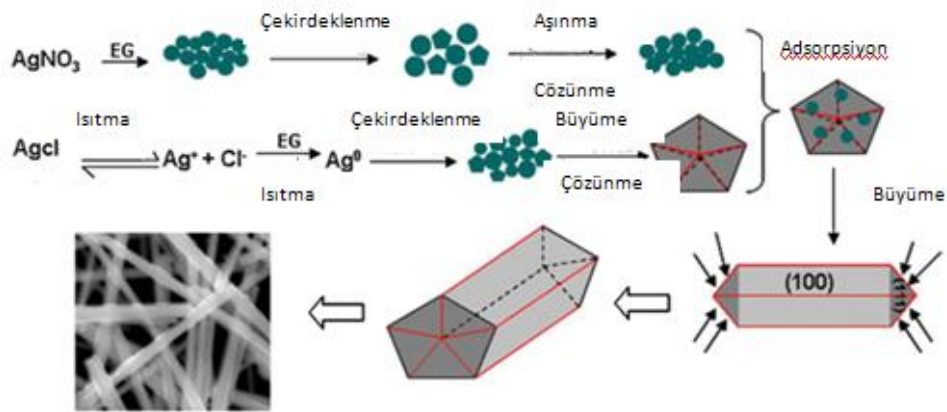




İlk olarak meydana gelen reaksiyon etilen glikolün yüksek sıcaklıkta ve oksijen atmosferi nedeniyle glisölaldehit oluşturması ve buna bağlı olarak da gümüşün indirgenmesidir. Ardından PVP'nin varlığı ile oluşan çoklu ikizlenmiş kristal tanelerinin (1 0 0) yüzeyi pasif duruma geçmekte neticesinde ise gümüş tanelerinin büyümesi pentagonal şekilde olmaktadır. Pentagonal büyüme Şekil 8.3 ve Şekil 8.4'de verilmiştir [62],[63].

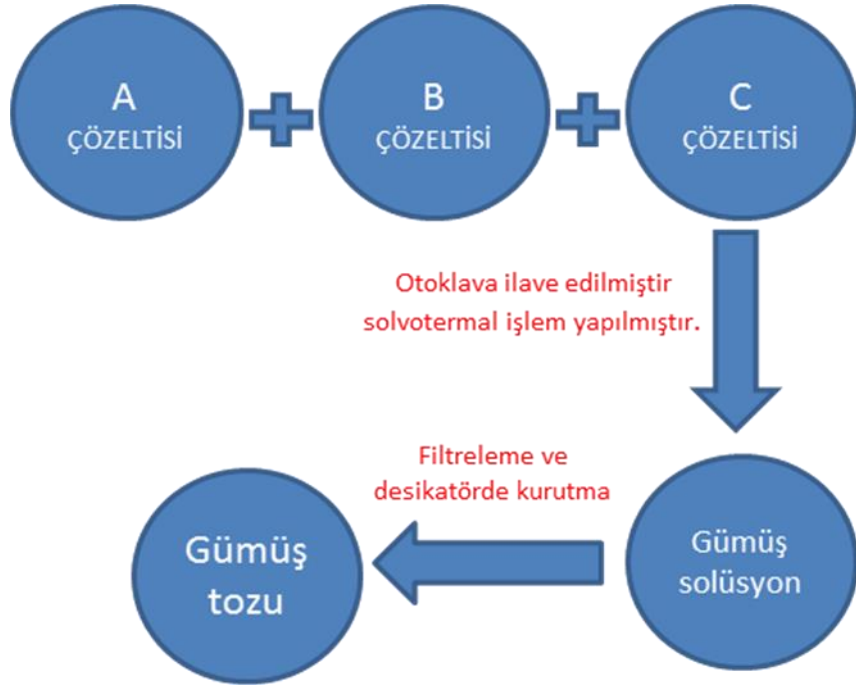


Şekil 8.3 Gümüş nano tellerinin oluşum mekanizması [62]



Şekil 8.4 Gümüş nano tellerin büyüme mekanizması [63]

Solvotermal işlem sonrası çözeltiler filtreden geçirilmişler ve oda sıcaklığında desikatör içerisinde kurutulmuşlardır. Her bir numune için aynı yol izlenmiş ve işlem şematik olarak Şekil 8.5' de gösterilmiştir.



Şekil 8.5 Gümüş nano tel sentezinde kullanılan yöntemin şematik görünümü
Solvotermal işleminin gerçekleştirildiği cihaz Şekil 8.6' de verilmiştir.



Şekil 8.6 Solvotermal işlemin yapıldığı cihaz

8.1.2 Gümüş/Kitosan Nano Kompozitinin Sentezi

Deneysel çalışmalarda bu aşamada gümüş/kitosan nano kompoziti elde edilmeye çalışılmıştır. Kitosanın içerdiği amin ve hidroksil grupları nedeniyle metal iyonlarına

tutunması kolaydır. Gerçekleştirilen reaksiyon ile hedeflenen amaç budur. Bu bağlamda aşağıda verilen kimyasallar kullanılmıştır:

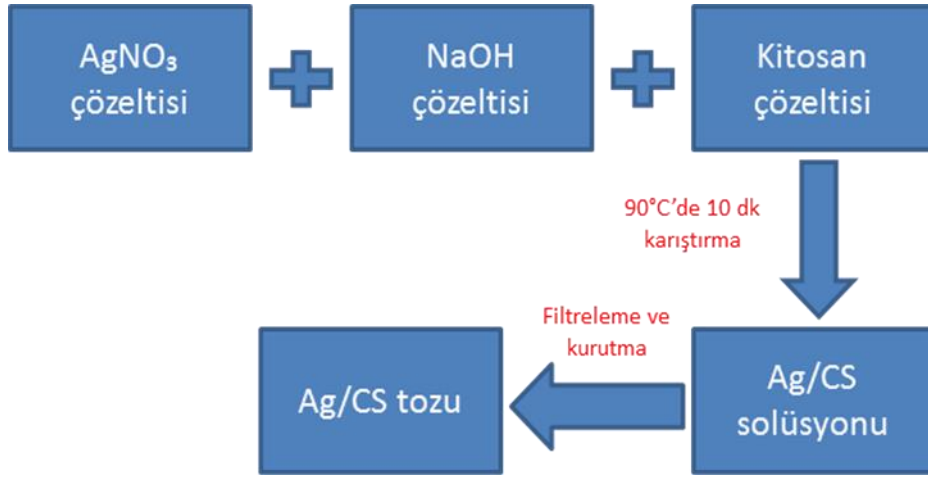
- Gümüş nitrat (**AgNO₃**): Gümüş kaynağı olarak kullanılmıştır.
- Kitosan (**CS**)
- Sodyum hidroksit (**NaOH**): İndirgeyici olarak kullanılmıştır.
- Saf su: Çözücü olarak kullanılmıştır.

Sentez işleminde kullanılan kimyasallara ait miktarlar ve değiştirilen parametreler Çizelge 8.2’de verilmiştir.

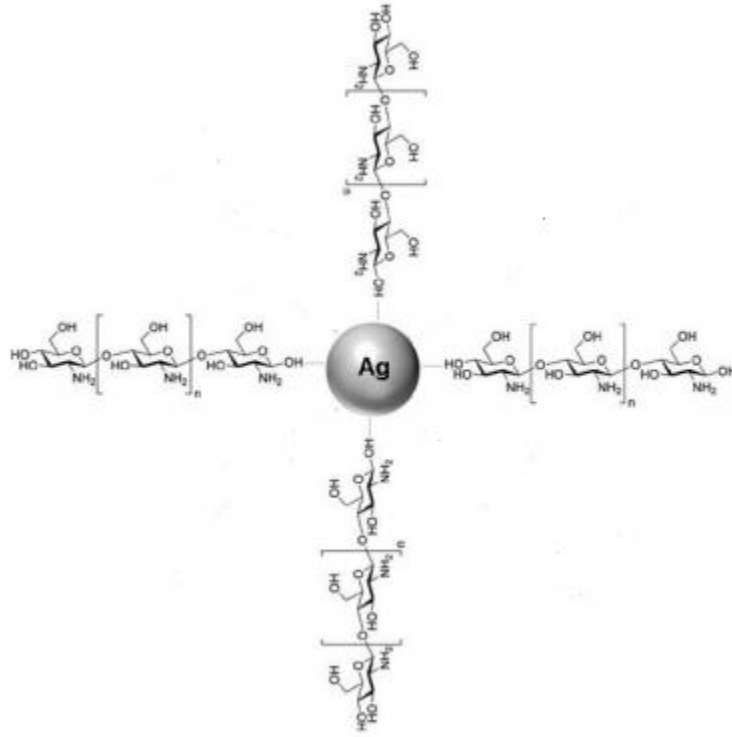
Çizelge 8.2- Ag/CS üretiminde kimyasalların miktarları

	AgNO ₃ (wt%)	Kitosan(wt%)	NaOH (M)	Saf su(mL)	T (°C)	Süre (dk)
Ag/CS 1	0,01	1	0,3	100	90	10
Ag/CS 2	0,02	1	0,3	100	90	10
Ag/CS 3	0,02	0,5	0,6	100	95	10
Ag/CS 4	0,02	2	0,6	100	95	10
Ag/CS 5	0,04	1	0,3	100	95	10
Ag/CS 6	0,04	1	0,6	100	95	10

İlk olarak saf su içerisinde gümüş nitrat çözündürülmüştür. Çözündürme işlemi manyetik karıştırıcı vasıtasıyla yapılmıştır. Ardından sırasıyla NaOH ve kitosan çözeltileri de hazırlanmış ve bu üç çözelti ortak bir behere eklenmiştir. Oluşan karışımlar 90 ve 95°C’ lerde 10 dk süre boyunca manyetik karıştırıcı ile karıştırılmışlardır. Ardından filtreden geçirilmişlerdir ve oda sıcaklığında kurutmaya konulmuşlardır. Üretim aşamasına ait şema Şekil 8.7’ de; gümüş ile kitosanın bağlanması da Şekil 8.8’ de verilmiştir.



Şekil 8.7 Ag/CS nano kompozitinin üretimine dair şema



Şekil 8.8 Gümüş ile Kitosanın bağlanması

8.1.3 Elektrospinning İşlemi İçin Solüsyon Hazırlama ve Kaplama İşlemleri

Kitosan elektrospinning prosesi için oldukça zor bir polimerdir. Bunun nedeni molekül zincirleri arasındaki Van der Waals bağlarıdır. Bu bağlar polimerin viskozitesini artırmakta neticesinde de yeterli özelliklere sahip akışkan bir polimer üretime engel teşkil etmektedirler. Bu bağlamda bazı asitler yardımıyla viskozite düşürülmektedir. Deneylerimizde kullanılan asit asetik asittir. Nedeni diğer asitlere kıyasla polimer zincirlerini çok daha fazla kırarak akışkan düzeye daha kolay getirebilmesidir. Ayrıca

bunun yanında referans alınan makaleler de dikkate alınarak işlem esnasında tercih edilen olan voltaj değeri, şırınga-toplayıcı arası mesafe ve polimeri fırlatma hızını da belirlemek üzerinde durulmuştur.

Tüm bu bahsi geçenler dikkate alınarak ilk olarak elektrospinning için optimum değerler yakalanmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda gümüş/kitosan nano tozları elektrospinning solüsyonu üretiminde kullanılmıştır. İlk aşamada saf su içerisine asetik asit ilave edilmiş ve 15 dk boyunca karıştırılmıştır. Ardından gümüş/CS tozu katılmış ve 24 saat boyunca oda sıcaklığında karıştırma işlemine devam edilmiştir. Öncelikle uygun voltaj, fırlatma hızı, optimum bir viskozite değerlerine önem verilmiş buna bağlı olarak deneyler yapılmıştır.

Optimum koşulları yakalamak amacıyla 8 farklı örnek üzerinde çalışılmıştır. Numuneler Çizelge 8.3'da verilmiştir. Diğer taraftan eserden iki örnek daha alınmış ve biri daldırma, diğeri de püskürtme yöntemi kullanılarak kitosan-gümüş solüsyonu ile kaplanmıştır.

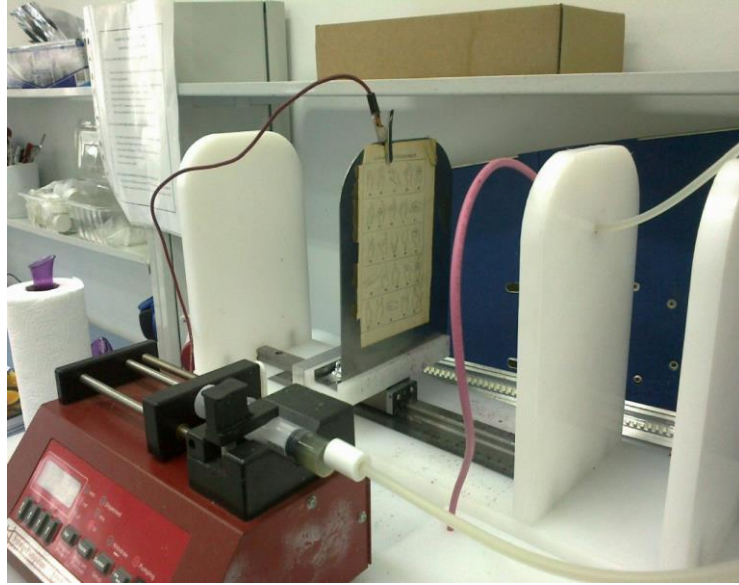
Çizelge 8.3- Elektrospinning için kullanılan kimyasalların miktarları

Sütun1	Asetik Asit(wt%)	Ag/CS(wt%)	Saf su (mL)	Süre (sa)	Viskozite (cp)	pH	Kv
ESP 1	1	0,2	20	24	3,5	6	15-25
ESP 2	1	0,4	20	24	3,8	6	15-25
ESP 3	2	0,2	20	24	3,5	5	15-25
ESP 4	2	0,4	20	24	3,9	5	15-25
ESP 5	4	0,2	20	24	3,3	4	15-25
ESP 6	4	0,4	20	24	3	5	15-25
ESP 7	5	0,2	20	24	2,7	4	15-25
ESP 8	5	0,4	20	24	2,8	4	15-25

Referans alınan makaleler ışığında elektrospinning işleminde tercih edilen voltaj değerleri 15 ilâ 25 arasında değiştirilmiştir. Şırınga ile toplayıcı arasındaki mesafe ise 10-15 cm arasında seçilmiştir. Fırlatma hızı ise 1.0 ml.h⁻¹'dir ve eski eser olarak da 19. Yüzyıldan kalma bir sözlükten yararlanılmıştır. Elektrospinning işlemine dair görüntüler Şekil 8.9 ve Şekil 8.10'de verilmiştir.



Şekil 8.9 Elektrospinning İşlemi



Şekil 8.10 Elektrospinning İşlemine ait diğer bir görüntü

8.1.4 Örnek Esere Yapılan Bakteri ve Mantar Testleri

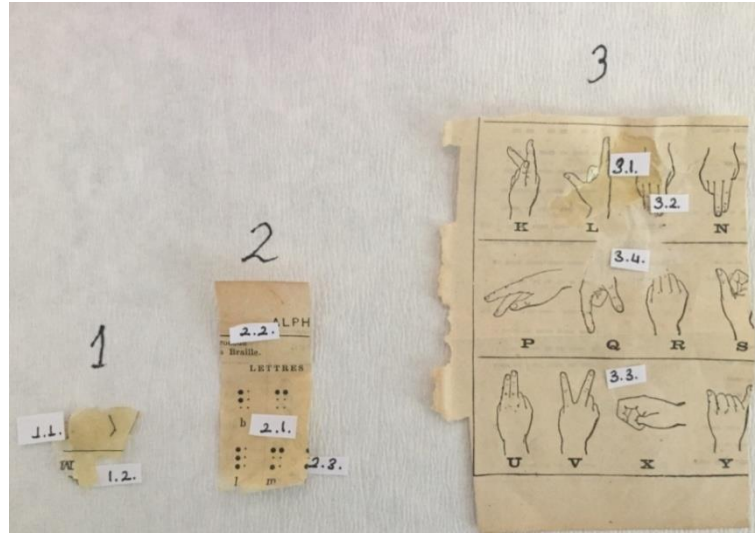
Bakteri ve mantar testleri Süleymaniye Yazma Eserler Kütüphanesi'nde yapılmıştır. Toplamda üç farklı yöntemle kaplanan numune vardır

- 1 nolu numune: Daldırma yöntemi ile kaplanmıştır.
- 2 nolu numune: Püskürtme yöntemi ile kaplanmıştır.
- 3 nolu numune: Elektrospinning yöntemi ile kaplanmıştır.

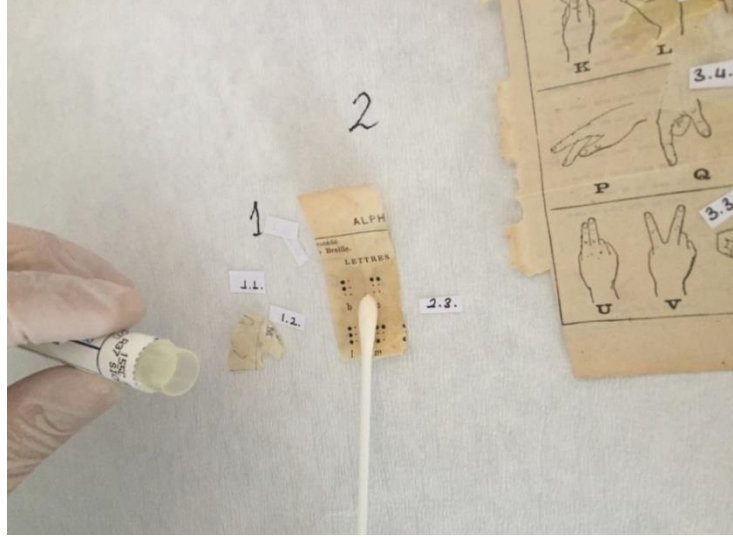
Sayfa ve ilgili kaplama örneklerinin numaralandırılan kısımlarından steril swablarla örnek alınmıştır. Örnek alınan yerler kağıdın kaplanan yüzeyi, kaplamanın tam çevresinde kalan kaplanmamış bölge, kaplamanın hiç olmadığı alan ve kaplamanın arkasında kalan yüzey olarak sınıflandırılarak seçilen noktalarda steril swablar ile örnek alımı yapılmıştır.

- 1.1 Kaplama üstü
- 1.2 Kâğıdın diğer yüzünde kaplamanın arkasında kalan kısım
- 2.1 Kaplama üstü
- 2.2 Kâğıdın kaplama olmayan yüzeyi
- 2.3 Kâğıdın diğer yüzünde kaplamanın arkasında kalan kısım
- 3.1 Kaplamanın üstü
- 3.2 Kaplanan alanın tam çevresinde kalan kısım
- 3.3 Kâğıdın kaplama olmayan yüzeyi
- 3.4 Parçanın kaldırıldığı alandan

Testlere ait görüntüler Şekil 8.11 ve Şekil 8.12’de verilmektedir:



Şekil 8.11 Örnek alınan bölgeleri içeren görüntü



Şekil 8.12 Kaplama yapılan esere bakteri ve mantar testi

8.2 Zeolit Üzerine Yapılan Çalışmalar

Bu kısımda zeolit üzerine yapılan deneysel çalışmalar ele alınmıştır.

8.2.1 Zeolit Esaslı Çeşitli Tozların Sentezi

Deneysel çalışmalarda kullanılan ticarî zeolit miktarları ve diğer kimyasallar Çizelge 8.4' te verilmiştir.

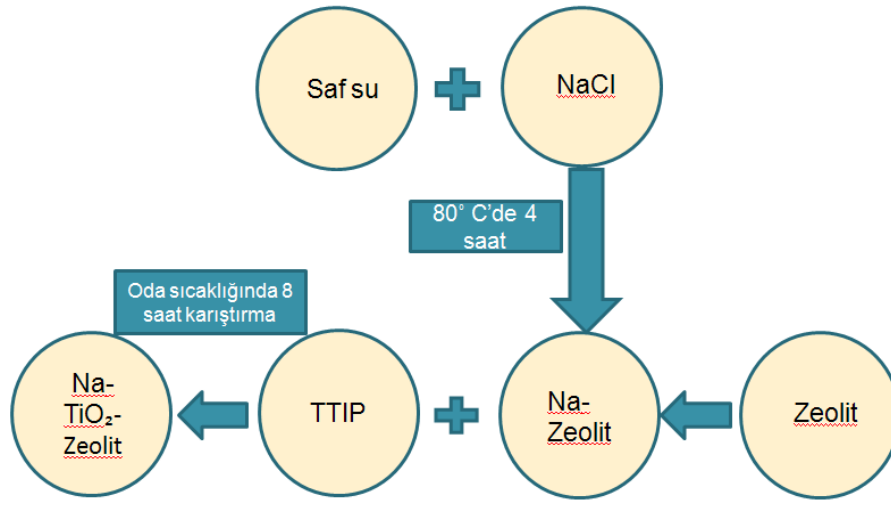
Çizelge 8.4- Zeolite ait deneysel çalışmalarda kullanılan kimyasallar

	Zeolit Y(5,1:1) (gr)	Zeolit Y (12:1)(gr)	ZSM-5 (23:1)(gr)	CuO/ZnO(gr)	TTIP (gr)	Saf Su (mL)	NaCl (gr)	Sıcaklık
Çözelti 1	-----	4,35	-----	-----	0,16	200	23,37	80
Çözelti 2	4,35	-----	-----	-----	0,16	200	23,37	80
Çözelti 3	-----	-----	4,35	1	-----	200	-----	25

Çözelti 1 ve Çözelti 2 üretiminde ilk olarak saf suda NaCl çözündürülmüş, ardından 80°C' ye çıkarılmıştır. Bu sıcaklıkta zeolit ilavesi yapılmış ve 4 saat boyunca 80°C'de karıştırma işlemine devam edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına kadar soğutulan çözelti kurutmaya konulmuştur. Kurutma etüv içinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen Na-Zeolit tozu saf su ile tekrar karıştırılmış ve ardından titanyum izopropoksit (TTIP)

ilâve edilmiş ve oda sıcaklığında 8 saat boyunca karıştırma işlemine devam edilmiştir. Son olarak etüvde kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan işlemler Şekil 8.13'de şematik olarak verilmiştir.

Çözelti 3 için ise, solvotermal yöntem ile sentezlenen CuO/ZnO nano kompoziti zeolit ile birleştirilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda saf su içerisine sırasıyla zeolit ve CuO/ZnO eklenmiş ve manyetik karıştırıcı vasıtasıyla karıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Son olarak da kurutma işlemi yapılmıştır. Üretilen CuO/ZnO içerikli zeolit tozlarına bakteri testi uygulanmıştır.



Şekil 8.13 Na-TiO₂ Zeolit üretim aşaması

8.2.2 Zeolit Tozlarının Kumaşa Kaplanması

Zeolit/TiO₂ kaplaması için tercih edilen yöntem püskürtme işlemidir. Püskürtme tabancasına ait görüntü Şekil 8.14'de verilmiştir [64].



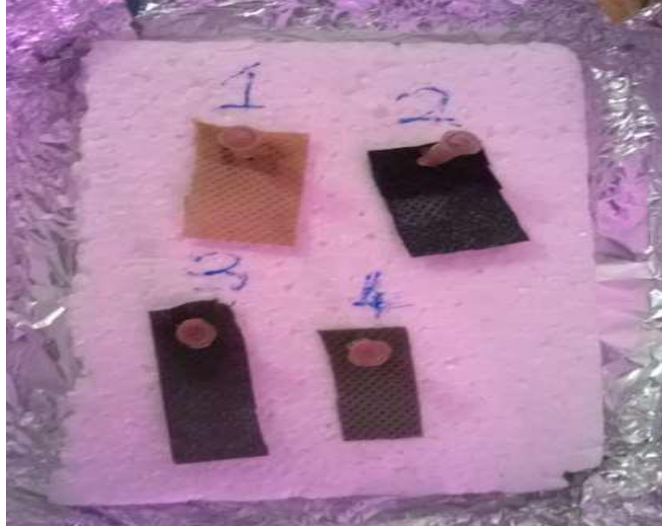
Şekil 8.14 Püskürtme tabancası [64]

Kullanılan kumaşlar polietilen esastır ve toplamda 4 farklı numune üzerinde çalışılmıştır. Gözenek boyutları farklı bu kumaş numuneler üzerine yapılan kaplama için ilk olarak zeolit tozu sentetik boya ile karıştırılmıştır. Sentetik boya su bazlı olup titanyum nano partikül destekli kendini temizleyen türdendir.

Karıştırma işlemi için;

- 5 mL boya
- 15 mL saf su
- 0,5 gr zeolit tozları kullanılmıştır.

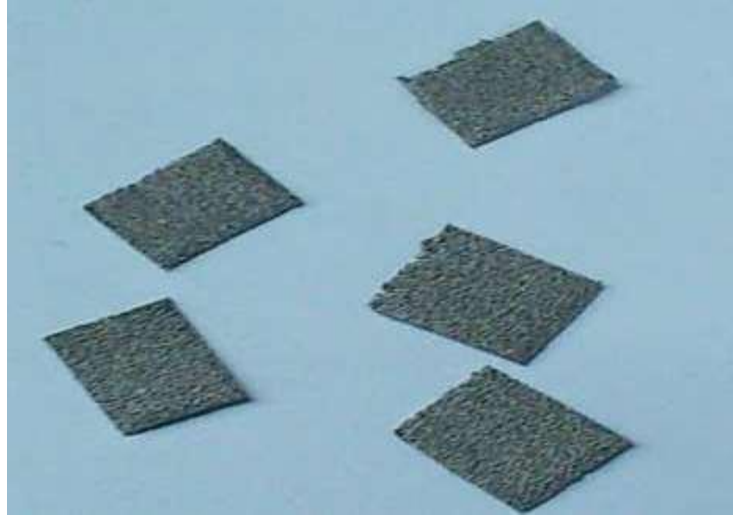
Kaplama sonrası elde edilen kumaşlara ait görüntü Şekil 8.15' de verilmiştir.



Şekil 8.15 Kaplama sonrası elde edilen kumaşlar ait görüntü

8.2.3 Zeolit Tozlarının Filtre Üzerine Kaplanması

Sentezlenen TiO_2 /Zeolit tozunun karakterizasyonunun yapılabilmesi için Taramalı Elektron mikroskobuna (SEM) kaplama numuneleri hazırlanmıştır. Na- TiO_2 /Zeolit partiküllerinin metalik altlıklara kaplanması için Elektrokinetik Biriktirme Yöntemi kullanılmıştır. Çözelti 1 ve Çözelti 3 için nikel esaslı; Çözelti 2 için ise çinko (Zn) filtre altlıklar üzerinde gerçekleştirilen kaplama çalışmalarının detayları sırasıyla verilmiştir. Filtre malzemelerine ait görüntü Şekil 8.16'de verilmiştir.



Şekil 8.16 Elektrokinetik biriktirme yönteminde kullanılan Ni filtreler

Öncelikle $\text{TiO}_2/\text{Zeolit}$ partiküllerinden oluşan numuneler, asetil aseton içerisinde manyetik karıştırıcı vasıtasıyla dağıtılmıştır [65]. Elde edilen solüsyon kullanılarak, nikel ve çinko filtreler 30 V'luk gerilim altında ve 10 dk boyunca elektrokinetik kaplamaya tâbi tutulmuştur. Kaplama sonrası filtreler desikatörde 2 gün kurutulmuştur.

KARAKTERİZASYON SONUÇLARI

Bu bölümde yapılan analiz işlemlerinin sonuçları değerlendirilmiştir.

9.1 Gümüş Tozlarının ve Gümüş/Kitosan Tozlarının Karakterizasyonu

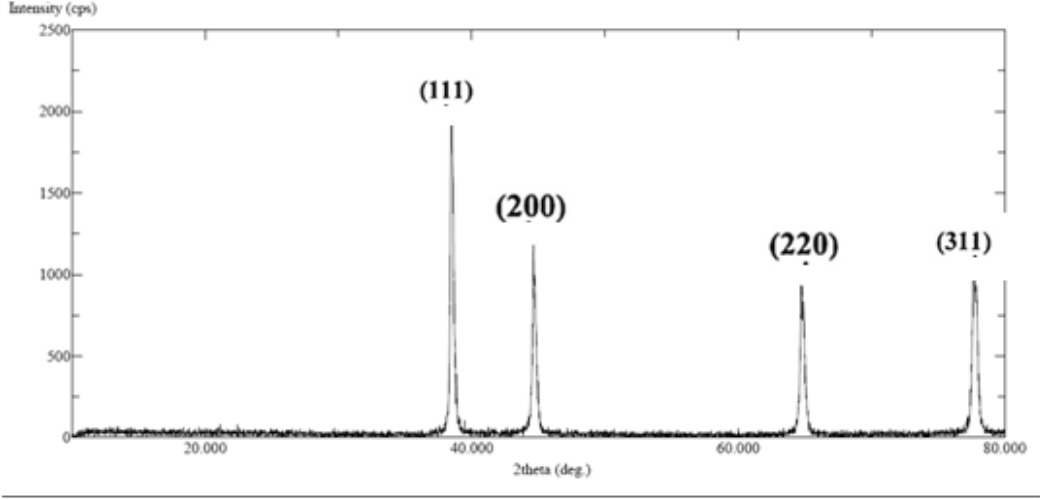
Solvotermal yöntem ile sentezlenen gümüş tozlarının ve ayrıca gümüş/kitosan tozlarına ait SEM, EDX, XRD sonuçları sırasıyla aşağıda verilmiştir. Ancak şunu belirtmek gerekir ki her numunenin analizi teknik imkânlar nedeniyle yapılamamıştır. Bu sebeple sadece analizini gerçekleştirebildiğimiz numuneler ele alınmıştır. Muhtemel diğer sonuçlar üzerine yorum yapmak yeterli miktarda bilgi sağlamayacaktır.

9.1.1 Gümüş Tozlarına Ait XRD ve SEM Sonuçları

Bu bölümde 3 farklı gümüş tozuna ait XRD ve SEM sonuçları ele alınmıştır.

9.1.1.1 Gümüş Tozlarına Ait XRD Sonucu

Gümüş tozlarına ait XRD sonucu Şekil 9.1'da verilmektedir.

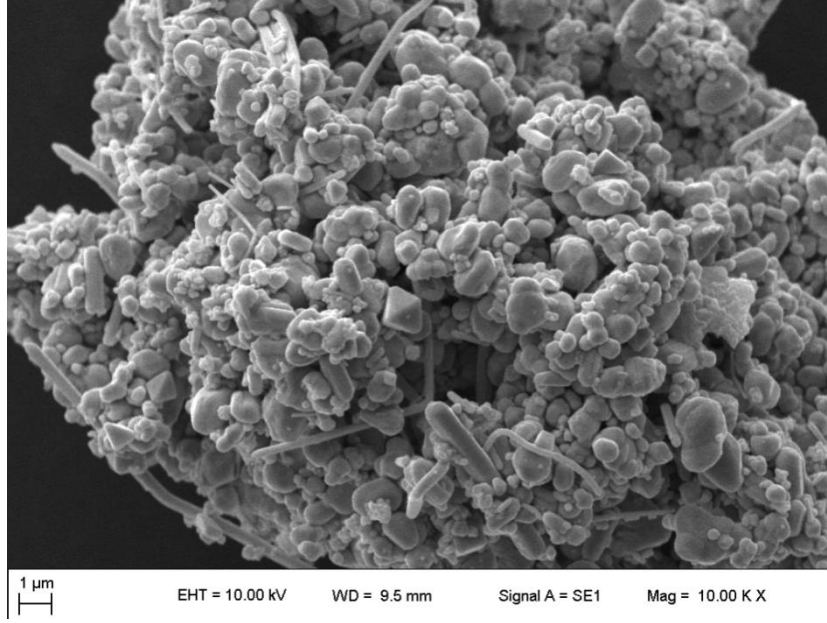


Şekil 9.1 Gümüş nano tozlarına ait XRD sonucu

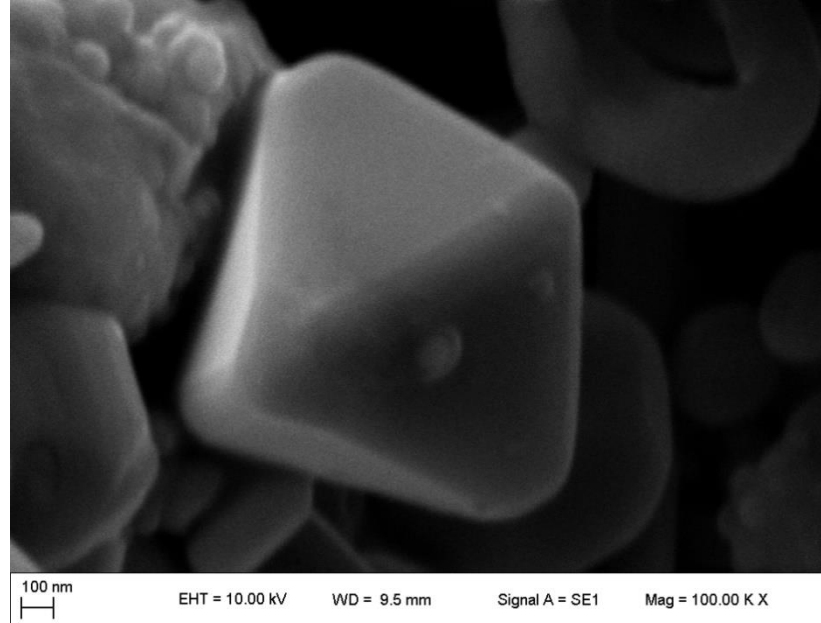
Elde edilen XRD (JCPDS04-0783) sonucu incelenecek olursa oluşan pikler yapının tek kristalin olduğunu göstermektedir. Toplamda 4 ana pik mevcuttur.

9.1.1.2 Gümüş 11'e Ait SEM ve EDX Sonucu

Gümüş 11 tozlarına ait SEM görüntüleri Şekil 9.2 ve Şekil 9.3'de; EDX sonuçları ise Şekil 9.4'da verilmiştir. SEM sonuçları irdelenecek olursa küresel, tel ve geometrik formda yapıların olduğu görülmektedir. Ayrıca üretim aşamasında tüm bu yapıların topaklanma meydana getirdiği anlaşılmaktadır. Oluşan küresel yapılar 200 nanometre ilâ mikron boyutları arasında değişmektedir. Tel yapıları ise 200 nm-250 nm; geometrik yapılar ise mikron boyutlarındadır. Ayrıca morfoloji içinde mevcut olan tel yapılarında bükülmeler dikkati çekmektedir.

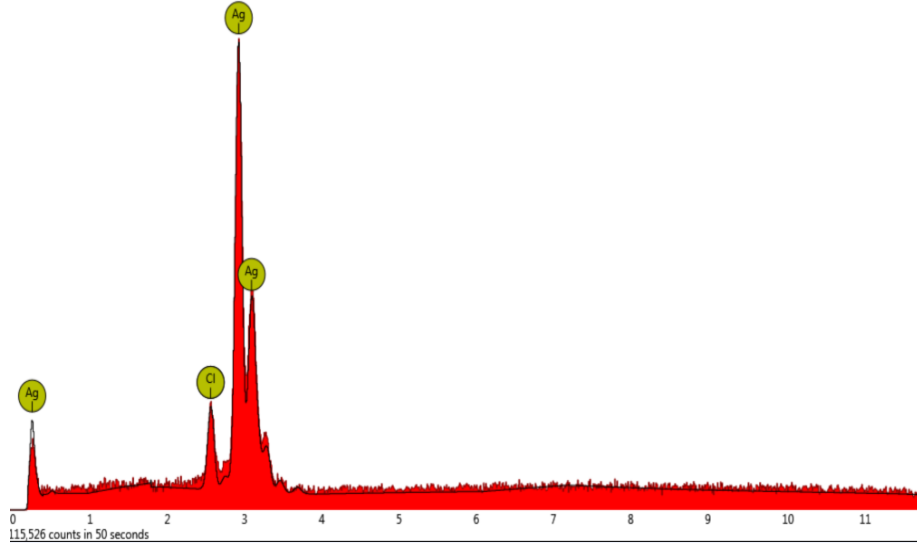


Şekil 9.2 Gümüş 11'e ait SEM görüntüsü



Şekil 9.3 Gümüş 11'e ait SEM görüntüsü

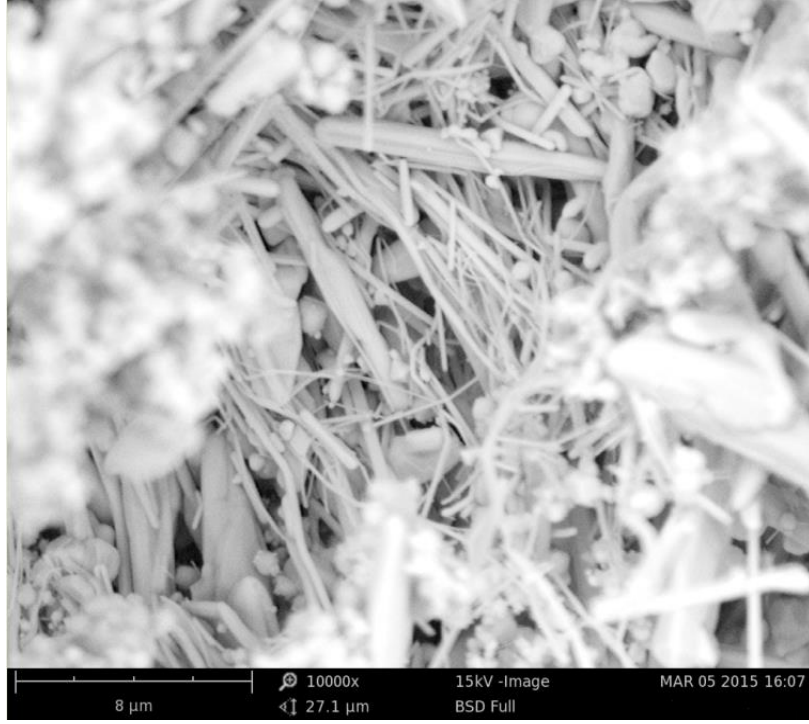
Şekil 9.3'de görülen ise ikosahedron yapısıdır. Bu yapı teori kısmında da anlatıldığı gibi gümüş kristallerinin büyüme aşamasındaki ilk evrelerden biridir. İkosahedron yapısı dışında tetrahedra kristal formunun da oluştuğu gözlemlenmektedir. Şekil 9.4' de ise EDX sonucu gösterilmektedir. Analiz sonucunda da teyit edildiği üzere üretilen tozların gümüş olduğu anlaşılmaktadır. Oksijenin muhtemel kaynağı sentez esnasında kullanılan etilen glikoldür.



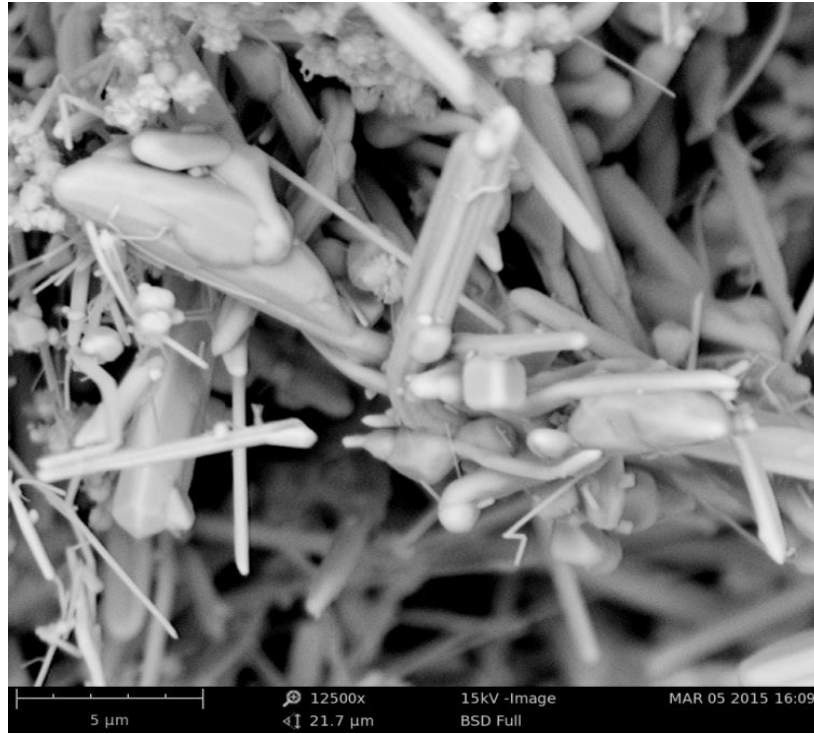
Şekil 9.4 Gümüş 11'e ait EDX sonucu

9.1.1.3 Gümüş 13'e Ait SEM ve EDX Sonucu

Gümüş 13'e ait SEM görüntüleri Şekil 9.5, Şekil 9.6 ve Şekil 9.7'de verilmektedir. Görüntüler incelendiğinde yukarıda bahsi geçen durumun burada da söz konusu olduğu görülmektedir. Küresel, tel ve geometrik formda yapıların oluştuğu, küresel yapıların 200 nm ilâ 1 mikron arasında; tellerin 250 nm-1 mikron arasında, geometrik yapıların ise mikron boyutlarında olduğu tespit edilmektedir. Ayrıca Gümüş 11'den farklı olarak tel ve rod yapıların çok daha fazla meydana geldiği anlaşılmaktadır.

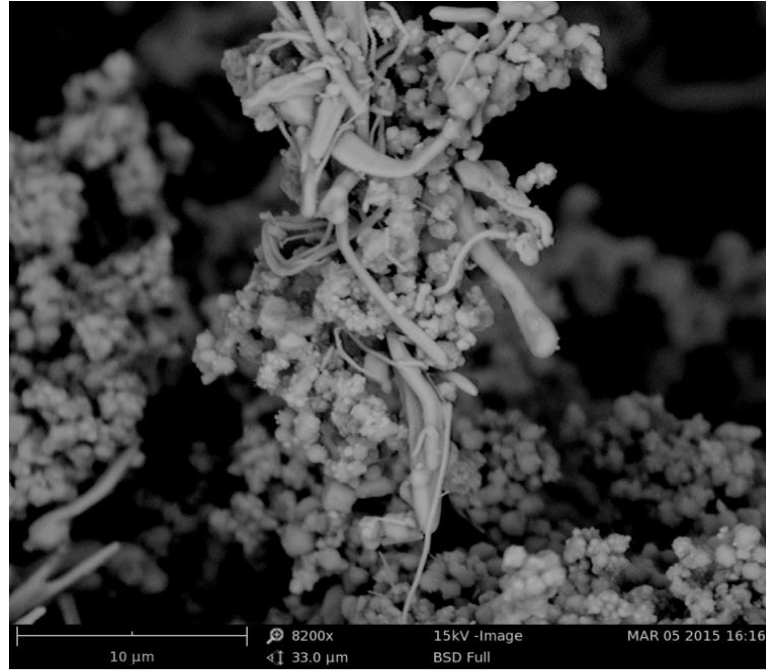


Şekil 9.5 Gümüş 13'e ait SEM görüntüsü



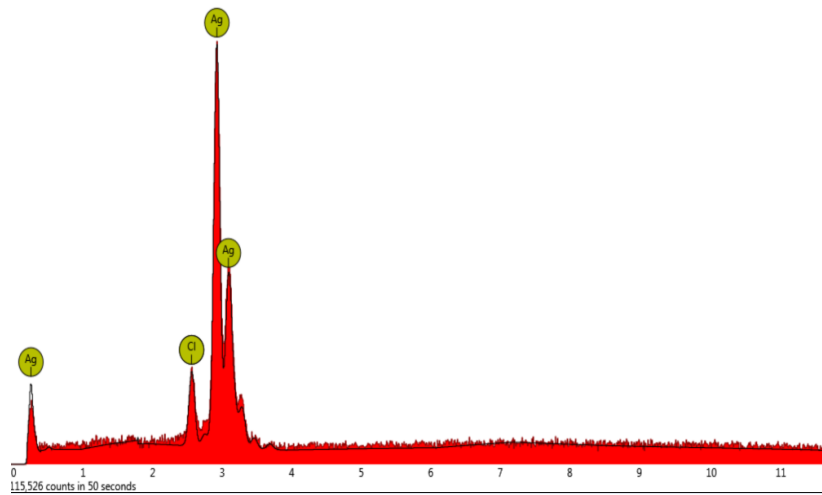
Şekil 9.6 Gümüş 13'e ait SEM görüntüsü

Ayrıca şunu da belirtmek gerekir ki Gümüş 13’de Gümüş 11’den farklı olarak küp yapısının oluştuğu görülmüştür. Bunun nedeni üzerine Gümüş 15’e ait sonuçlar kısmında bahsedilmiştir.



Şekil 9.7 Gümüş 13’e ait SEM görüntüsü

Gümüş 13’te de, Gümüş 11’de olduğu gibi, bazı bölgelerde topaklanmanın meydana geldiği ayrıca oluşan tel ve rodlarda bükülmeler olduğu tespit edilmektedir. Şekil 9.8’de gösterildiği üzere EDX sonucuna değinilecek olursa, oluşan morfolojinin gümüş olduğu anlaşılmaktadır.

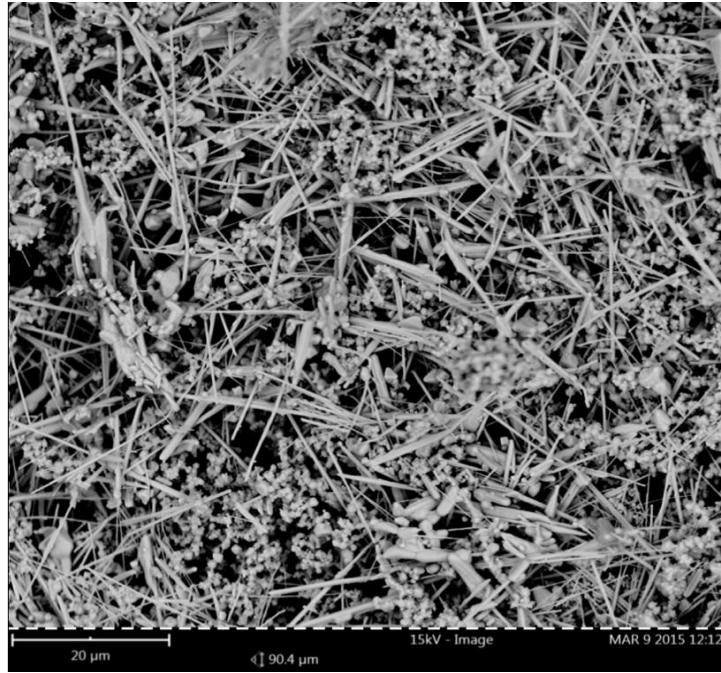


Şekil 9.8 Gümüş 13’e ait EDX sonucu

9.1.1.4 Gümüş 15'e Ait SEM ve EDX Sonucu

Gümüş 15 numunesine ait SEM görüntüleri Şekil 9.9, Şekil 9.10 ve Şekil 9.11'da; EDX sonuçları ise Şekil 9.12'de verilmektedir.

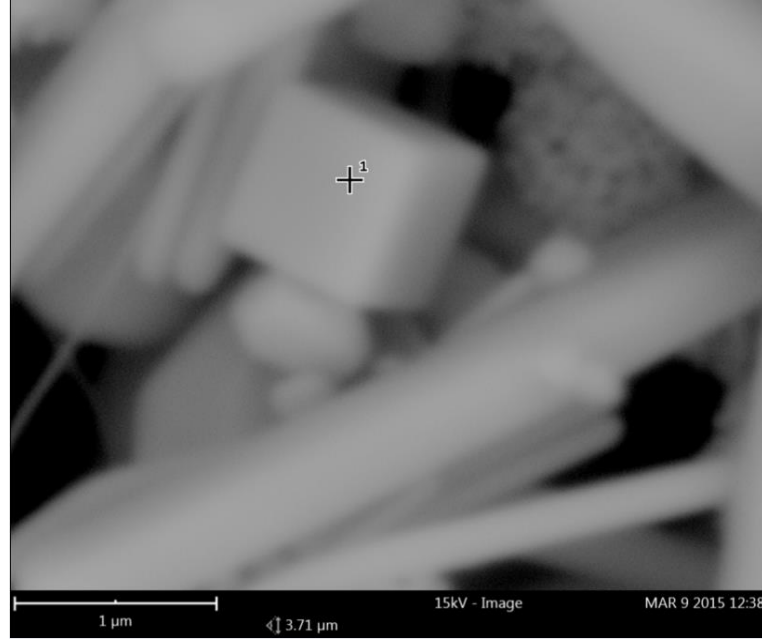
Gümüş 15'e ait SEM ve EDX sonuçları irdelenecek olursa; oluşan morfolojinin küresel, tel ve geometrik yapılar ihtivâ ettiği anlaşılmaktadır. Küresel formların 500 nm ilâ 1 mikron; tellerin 400 nanometre ilâ 1 mikron; geometrik yapıların ise 500 nm ilâ 1 mikron arasında değiştiği görülmektedir. Oluşan morfoloji homojen dağılım göstermektedir.



Şekil 9.9 Gümüş 15'e ait SEM görüntüsü

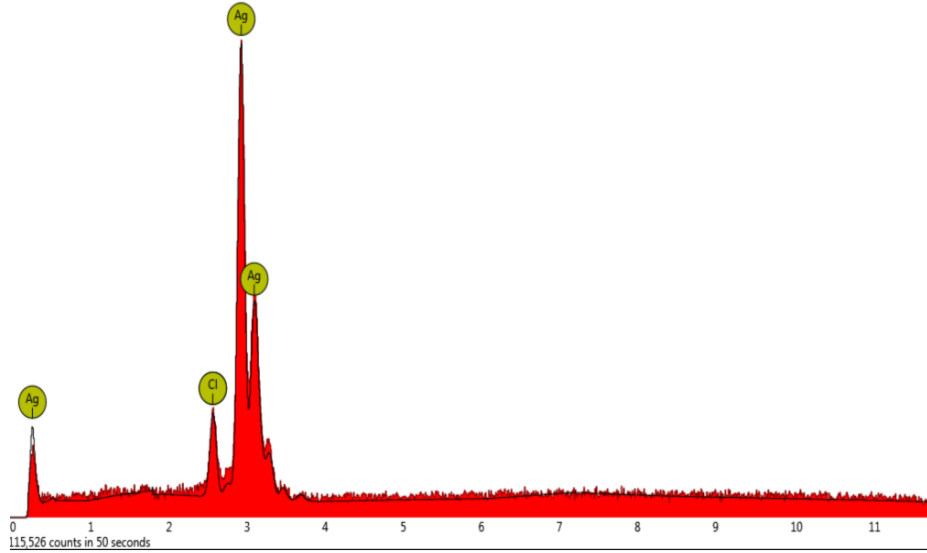


Şekil 9.10 Gümüş 15'e ait SEM görüntüsü



Şekil 9.11 Gümüş 15'e ait SEM görüntüsü

Gümüş 15 numunesine ait EDX sonuçları diğer numuneler ile benzerlik ihtiva etmektedir. Meydana gelen morfolojinin gümüş olduğu teyit edilmektedir.



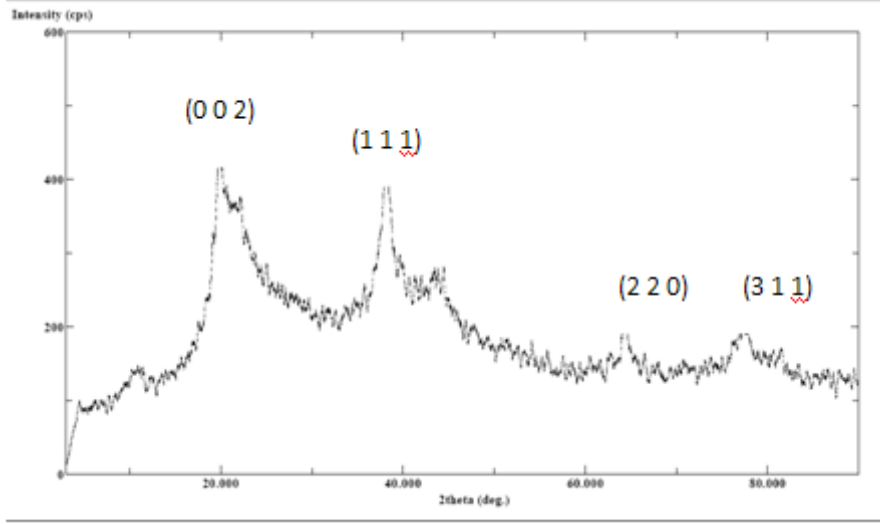
Şekil 9.12 Gümüş 15'e ait EDX sonucu

9.1.2 Ag/CS 1 ve Ag/CS 2 Tozuna Ait XRD, SEM ve EDX Sonuçları

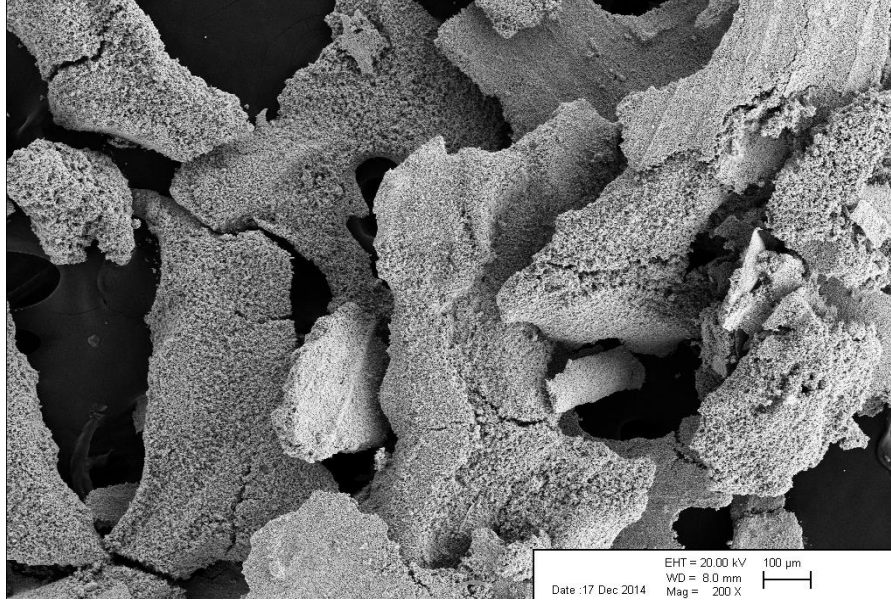
Aşağıda Ag/CS 1 ve Ag/CS 2 tozuna ait XRD, SEM ve EDX sonuçları verilmiştir. Sonuçlar sırasıyla irdelenmiştir.

9.1.2.1 Ag/CS 1 Tozuna Ait Karakterizasyon Sonuçları

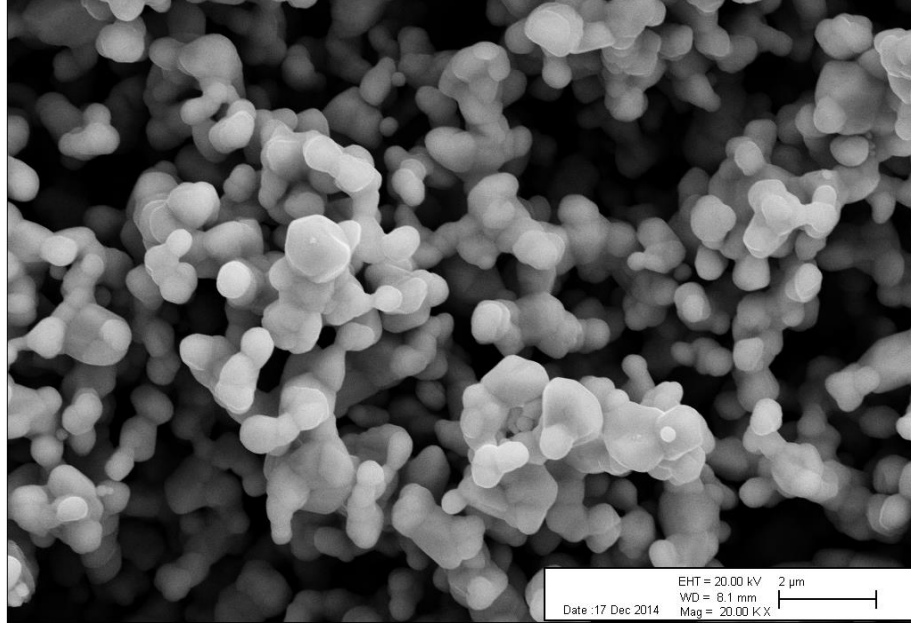
XRD sonucuna bakıldığında iki ana pikin yanında iki küçük pikin de olduğu tespit edilmiştir. Referans kart numarası esas alınarak (0 0 2) pikinin karbon elementine ait olduğu tespit edilmiştir. Diğer pikler de, yani (1 1 1), (2 2 0) ve (3 1 1) gümüş elementine aittir. Özellikle gümüşe ait piklerin yapısının ve şiddetinin, saf gümüş tozlarda gözlenen piklere göre değiştiği gözlenmiştir. Pik genişliklerinin artması, şiddetlerinin azalması ve düzensiz pik yapılarının oluşması, kitosanın yapıya girmesiyle gümüşün kristalinitesini azalttığı ve amorf bir yapıya doğru değişim göstermesine sebep olduğu söylenebilir. Buna göre elde edilen yapılar gümüş-kitosan hibrid yapılardır.



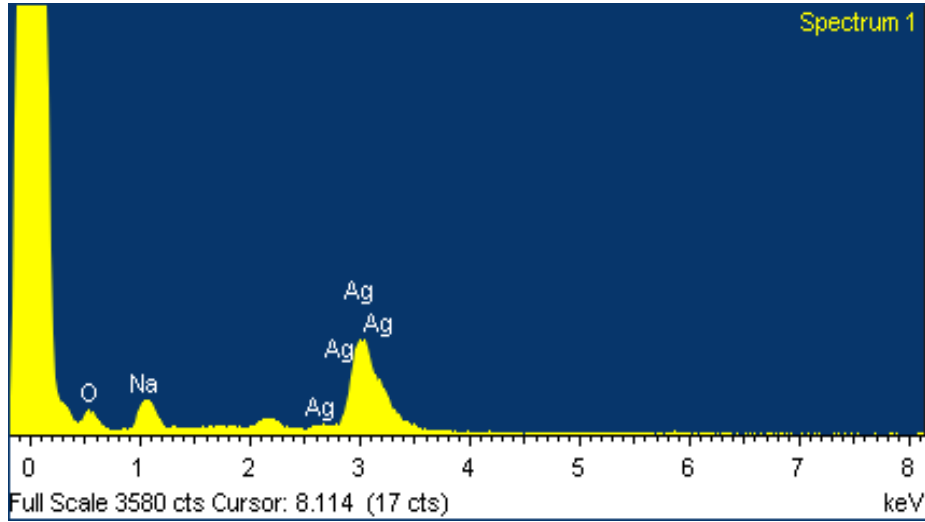
Şekil 9.13 Ag/CS 1 ve Ag/CS 2'e ait XRD sonucu



Şekil 9.14 Ag/CS 1'e ait SEM görüntüsü



Şekil 9.15 Ag/CS 1'e ait SEM görüntüsü



Şekil 9.16 Ag/CS 1'e ait EDX sonucu

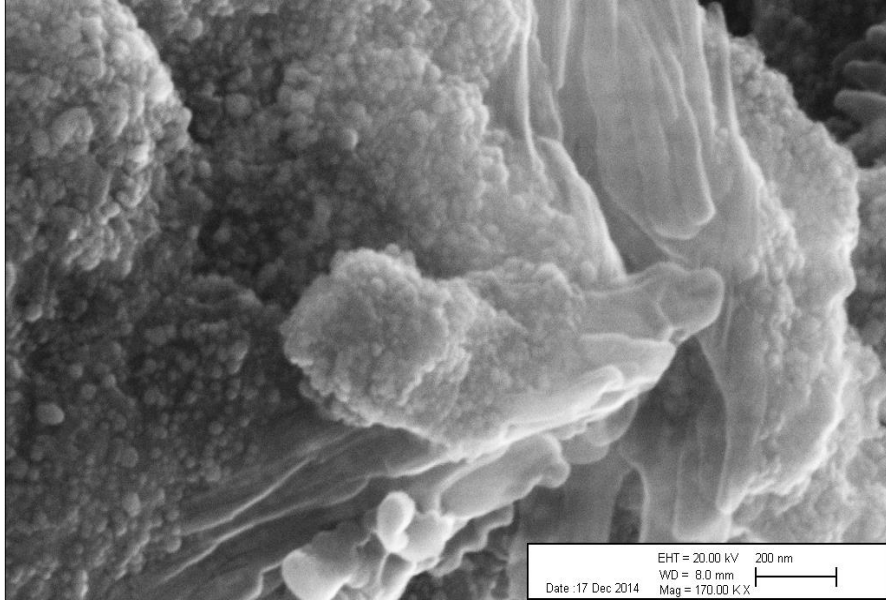
Ag/CS 1'de homojen bir dağılım olmasına rağmen mevcut gümüş nano partiküllerin beklenenden daha büyük oluştuğu tespit edilmektedir.

9.1.2.2 Ag/CS 2 Tozuna Ait Karakterizasyon Sonuçları

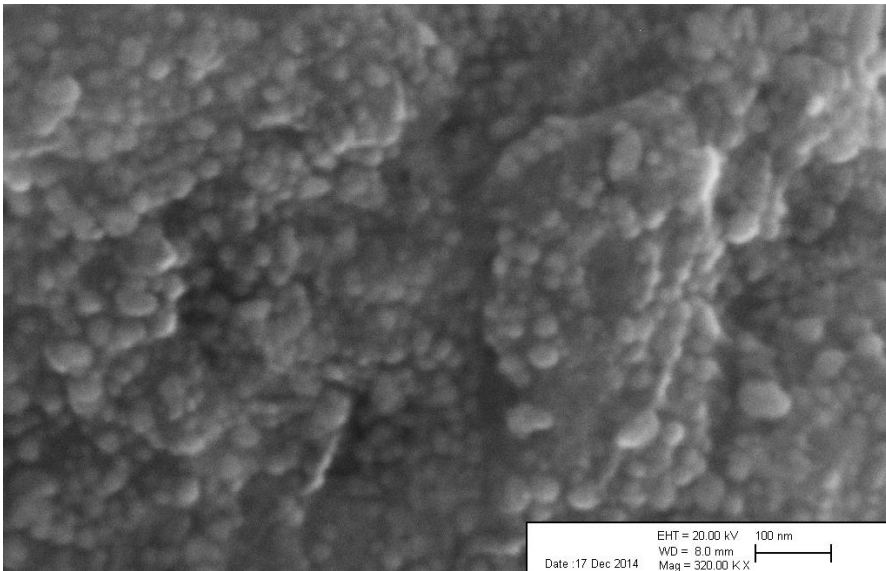
Diğer numunenin yani Ag/CS 2'nin SEM görüntüleri Şekil 9.17 ve Şekil 9.18'da; EDX analiz sonuçları ise Şekil 9.19'da verilmiştir.

SEM görüntüleri incelenecek olursa partiküllerin boyutlarında düşüş meydana geldiği ve yaklaşık 50 nm civarında boyutlara sahip olduğu ancak aynı zamanda topaklanmaya

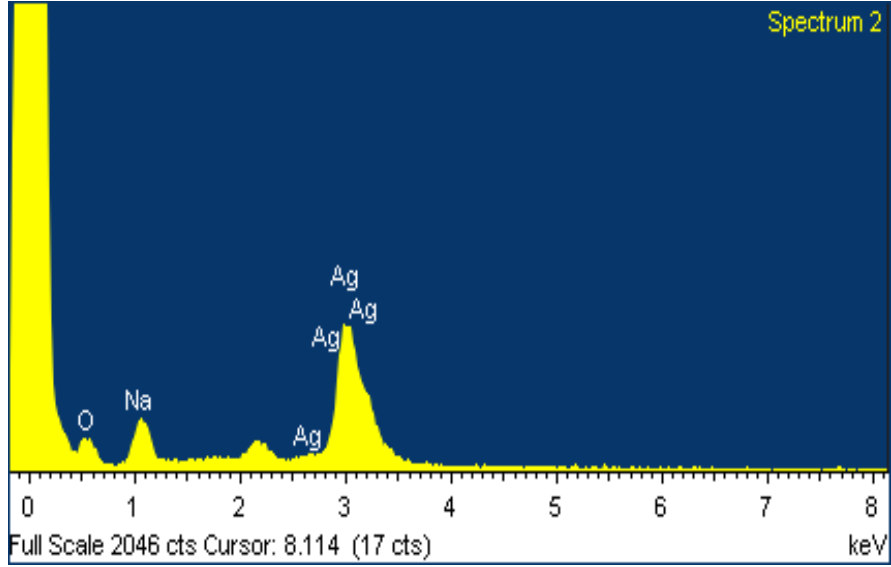
bağlı olarak homojen bir dağılımın söz konusu olmadığı söylenebilir. EDX analizinde de homojen dağılmamaya bağlı olarak seçilen bölgenin çok fazla gümüş barındırmadığı sonucu çıkarılabilir.



Şekil 9.17 Ag/CS 2'e ait SEM görüntüsü



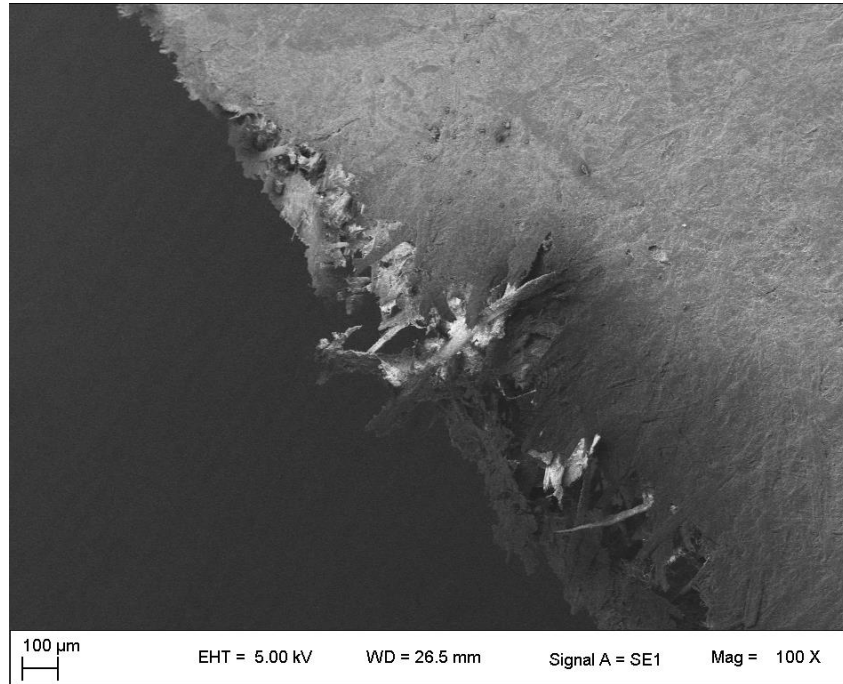
Şekil 9.18 Ag/CS 2'e ait SEM görüntüsü



Şekil 9.19 Ag/CS 2'e ait EDX sonucu

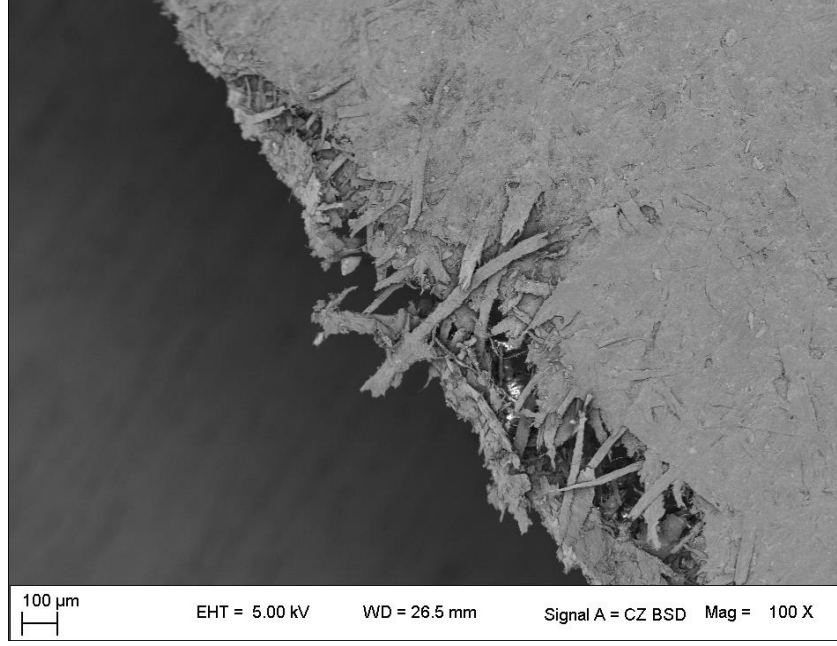
9.1.2.3 Elektrosinning İşlemi Uygulanan Kâğıt Örneğın SEM Analizi

Şekil 9.20-23'te, elektrosinning yöntemi ile kaplanmış kâğıt numunelerin SEM görüntüleri verilmiştir. Analiz işlemi yapılan örnekte, ESP 3 numunesi kullanılmıştır. Bu numunenin oluşturulması için kullanılan gümüş/kitosan karışımının viskozitesi 3,5 cp ve elektrosinning için kullanılan elektro-voltaj değerleri 15-25 kV arasındadır.



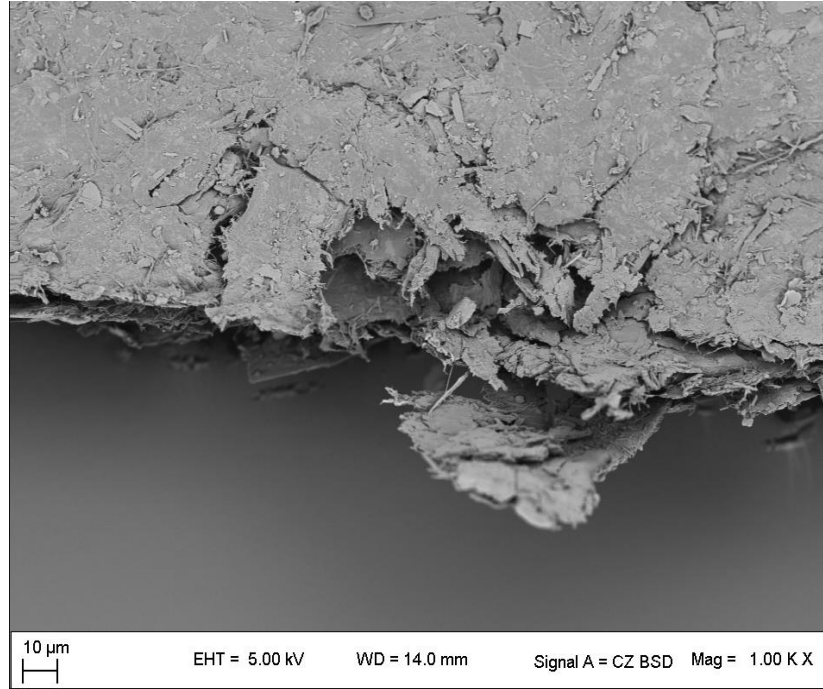
Şekil 9.20 Kaplanma işlemi uygulanan esere ait SEM görüntüsü

SEM mikroyapılarında kullanılan solüsyonun kâğıt yüzeyine küçük bir bölgede kaplanabildiğini göstermiştir.



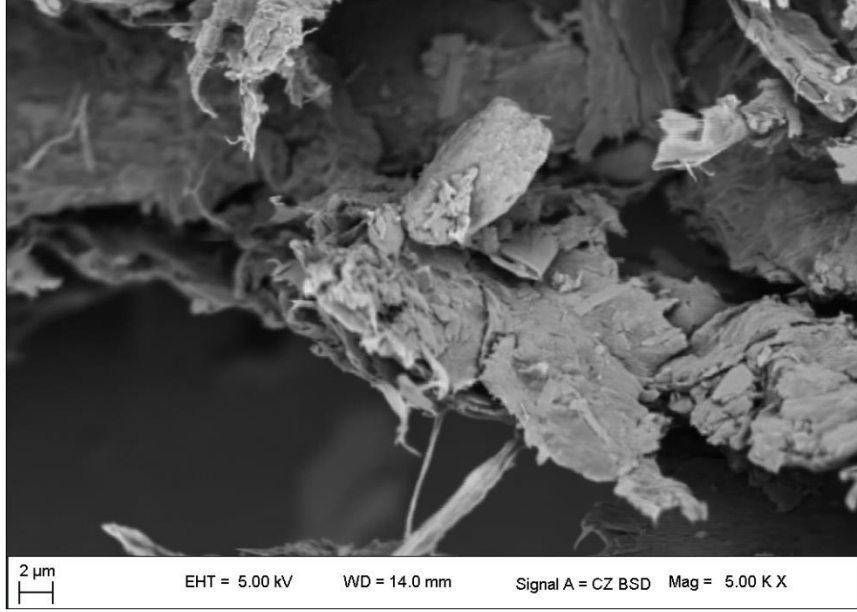
Şekil 9.21 Kaplama işlemi uygulanan esere ait SEM görüntüsü

Elektron mikroskopunda 100 büyütmede görüntülenen bölgede solüsyon ile kaplama yapılamadığı gözlemlenmiştir. Mikroyapıda gözlenen lamelli yapılar kâğıdın selüloz fiberlerini göstermektedir.



Şekil 9.22 Kaplama işlemi uygulanan esere ait SEM görüntüsü

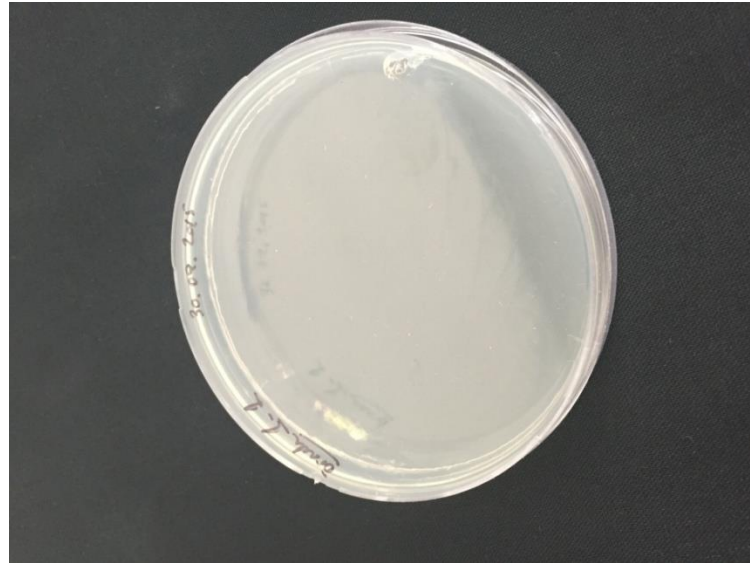
Kâğıdın kesitinden alınan görüntüde de kâğıt yüzeyinde gümüş katkılı kitosan esaslı kaplamanın oluşturulamadığı gözlenmiştir (Şekil 9.22).



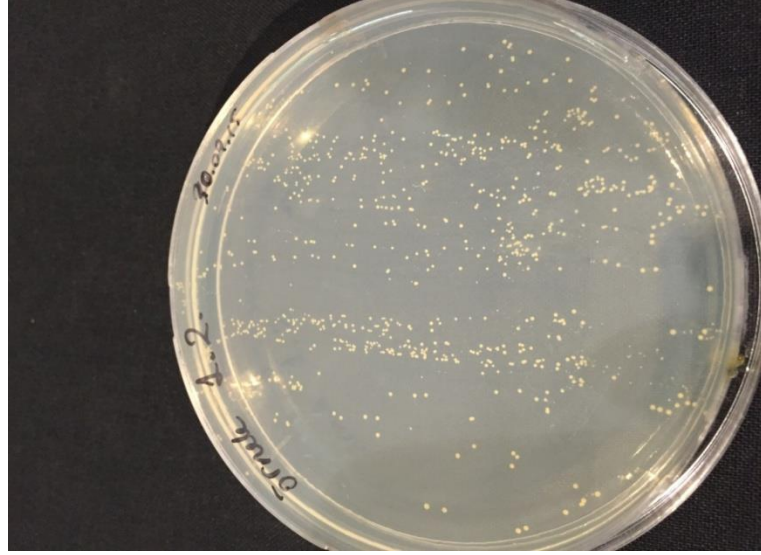
Şekil 9.23 Kaplama işlemi uygulanan esere ait SEM görüntüsü

9.1.2.4 Kaplama Yapılan Eserin Bakteri ve Mantar Testi Sonucu

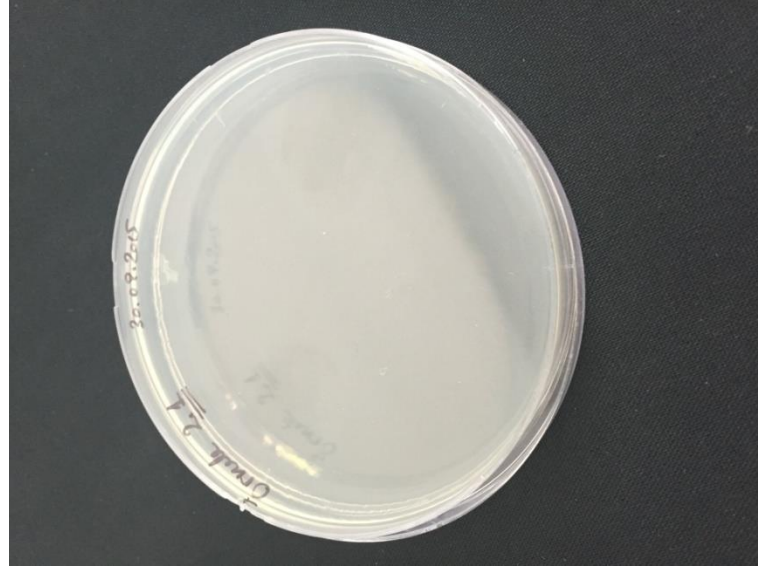
Alınan swablar sıvı besi yerinde 24 saat bekletildikten sonra PDA agar bulunan petrilere ekim yapılmıştır. Bir hafta boyunca oda sıcaklığında gelişmesi gözlenmiştir. Alınan neticelere ait görüntüler Şekil 9.24- Şekil 9.31’de verilmektedir.



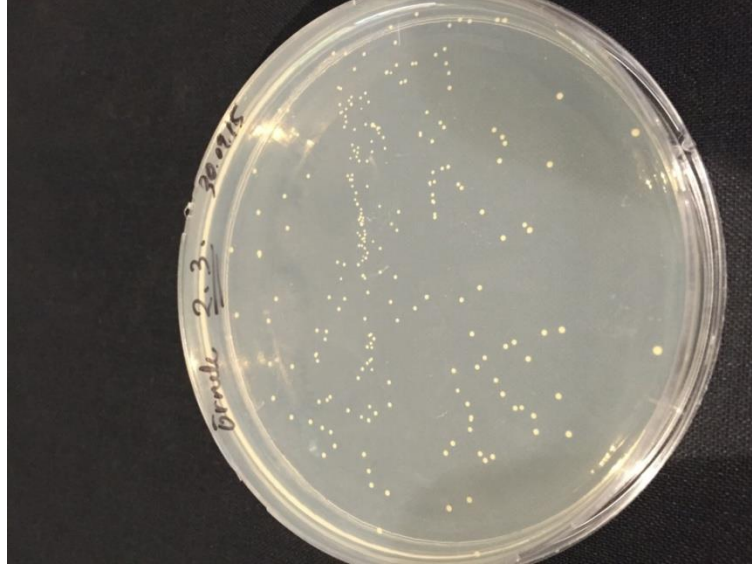
Şekil 9.24 Daldırma yöntemi ile kaplanan 1.1 numunesine ait petri ekim sonucu
Daldırma yöntemi ile yapılan kaplama sonucu bakteri testi uygulanan 1 nolu numunenin kaplanan yüzeyinde (1.1) herhangi bir organizma büyümesi gözlenmemiştir (Şekil 9.24).



Şekil 9.25 Daldırma yöntemi ile kaplanan 1.2 numunesine ait petri ekim sonucu
Daldırma yöntemi ile yapılan kaplama sonucu bakteri testi uygulanan 1 nolu numunenin kaplamanın arka yüzeyinde (1.2) organizma büyümesi gözlenmiştir (Şekil 9.25).



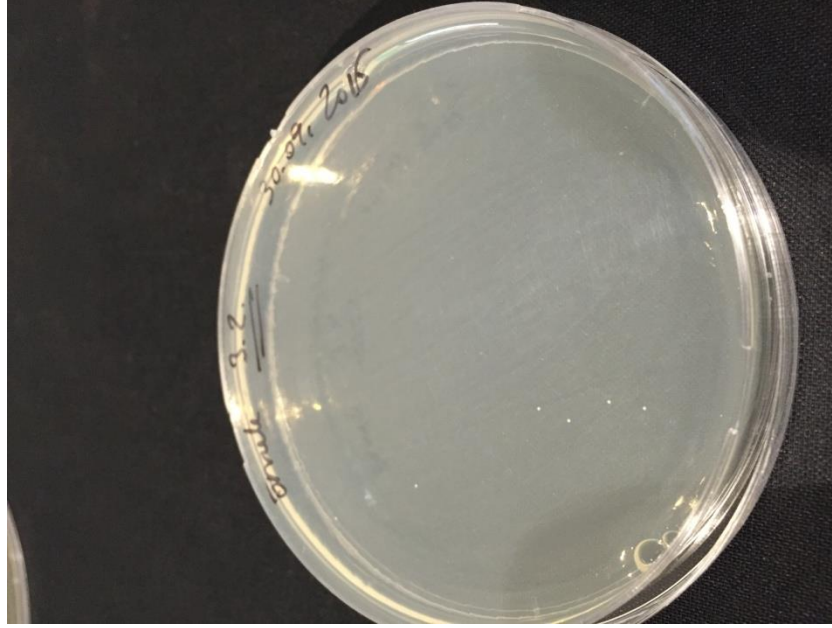
Şekil 9.26 Püskürtme yöntemi ile kaplanan 2.1 numunesine ait petri ekim sonucu
Püskürtme yöntemi ile yapılan kaplama sonucu bakteri testi uygulanan 2 nolu numunenin kaplanan yüzeyinde (2.1) organizma büyümesi gözlenmemiştir (Şekil 9.26).



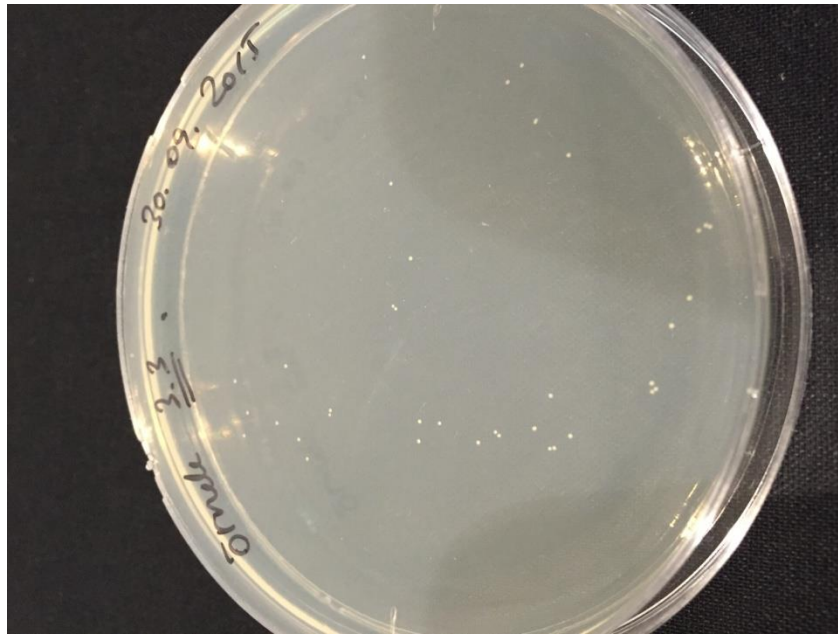
Şekil 9.27 Püskürtme yöntemi ile kaplanan 2.3 numunesine ait petri ekim sonucu
Püskürtme yöntemi ile yapılan kaplama sonucu bakteri testi uygulanan 2 nolu numunenin kaplamanın arka yüzeyinde (2.3) organizma büyümesi gözlenmiştir (Şekil 9.27).



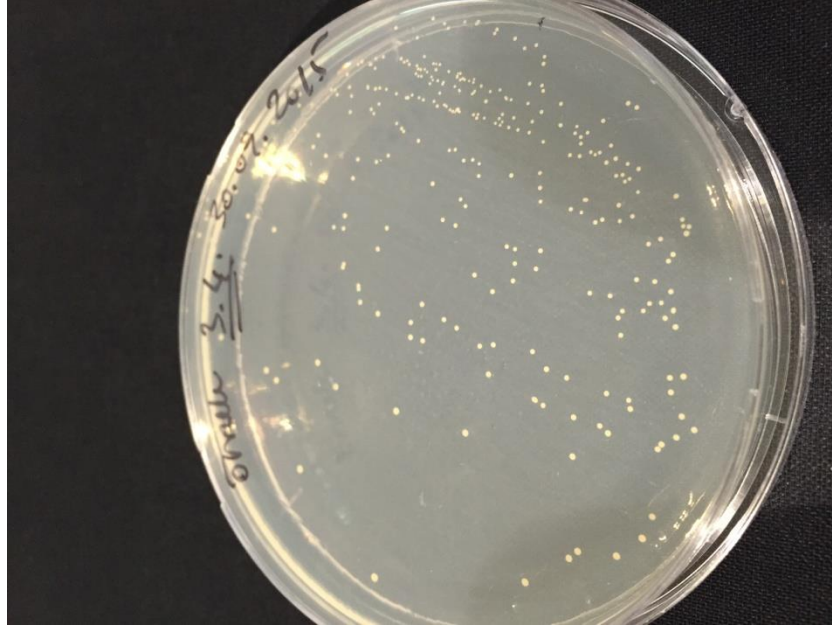
Şekil 9.28 Elektrospinning yöntemi ile kaplanan 3.1 numunesine ait petri ekim sonucu
Elektrospinning yöntemi ile yapılan kaplama sonucu bakteri testi uygulanan 3 nolu numunenin kaplanan yüzeyinde (3.1) organizma büyümesi gözlenmemiştir (Şekil 9.28).



Şekil 9.29 Elektrospinning yöntemi ile kaplanan 3.2 numunesine ait petri ekim sonucu Elektrospinning yöntemi ile yapılan kaplama sonucu bakteri testi uygulanan 3 nolu numunenin kaplanan alanın çevresinde (3.2) organizma büyümesi düşük oranda gözlemlenmiştir (Şekil 9.29).



Şekil 9.30 Elektrospinning yöntemi ile kaplanan 3.3 numunesine ait petri ekim sonucu Elektrospinning yöntemi ile yapılan kaplama sonucu bakteri testi uygulanan 3 nolu numunenin kaplama olmayan yüzeyi (3.3) organizma büyümesi düşük oranda gözlemlenmiştir (Şekil 9.30).



Şekil 9.31 Elektrospinning yöntemi ile kaplanan 3.4 numunesine ait petri ekim sonucu Elektrospinning yöntemi ile yapılan kaplama sonucu bakteri testi uygulanan 3 nolu numunenin yırtıldığı alanda (3.4) organizma büyümesi gözlemlenmiştir (Şekil 9.31).

9.2 Zeolit Tozlarının Karakterizasyonu

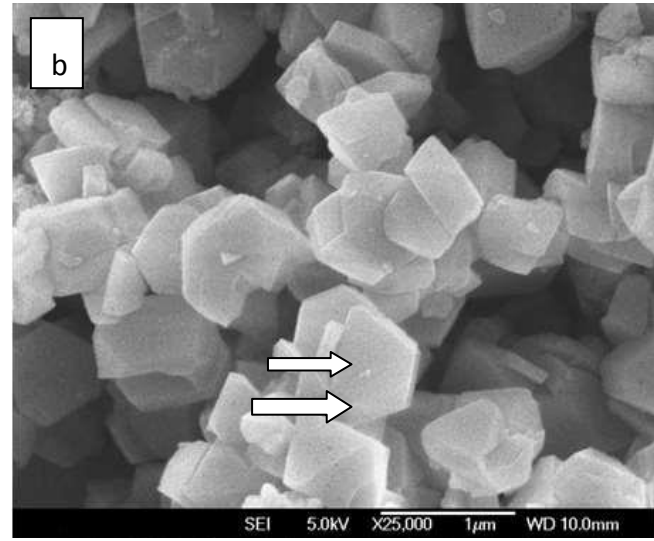
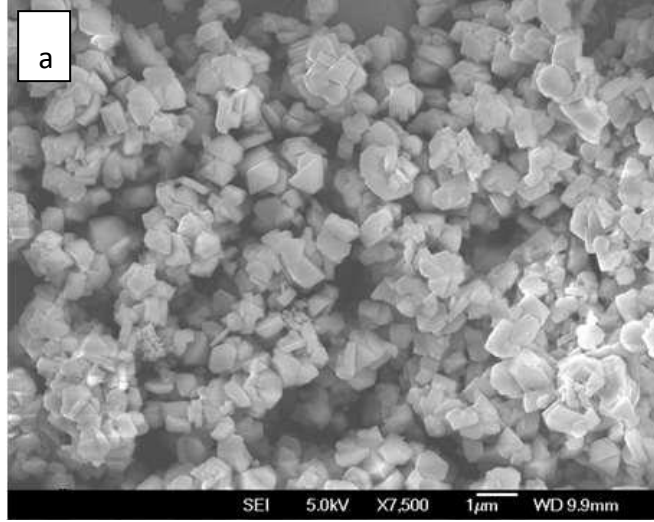
Bu bölümde, yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar irdelenmiştir. Yapılan analiz testleri SEM ve EDX' tir.

9.2.1 Zeolit Tozlarının SEM ve EDX Analiz Sonuçları

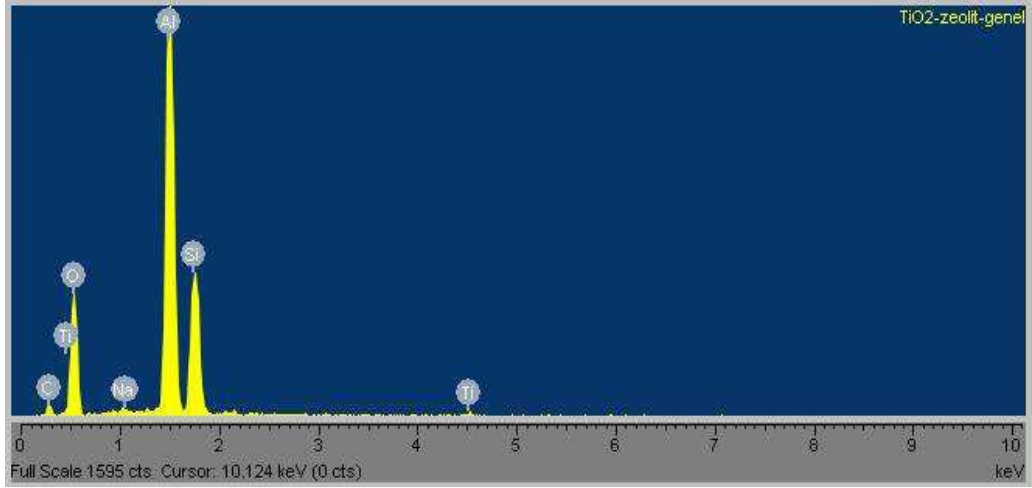
Elektrokinetik biriktirme yöntemi ile yapılan kaplama sonucu Ni filtreler SEM ve EDX analiz metoduna tâbi tutulmuştur. Numunelere ait SEM görüntüleri ve EDX sonuçları sırasıyla irdelenmiştir.

9.2.1.1 Zeolit Y-TiO₂ (12:1) (Çözelti 1)'e Ait Karakterizasyon Sonuçları

Zeolit Y-TiO₂ (Çözelti 1)'e ait SEM görüntüleri ve EDX sonucu Şekil 9.32'da ve Şekil 9.33'da verilmiştir.



Şekil 9.32 (a) ve (b) Zeolit Y-TiO₂ (Çözelti 1)' e ait SEM görüntüleri
Ticari zeolitlerin eş boyutlara sahip olduğu, bu bağlamda SEM görüntülerinde görülen
büyük yapıların zeolit olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 9.32).

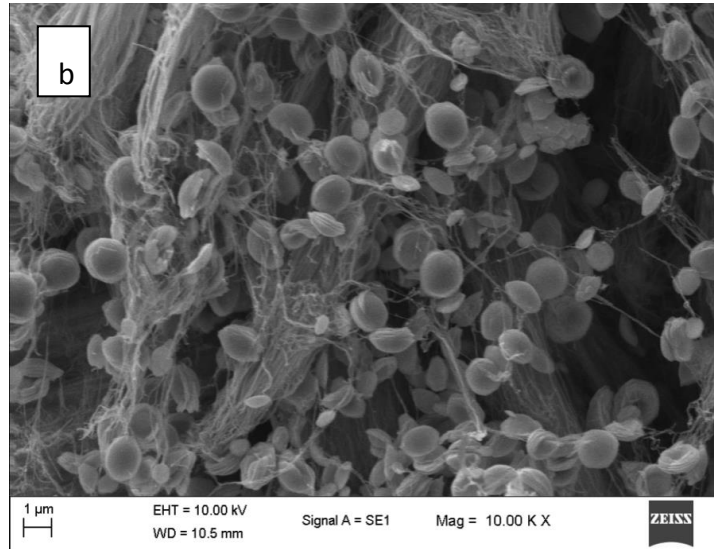
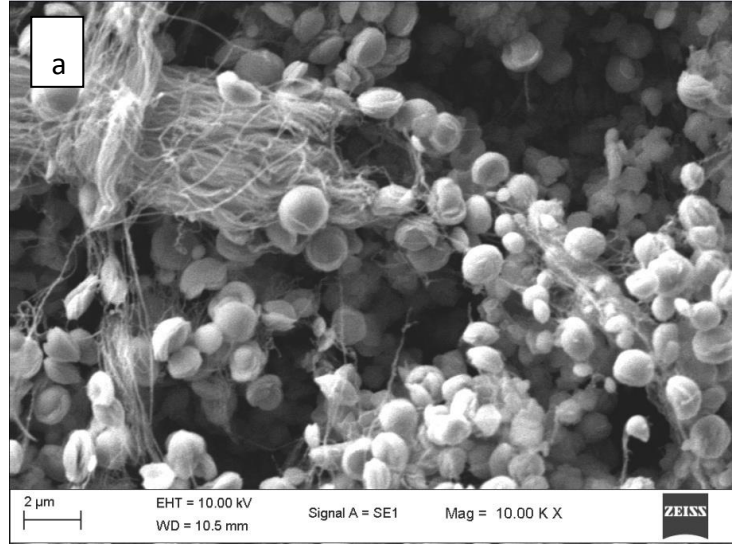


Şekil 9.33 Numune 1 (Çözelti 1)'e ait EDX sonucu

EDX sonucu incelenecek olursa, pikleri beliren Al, Si ve O zeolitten gelmektedir. Bunun yanında titanyuma ait 2 adet pikin oluştuğu görülmektedir. Diğer yandan Na ve C elementlerinin de oluştuğu tespit edilmektedir. C oluşmasının sebebi elektrokinetik biriktirme işleminde kullanılan asetil aseton kimyasalından gelmektedir. Na ise zeolite titanyuma zeolit yüklemesi esnasında kullanılan sodyum klorür kimyasalından gelmektedir (Şekil 9.33).

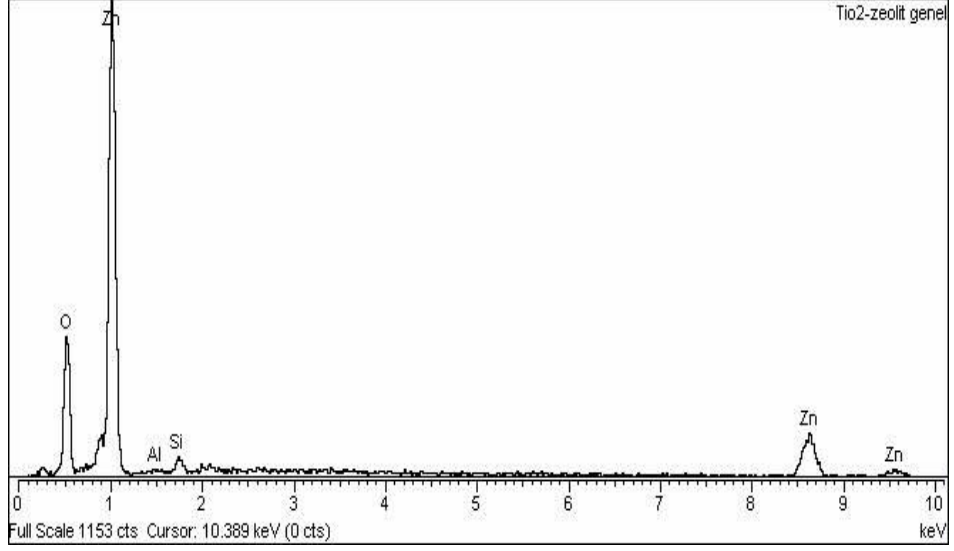
9.2.1.2 Zeolit Y-TiO₂ (5,1:1)- (Çözelti 2)'ye Ait Karakterizasyon Sonuçları

Zeolit Y-TiO₂ (Çözelti 2)'ye ait SEM ve EDX sonucu Şekil 9.34 ve Şekil 9.35'de verilmiştir. Küresel yapıya sahip olanlar mikron boyuntalarına kadar çıkmakta; ipliksi yapılar ise 100-200 nanometre arasında değişmektedir.



Şekil 9.34 (a) ve (b) Zeolit Y-TiO₂ (Çözelti 2)'ye ait SEM görüntüleri

SEM görüntülerinde de görüleceği üzere elektrokinetik biriktirme yöntemi ile kaplama sonucu ipliksi bir yapı meydana gelmiştir. Bu ipliksi yapılar çinko (Zn); küresel yapılar ise yeniden çekirdeklenen sodyumdur.



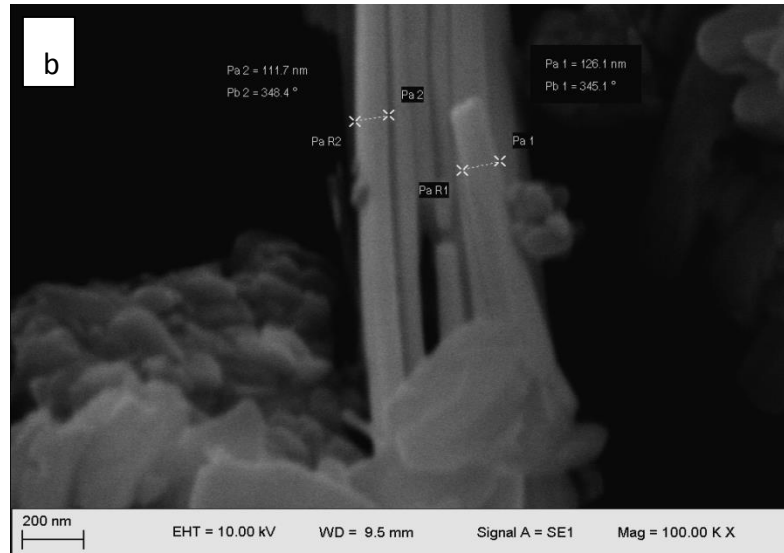
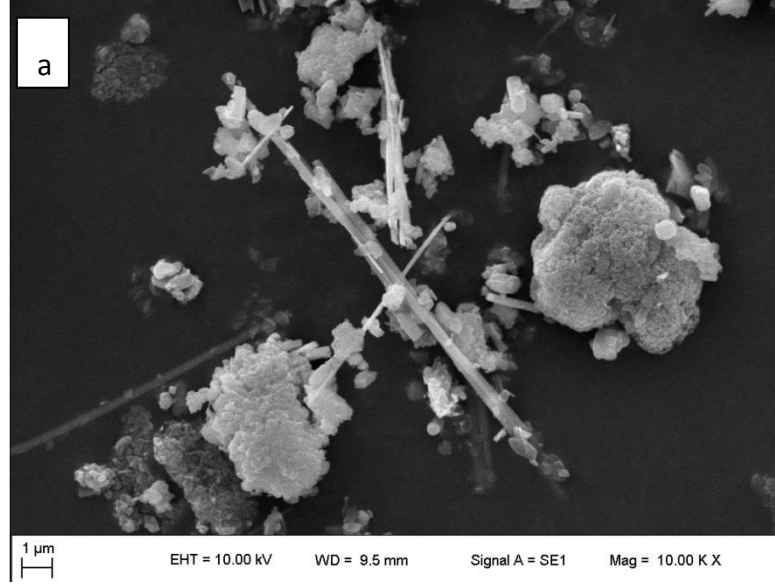
Şekil 9.35 Zeolit Y-TiO₂ (Çözelti 2)'ye ait EDX sonucu

EDX sonucuna bakılırsa, O, Al, Si elementleri zeolitin varlığından kaynaklanmaktadır. Bunun dışında yüksek oranda çinko elementi EDX analizinde oluşmuştur.

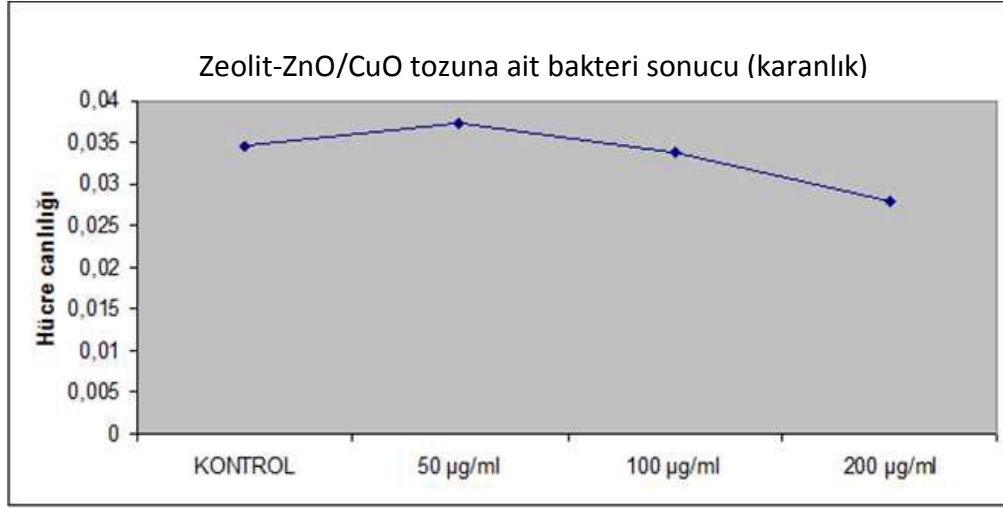
Çinko metalinin oluşmasında kaplama işleminde kullanılan filtre malzemesinden kaynaklanmaktadır.

9.2.1.3 ZSM-5/CuO-ZnO (23:1) (Çözelti 3)'ye Ait Karakterizasyon Sonuçları

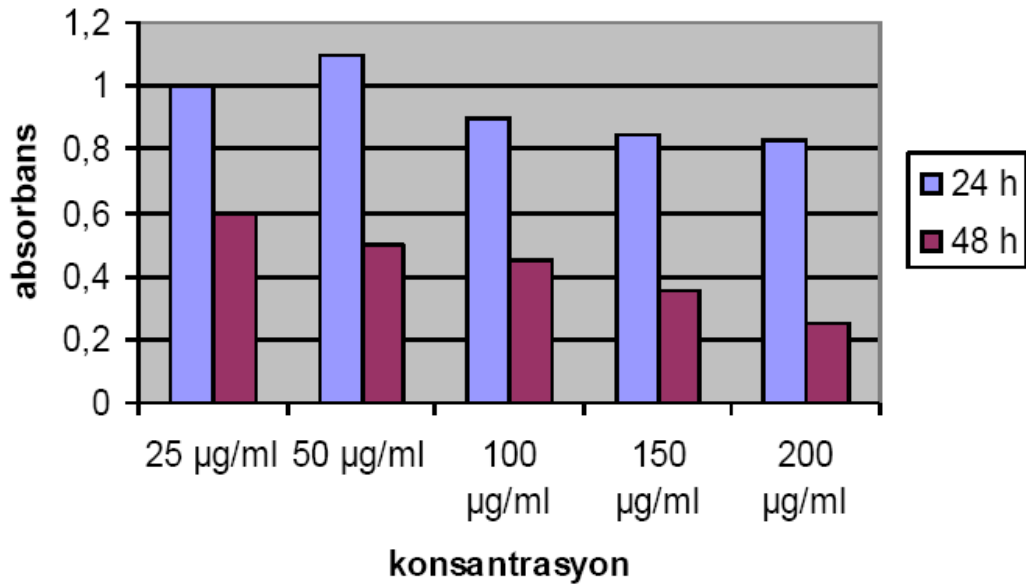
ZSM-5/CuO-ZnO (Çözelti 3)'e ait SEM sonuçları Şekil 9.36 'de verilmektedir. Diğer taraftan yapılan bakteri testleri de Şekil 9.37- Şekil 9.40'da verilmektedir.



Şekil 9.36 (a) ve (b) ZSM-5/CuO-ZnO (Çözelti 3)'e ait SEM görüntüleri ZSM-5/CuO-ZnO'e ait SEM görüntüsü incelenecek olursa; zeolit partiküllerinin büyük oranda topaklandığı görülmektedir. Uzun yapılar ise CuO / ZnO'dur. CuO/ZnO'nun boyutları 120 ilâ 150 nanometre arasında değişmektedir.

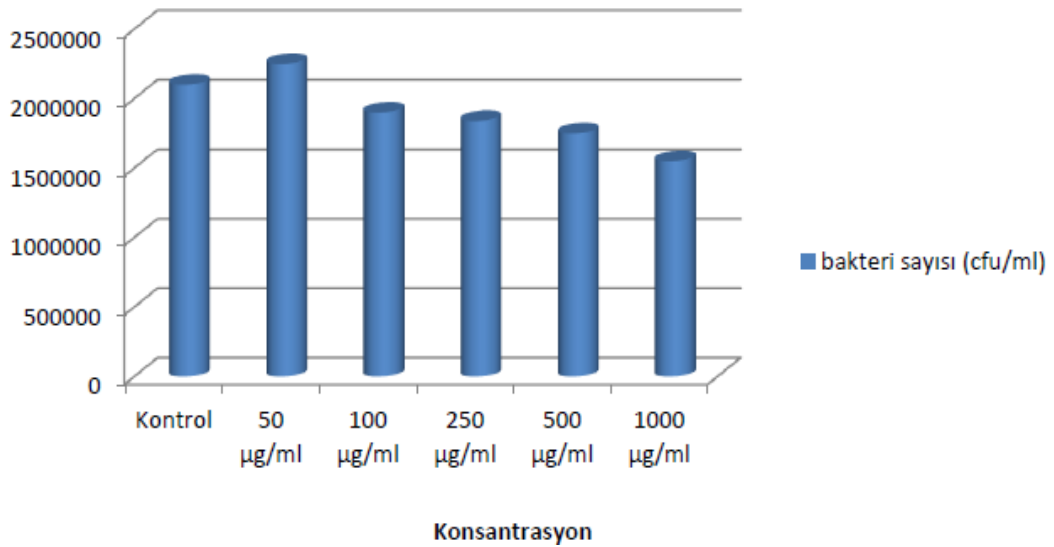


Şekil 9.37 Zeolit-ZnO/CuO tozunun karanlıkta parazit canlılığı üzerindeki etkisi Şekil 9.37’de nikel filtrelerle kaplanan Zeolit-ZnO/CuO nanoparçacıkların parazitlerin canlılığına olan etkisi verilmiştir. Karanlık ortam koşullarında Zeolit-ZnO/CuO nano parçacıklarına maruz kalan parazit miktarının, konsantrasyona bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

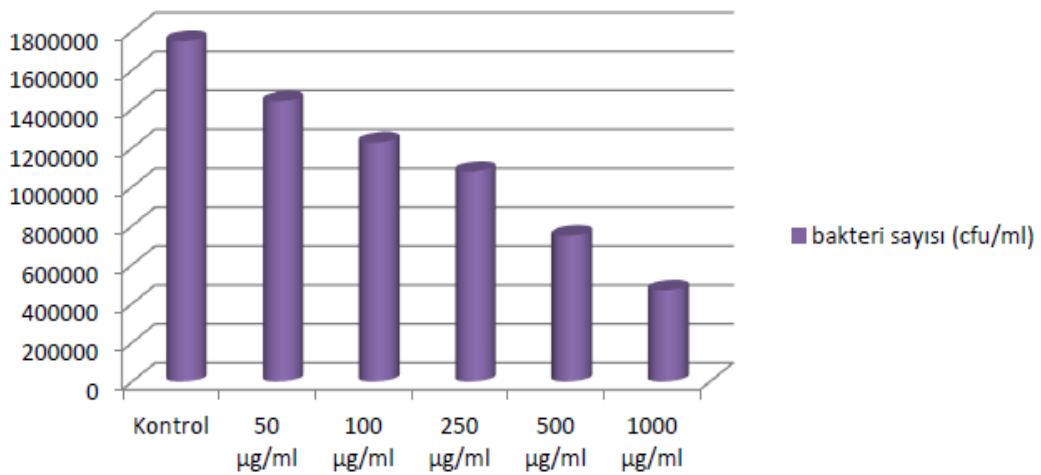


Şekil 9.38 Zeolit-ZnO/CuO tozunun süreye bağlı olarak parazit canlılığı üzerindeki etkisi Zeolit-ZnO/CuO tozunun anti bakteriyel etkisi UV ışık altında incelenmiştir. Öncelikle toz halindeki parçacıklar distile suda çözülerek 1 mg/ml’ lik stok solüsyon hazırlanmıştır. LuriaBertoni sıvı besi yerinde üreyen bakterilerin üzerine 25, 50, 100, 150, 200 µg/ml konsantrasyonlarda parçacık eklemesi yapıldıktan sonra bakterilerin

üremesi inkübasyonun 24. ve 48. saatlerinde spektro fotometre yardımıyla belirlenmiştir.



Şekil 9.39 Zeolit-ZnO/CuO tozunun karanlıkta S.Aureus Bakterileri üzerindeki antibakteriyel etkisi

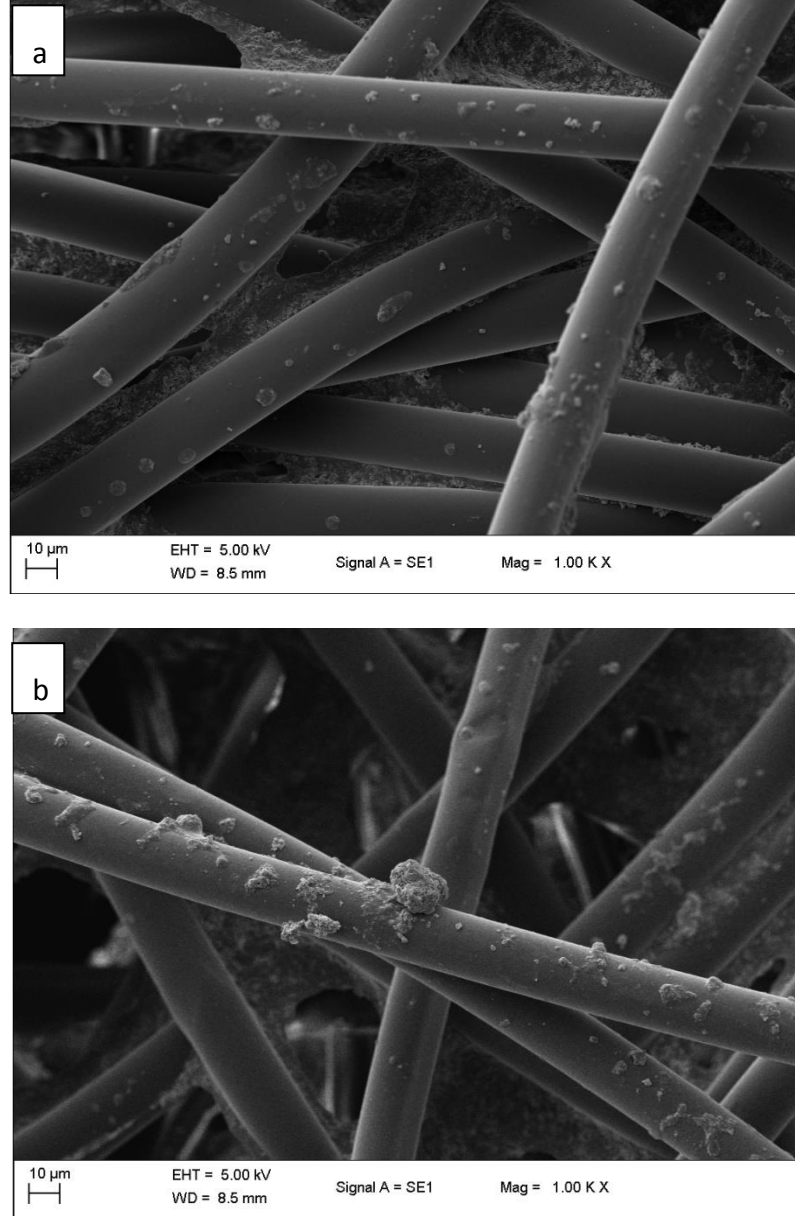


Şekil 9.40 Zeolit-ZnO/CuO tozunun UV ortamında S.Aureus Bakterileri üzerindeki antibakteriyel etkisi

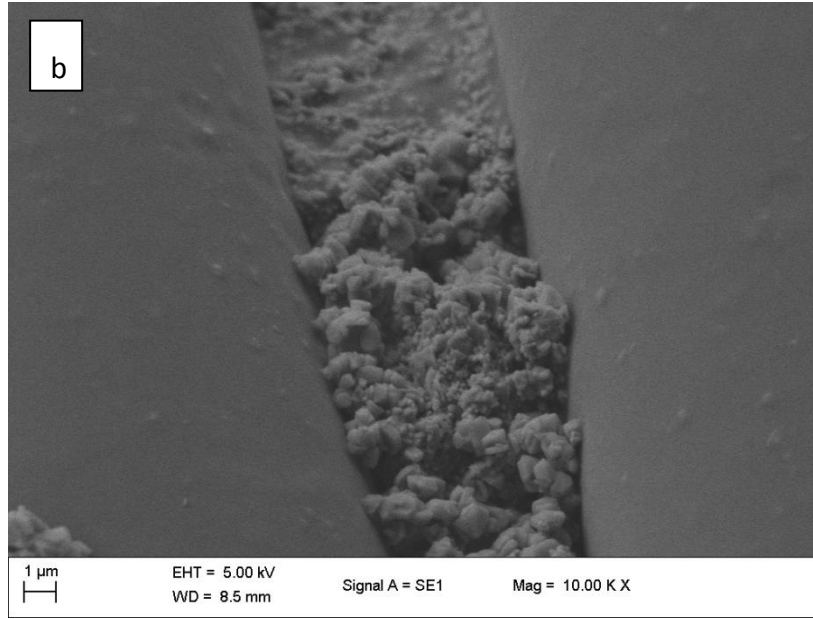
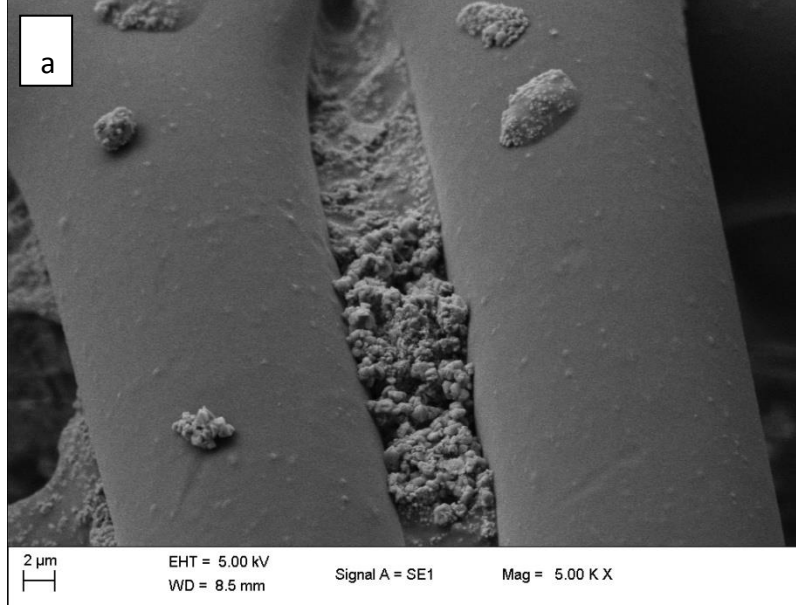
Zeolit-ZnO/CuO tozunun *S.Aureus* Bakterileri üzerindeki anti bakteriyel etkinliği karanlık ortam ve UV ışığı altında incelenmiştir. Şekil 9.39'da Zeolit-ZnO/CuO tozunun karanlık ortamdaki anti bakteriyel özelliği gösterilmekteyken, Şekil 9.40'da ise UV ışık altındaki etkinliği görülmektedir.

9.2.2 Kaplanan Kumaşlara Ait SEM Görüntüleri

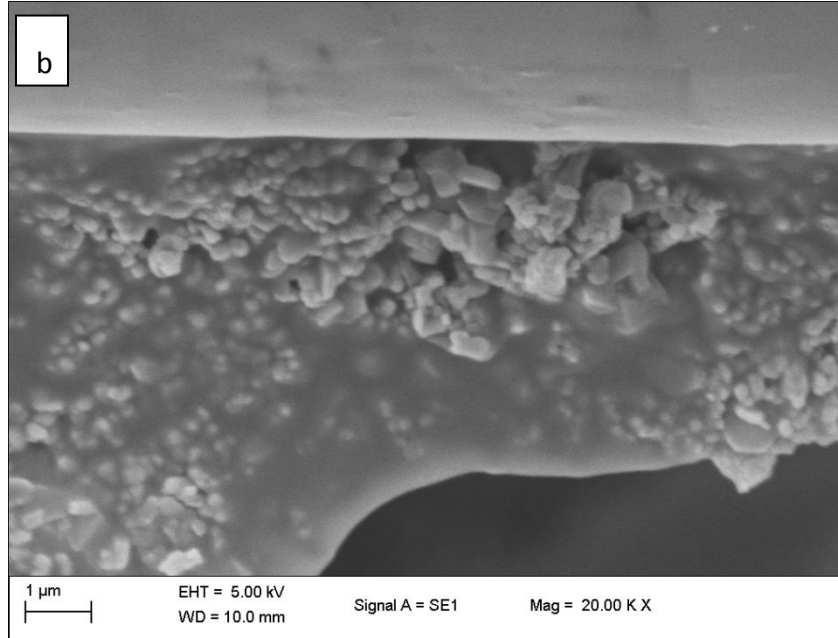
Bu bölümde püskürtme yöntemi ile kaplanan kumaşlara ait SEM görüntüleri Şekil 9.41, Şekil 9.42 ve Şekil 9.43’de incelenmiştir. Görüntüler sırasıyla Numune 1, Numune 2 ve Numune 3’e aittir.



Şekil 9.41 (a) ve (b) Zeolit Y-TiO₂ (Numune 1)’e ait kaplama görüntüleri Zeolit Y-TiO₂ (Numune 1)’e ait kaplama görüntülerinde fiberler üzerinde birikmenin az olduğu, ayrıca fiberler üzerinde yer yer topaklanmaların meydana geldiği söylenebilir.



Şekil 9.42 (a) ve (b) Zeolit Y-TiO₂ (Numune 2)'ye ait kaplama görüntüleri
Zeolit Y-TiO₂ (Numune 2)'e ait kaplama görüntülerinde aynı şekilde birikmelerin daha çok kumaş fiberleri arasında olduğu söylenebilir.



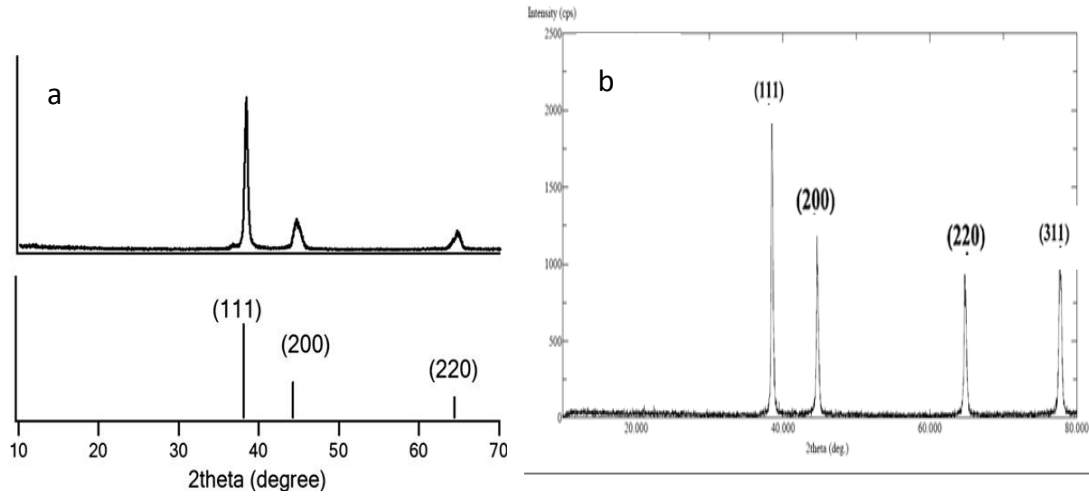
Şekil 9.43 (a) ve (b) ZSM 5-CuO/ZnO (Numune 3)'e ait kaplama görüntüleri
ZSM 5 (Numune 3)'e ait kaplama görüntülerinde aynı şekilde birikmelerin daha çok
kumaş fiberleri arasında olduğu görülmektedir.

SONUÇLAR VE İRDELEME

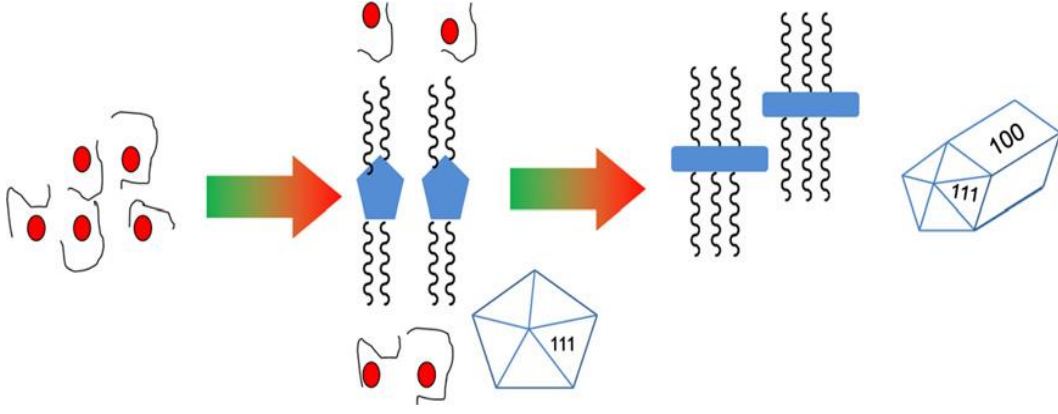
Bu bölümde yapılan karakterizasyon işlemleri değerlendirilmiştir.

10.1 Gümüş Tozlarına Ait XRD Sonucunun İrdelenmesi

Elde edilen XRD (JCPDS04-0783) sonucu incelenecek olursa oluşan pikler yapının tek kristalin olduğunu göstermektedir [62]. Kart numarası ve analizlerde elde edilen pikler Şekil 10.1 (a) ve (b)'de verilmektedir. Karşılaştırmalı verilen bu iki XRD sonucu oluşan yapının gümüş ve kristalin olduğunu doğrulamaktadır.



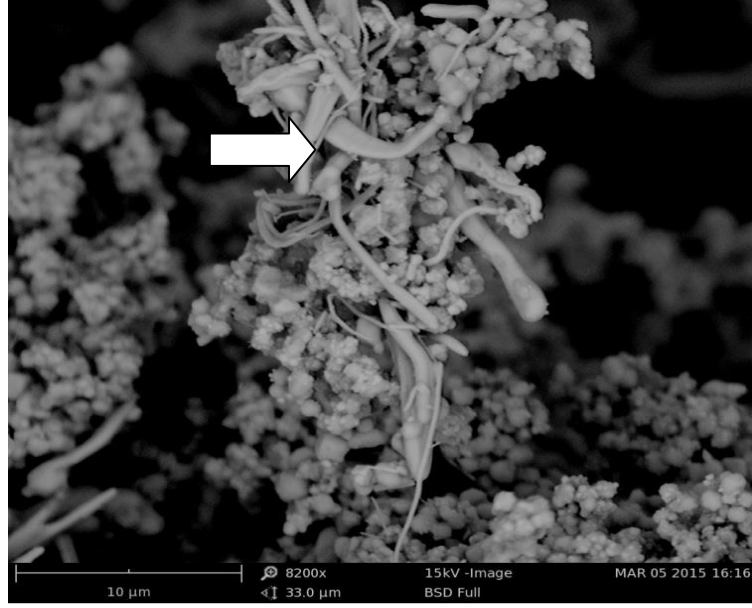
Şekil 10.1 (a) Gümüşe ait XRD kart sonucu; (b) Analizler ile elde edilen XRD sonucu Ag atomlarının daha çok (1 1 1) düzleminde biriktiği, bunun nedeninden bahsederken de deneysel aşamada kullanılan polivinilprolidon (PVP) kimyasalının Ag kristalleri üzerindeki etkisine değinmek yerinde olacaktır. PVP, Şekil 10.2' de gösterildiği üzere Ag kristallerinin sahip olduğu (1 0 0) düzlemini pasifleştirmekte, bunun yanında (1 1 1) düzleminin aktif kalmasını sağlayarak kristallerin pentagonal şekilde büyümesine sebebiyet vermektedir [62]. Elde edilen XRD sonucundaki (1 1 1) düzlemini belirten pik teoride açıklandığı şekilde PVP'nin etkisini doğrulamaktadır [63].



Şekil 10.2 PVP'nin pentagonal gümüş oluşumundaki etkisi

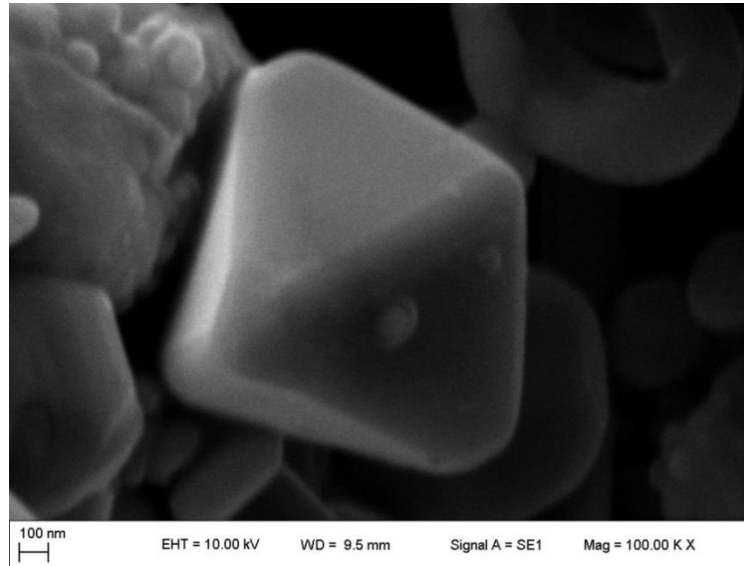
10.2 Gümüş 11'e Ait SEM ve EDX Sonucunun İrdelenmesi

Topaklanmanın sebebi işlem esnasında kullanılan stabilizatörün yani PVP'nin miktarının az olması ya da üretim süresine bağlı olarak difüzyon neticesinde oluşmasıdır. Teori kısmında bahsedildiği gibi difüzyon mekanizması ile birikme, termodinamik açıdan daha kararlı olan bölgede meydana gelmiştir. Ayrıca morfoloji içinde mevcut olan tel yapılarında bükülmeler dikkati çekmektedir. Bu olayın sebebi şu şekilde açıklanabilir: gümüş metali bilindiği üzere yüzey merkezli kübik kafes yapısına sahiptir. Dolayısıyla solvotermal reaksiyon ile oluşan gümüş nano telleri de aynı kafes yapısını ihtiva etmektedir. İşlem süresince tercih edilen PVP stabilizatörü kafes içine nüfuz edememekte; ayrıca (1 0 0) düzlemini de etkisiz hale getirmekte hattâ (1 1 1) düzlemi boyunca tellerin birbirine bağlanmasına neden olmaktadır [63]. (1 1 1) düzleminde meydana gelen bu birleşmeler sıcaklık etkisiyle atomların difüzyonuna, dolayısıyla bükülmelere neden olmaktadır (Şekil 10.3).



Şekil 10.3 PVP'ye bağlı olarak meydana gelen bükülme

Şekil 10.4' te gösterildiği üzere morfolojinin bazı kısımlarının ikosahedron ve tetrahedra yapısında kalmasının nedeni üretim aşamasında kullanılan NaCl'nin ihtiva ettiği Cl^- iyonlarıdır [37]. Büyüme mekanizmasında bahsedildiği üzere klor iyonları oksijen atmosferinde işlem gerçekleştirildiğinde oksidatif aşındırıcı etkisi göstermekte buna bağlı olarak geometrik formda yapılar oluşmaktadır [66].



Şekil 10.4 İkosahedron yapıya ait SEM görüntüsü

Sistemde sürfaktant olduğundan dolayı ikosahedron büyümeye devam edememiş dolayısıyla biçimini korumuştur.

EDX sonucunda da Oksijen elementinin ortaya çıkmasının nedeni solvotermal işlemede etilen glikol kullanılmasıdır.

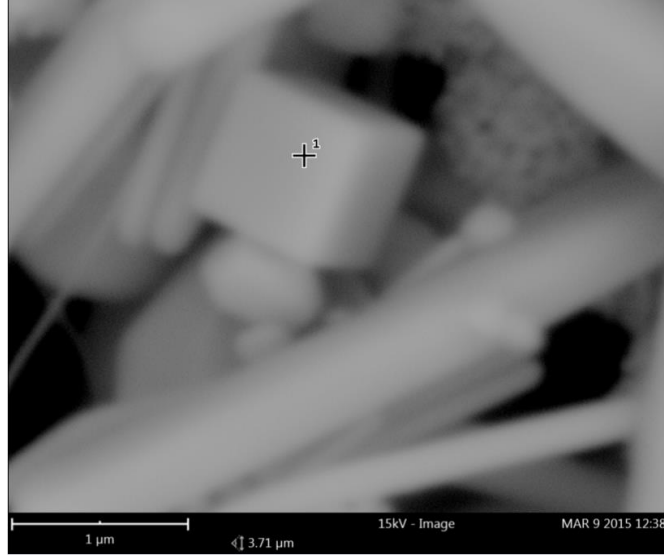
10.3 Gümüş 13'e Ait SEM ve EDX Sonucunun İrdelenmesi

Gümüş 13 numunesinde Gümüş 11'den farklı olarak tel ve rod yapıların çok daha fazla meydana geldiği anlaşılmaktadır. Bunun nedeni şu şekilde açıklanabilir: Gümüş 11 üretimi için tercih edilen PVP miktarı daha fazla olmasına rağmen difüzyon mekanizmasına da bağlı olan tel oluşumu için gerekli süre çok daha kısadır. Bu sebeple atomların hareketi için yeterli süre söz konusu değildir. Ancak Gümüş 13'te solvotermal işlemede tutulan süre 23 saattir ve bu da atomların difüzyonu için gerekli süreyi karşılamaktadır. Bunun dışında bir faktör daha etkili olmuştur. Nanoteknolojide tel, rod, tüp gibi iki boyutlu nano yapılar termodinamik açıdan karşılaştırıldığında küresel formlara kıyasla daha kararsız yapılardır. Bu faktör üretim aşamasında karşımıza çıkmakta, işlemin süresini ve sıcaklığını belirlemede kullanılmaktadır. Eğer işlem süresi veya sıcaklığı optimum düzeyde değil ise oluşan tek veya iki boyutlu nano yapılar küresel forma dönebilmektedir. Gümüş 11'de meydana gelmiş küresel yapıların bir nedeni de budur.

Gümüş 13'te de, Gümüş 11'de olduğu gibi, bazı bölgelerde topaklanmanın meydana geldiği ayrıca oluşan tel ve rodlarda bükülmeler olduğu tespit edilmektedir. Söz konusu durumların nedeni aynıdır ve bahsi geçen konuya yukarıda değinilmiştir. EDX sonucunda beliren oksijen elementi ise etilen glikol kullanılması sonucudur.

10.4 Gümüş 15'e Ait SEM ve EDX Sonucunun İrdelenmesi

Geometrik biçim olarak, tespit edilebildiği kadarı ile sadece kübik form mevcuttur. Bu neticeye varılmasında muhtemel bir etken söz konusudur o da klor iyonlarının geometrik form oluşumunda etkili olmasıdır. Daha önce belirtildiği gibi Gümüş 13 sentezi sonucunda çeşitli formlar meydana gelmiştir. Ancak Gümüş 15'te sadece kübik şekilde geometrik yapı olduğu tespit edilmiştir. İki analiz sonucu arasındaki fark sentez aşamasında kullanılan gümüş nitrat miktarıdır. Şu sonuç çıkarılabilir: eğer gümüş nitrat miktarı optimum düzeyde seçilirse ve çözelti içinde yeterli miktarda klor iyonu mevcutsa geometrik yapı kübik olarak meydana gelmektedir (Şekil 10.5).



Şekil 10.5 Klor iyonunun etkisine bağlı olarak oluşan geometrik form

Diğer numunelerde olduğu gibi oksijen elementine ait pikin oluşması işlem sırasında etilen glikol kullanılmasıdır.

10.5 Ag/CS 1 Tozuna Ait Karakterizasyon Sonuçlarının İrdelenmesi

XRD sonucu ayrıca oluşan morfolojinin amorf yapıda olduğunu göstermektedir. Ana matriksin kitosan olması sebebiyle böyle bir sonuç elde edilmiştir.

SEM görüntüleri ile EDX sonuçları incelenecek olursa; ana matriks elemanı kitosandır ve gümüş nanopartikülleri homojen şekilde kitosan içerisinde dağılmışlardır. Nanopartiküllerin boyutları yaklaşık 200 ilâ 300 nanometre arasında değişmekle beraber kısmen çok daha küçük boyutlara sahip partiküllerin oluştuğu görülmektedir. EDX analizi de gümüşe ait büyük bir pik vermiştir. Ayrıca sodyum (Na) ve oksijen (O) elementlerinin çıkması sentez esnasında kullanılan sodyum hidroksit (NaOH) nedeniyledir.

10.6 Ag/CS 2 Tozuna Ait Karakterizasyon Sonuçlarının İrdelenmesi

Ag/CS 1 numunesine benzer olarak XRD sonucu oluşan morfolojinin amorf yapıda olduğunu göstermektedir. Ana matriksin kitosan olması sebebiyle böyle bir sonuç elde edilmiştir.

SEM görüntüleri incelenecek olursa partiküllerin boyutlarında düşüş meydana geldiği ve yaklaşık 50 nm civarında boyutlara sahip olduğu ancak aynı zamanda topaklanmaya bağlı olarak homojen bir dağılımın söz konusu olmadığı söylenebilir. Kitosanın gümüşe bağlanması Şekil 8.8' de verilmiştir. Bu şekil baz alınarak şu yorum da yapılabilmektedir: sentez esnasında tercih edilen gümüş nitrat miktarı Ag/CS 1'e kıyasla daha fazla olduğundan büyüme aşamasında daha fazla gümüş çekirdekleri oluşmakta, difüzyon mekanizması ile kolayca birbirlerine tutunmaktadırlar. Dolayısıyla kitosan ile bağlanmaları sonucunda da daha büyük topaklar meydana gelmektedir. EDX analizinde de homojen dağılmamaya bağlı olarak seçilen bölgenin çok fazla gümüş barındırmadığı sonucu çıkarılabilir.

10.7 Elektrosinning İşlemine Tabi Tutulan Kâğıda Ait SEM Sonucunun İrdelenmesi

SEM sonucu irdelenecek olursa elektrosinning işleminin başarısız olduğu; dolayısıyla kaplamanın yapılamadığı tespit edilmektedir. Bunun nedeni elektrosinning işleminde mevcut olan parametrelerin optimizasyonunun zorluğu olarak tespit edilebilir. Bu parametreler başta viskozite olmak üzere, nem, ortam sıcaklığı gibi faktörlerdir.

10.8 Farklı Kaplama Yöntemleri İle İşlenmiş Kâğıt Örneklerine Ait Bakteri ve Mantar Testi Sonuçlarının İrdelenmesi

Gümüş takviyeli kitosan solüsyonları kullanılarak daldırma, püskürtme ve elektrosinning yöntemleri ile kaplanmış kâğıt numuneler üzerinde bakteri ve mantarların büyüme ve çoğalma eğilimleri Süleymaniye Yazma Eserler Kütüphanesi'nde gerçekleştirilmiştir. Bakteri ve mantar kolonilerinin çoğalma testleri sonuçları Çizelge 10.1'de verilmiştir. Buna göre daldırma kaplama (1.1); püskürtme kaplama (2.1) ve elektrosinning kaplama (3.1) tabakalarında herhangi bir mikroorganizma büyümesine rastlanmamıştır. Diğer petriyelerde ise değişen yoğunluklarda küçük koloniler gözlemlenmiştir. Sonuçlar kaplamanın fiziksel olarak bulunduğu ortamlarda mikroorganizmaların büyümediğini, kaplamanın olmadığı veya yetersiz olduğu bölgelerde ise mikroorganizmaların farklı oranlarda büyüdüğünü göstermektedir.

Çizelge 10.1. Çeşitli Kaplama Yöntemleri İle Kaplanan Kâğıt Numunelere Ait Bakteri ve Mantar Test Sonuçları

Numune Kodu	Kaplama Çeşidi	Numunenin Kaplamadan Alınma Yeri	Bakteri-Mantar Büyüme Testi Sonuçları
1.1	Daldırma İle Kaplanmış	Kaplama Üstü	Organizma Büyümesi Görülmemiştir
1.2	Daldırma İle Kaplanmış	Kaplamanın Arka Yüzeyi	Organizma Büyümesi Görülmüştür
2.1	Püskürtme İle Kaplanmış	Kaplama Üstü	Organizma Büyümesi Görülmemiştir
2.2	-----	Kaplamasız	Organizma Büyümesi Görülmüştür
2.3	Püskürtme İle Kaplanmış	Kaplamanın Arka Yüzeyi	Organizma Büyümesi Görülmüştür
3.1	Elektrospinning İle Kaplanmış	Kaplama Üstü	Organizma Büyümesi Görülmemiştir
3.2	Elektrospinning İle Kaplanmış	Kaplamanın Çevresinde Kalan Alan	Organizma Büyümesi Az Miktarda Görülmüştür
3.3	-----	Kaplamanın Olmadığı Alan	Organizma Büyümesi Az Miktarda Görülmüştür
3.4	Elektrospinning İle Kaplanmış	Kaplamanın Kaldırıldığı Alan	Organizma Büyümesi Görülmüştür

10.9 Zeolit Y-TiO₂ (12:1) (Numune 1) 'e Ait Karakterizasyon Sonuçlarının İrdelenmesi

Numune 1'e ait SEM görüntüleri irdelenecek olursa ticari Zeolit yapı eşeksenli tanelerden oluşmaktadır. X7500 büyütmede zeolitin morfolojisinin kübe benzer olduğu ve tane boyutunun 1 mikrondan daha küçük olduğu gözlenebilir. Daha yüksek büyütmelelerde gerçekleştirilen analizler ise kübe benzer zeolit taneleri üzerinde daha küçük boyutlu ve yine eşeksenli TiO₂ tanelerin çökeldiğini göstermektedir. TiO₂ taneler zeolit tanelerine göre çok daha küçük boyutludur. Çökelen TiO₂ partiküller oklarla belirtilmiştir.

EDX sonuçlarından da görülebileceği gibi numunelerde Al, Si, Ti, Na ve O atomları mevcuttur. En yüksek piklere sahip olan Al, Si ve O bağıl olarak en fazla miktarda bulunmaktadır. Aluminyum silikat yapısındaki zeolit numunelerde yüksek miktarda mevcuttur. Ti pikinin varlığı ise zeolit taneleri üzerinde Titanyumun çökeldiğini göstermektedir. Titanyumun zeolite bağlanmasını kolaylaştırmak için yapılan sodyum doplanması sebebiyle, küçük de olsa Na piki mevcuttur.

10.10 Zeolit Y-TiO₂ (5,1:1) (Numune 2) 'ye Ait Karakterizasyon Sonuçlarının İrdelenmesi

Numune 2 (Çözelti 2)'den alınan SEM görüntüleri ve EDX analizi neticesinde şu yorumlar yapılabilmektedir; elektrokinetik biriktirme işleminde kullanılan çinko filtre malzemesi üzerine kaplama istenilen neticeyi vermemiştir. Bunun nedeni filtre malzemesinde yatmaktadır. Uygulanan voltaj ve anodik-katodik reaksiyon sebebiyle çinko çözünmüş ve nano boyutlara varacak düzeyde yönlendirilmiş bir biçimde ipliksi yapılar meydana gelmiştir. EDX sonucu da oluşan ipliksi yapıların çinko olduğunu teyit etmektedir. Bunun yanında ortaya çıkan oksijen de korozyona uğrayan çinko malzemesinin ortaya çıkardığı çinko oksit (ZnO) tabakasından ileri gelmektedir. Tüm bu neticeler doğrultusunda çinko malzemesinin kullanımından vazgeçilmiştir.

10.11 Zeolit-CuO/ZnO (23:1) (Numune 3) 'ye Ait Karakterizasyon Sonuçlarının İrdelenmesi

Ticari zeolitlerin yoğun şekilde topaklandığı görülmektedir. CuO/ZnO'nun boyutları 120 ilâ 150 nanometre arasında değişmektedir.

Ayrıca bakteri testleri incelenecek olursa karanlık ortamda bakteriler üzerinde etkisinin az olduğu, buna karşı UV ortamda Zeolit-CuO/ZnO tozunun son derece etkili olduğu görülmektedir. Bunun sebebi CuO ve ZnO nano yapılarının yarı iletken olmasından dolayı ışık ile aktive olmasındandır.

10.12 Kaplanan Kumaşlara Ait SEM Görüntülerinin İrdelenmesi

Zeolit Y-TiO₂ (12:1) (Numune 1), Zeolit Y-TiO₂ (5,1:1) (Numune 2) ve Zeolit-CuO/ZnO (23:1) (Numune 3)'e ait SEM görüntüleri irdelendiğinde hepsinde ortak bir tema görülmektedir. Zeolit tozların kaplama işleminde boya yardımıyla kumaşlara tutunması

sağlanmıştır. Ancak bu tutunma kumaş fiberlerin üzerinden ziyade daha çok fiberler arasına yoğunlaşmıştır. Bu sebeple homojen bir kaplama olduğunu söylemek oldukça zordur. Asıl hedef fiberler üzerine homojen bir kaplama yapabilmektedir.

GELECEKTE YAPILACAK ÇALIŞMALAR

Yüksek lisans araştırması boyunca üretilen gümüş nano tozlar istenilen morfolojide, tel formunda, kısmen üretilmiştir. Morfolojide ayrıca geometrik, küresel yapılar mevcuttur. Ayrıca oluşan tel yapıları ortalama 300-500 nanometre arasında değişmekle beraber geometrik ve küresel forma sahip gümüş nano yapıları mikron boyutlarına kadar çıkabilmektedir. Gümüş/kitosan kompoziti üretiminde ise gümüş nano partikülleri küresel olmakla beraber 100 nanometre altında üretilmiştir. Kitosan polimeri içerisine büyük oranda homojen dağıtılabilmektedir. Gümüş nano yapıların sadece tel formunda üretilmesi gerçekleştirilemediğinden gelecekte yapılacak çalışmalarda buna ağırlık verilmelidir. Sentezin optimum seviyeleri araştırılmalı ve 100 nanometrenin altında ve tel formunda nano gümüş üretimi üzerine araştırmalar yapılmalıdır. Ayrıca örnek esere daldırma, püskürtme yöntemleri başarıyla uygulanmasına rağmen elektrospinning işlemi istenilen düzeyde yapılamamıştır. Buradaki nedenler işlemin sahip olduğu pek çok parametredir. Bu nedenle elektrospinning işlemi için gerekli parametreler daha ayrıntılı araştırılmalıdır.

Diğer taraftan zeolit esaslı malzeme içerisinde TiO_2 ve CuO/ZnO doplanması yapılmıştır. Zeolit- CuO/ZnO esaslı tozlar üzerine yapılan bakteri testleri de istenilen neticeyi vermiştir. Ancak kaplama kısmında zorlukla karşılaşılmıştır. İleriki çalışmalarda alternatif kaplama yöntemleri ile nano parçacıkların kumaşlara kaplanması gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Kolar, J. , Pihlar, B. , Strlic, M. ve Selih, V. S. , (2007), 'The Role Of Transition Metals In Oxidative Degradation Of Cellulose', *Polymer Degradation and Stability*, 92: 1476-1481
- [2] Cabrita, E. J. , Macedo, M. F. ve Sequeira, S. , (2012) 'Antifungals On Paper Conservation: An Overview', *International Biodeterioration and Biodegradation*, 67-86
- [3] Li, Q. , Xi, S. , ve Zhang, X. , (2013) 'Conservation Of Paper Relics By Electrospun PVDF Fiber Membranes'; *Journal of Cultural Heritage*
- [4] Gliscinska, E. , Gutarowska, B. , Kozirog, A. , Rembisz, D. , Skora, J. , Szykowska, M. ve Zduniak, K. , (2012) 'Optimization and Application Of The Misting Method With Silver Nanoparticles For Disinfection Of The Historical Objects', *International Biodeterioration and Biodegradation*, 167-175
- [5] Li, Q. , Xi, S. , ve Zhang, X. , (2013) 'Conservation Of Paper Relics By Electrospun PVDF Fiber Membranes'; *Journal of Cultural Heritage*
- [6] Bui, V. N. , Fukuda, J. , Inoue, H. , Imai, K. , Nakamura, K. , Ohba, M. , Ogawa, H. ve Yamamoto, Y. , (2012), 'Inactivation Of High and Low Pathogenic Avian Influenza Virus H5 Subtypes By Copper Ions Incorporated In Zeolite-Textile Materials', *Antiviral Research*, 93:225-233
- [7] Bhargava, S.C. , Kulshreshtha, S.K. , Salunke, H.G. , Sudarsan, V. ve Vijayalakshmi, R. , (2013), 'Iron Oxide Nanoparticles In NaA Zeolite Cages', *Solid State Sciences*, 21: 44-50
- [8] Çığ, M. İ. , *Uygurluğun Kökeni Sümerliler*, Kaynak Yayınları
- [9] İlden, S. , (2009), 'Tahrip Olmuş El Yazmalarının Onarım ve Tedavi Teknikleri', *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2/1: 65-87
- [10] Bloom, (2003), 34-35, Cumbur, (1987), 83
- [11] İlden, S. , (2009), 'Tahrip Olmuş El Yazmalarının Onarım ve Tedavi Teknikleri', *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2/1: 65-87
- [12] Kathpalia, 1990, 36-45

- [13] Martuscelli, E. , ‘ The Chemistry Of Paper Conservation’, Via Francesco Giordani 23-80122, Naples, Italy
- [14] Martuscelli, E. , ‘ The Chemistry Of Paper Conservation’, Via Francesco Giordani 23-80122, Naples, Italy
- [15] Cabrita, E. J. , Macedo, M. F. ve Sequeira, S. , (2012) ‘Antifungals On Paper Conservation: An Overview’, International Biodeterioration and Biodegradation, 67-86
- [16] Seery, M. , (March 2013), ‘Saving Paper’, Education In Chemistry
- [17] Seery, M. , (March 2013), ‘Saving Paper’, Education In Chemistry
- [18] L. Laguardia, E. Vassallo, F. Cappitelli, E. Mesto, A. Cremona, C. Sorlini ve G. Bonizzoni, (2005), Appl. Surf. Sci., 252 1159–1166
- [19] E. Franceschi, (2011), J. Therm. Anal. Calorim., 104 527–539
- [20] Kolar, J. , Pihlar, B. , Strlic, M. ve Selih, V. S. , (2007), ‘The Role Of Transition Metals In Oxidative Degradation Of Cellulose’, Polymer Degradation and Stability, 92: 1476-1481
- [21] Kolar, J. , Pihlar, B. , Strlic, M. ve Selih, V. S. , (2007), ‘The Role Of Transition Metals In Oxidative Degradation Of Cellulose’, Polymer Degradation and Stability, 92: 1476-1481
- [22] Kolar, J. , Pihlar, B. , Strlic, M. ve Selih, V. S. , (2007), ‘The Role Of Transition Metals In Oxidative Degradation Of Cellulose’, Polymer Degradation and Stability, 92: 1476-1481
- [23] İlden, S. , (2009), ‘Tahrip Olmuş El Yazmalarının Onarım ve Tedavi Teknikleri’, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2/1: 65-87
- [24] Cabrita, E. J. , Macedo, M. F. ve Sequeira, S. , (2012) ‘Antifungals On Paper Conservation: An Overview’, International Biodeterioration and Biodegradation, 67-86
- [25] T.C. Çevre v Şehircilik Bakanlığı, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
- [26] İlden, S. , (2009), ‘Tahrip Olmuş El Yazmalarının Onarım ve Tedavi Teknikleri’, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2/1: 65-87
- [27] Cabrita, E. J. , Macedo, M. F. ve Sequeira, S. , (2012) ‘Antifungals On Paper Conservation: An Overview’, International Biodeterioration and Biodegradation, 67-86
- [28] Polimerleri Özelliklerine Göre Sınıflandırma, Kimya Teknolojisi, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı
- [29] İpeksaç, T. , (2012), Çeşitli Metal Oksit Nanotüplerin Sentezi ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, sayfa 33-34
- [30] Maclean, N. , Mahiddine, S. ve Thanh, N. T. K. , (2014), ‘Mechanisms of Nucleation and Growth of Nanoparticles In Solution’ , American Chemical Society

- [31] Dellago, C. , Fanf, Y. , Wang, B. , Wang, P. , Wang, Y. ve Zhou, Q. , (2013) ' Nanoparticle Based Crystal Growth Via Multistep Self-Assembly', The Royal Society Of Chemistry
- [32] Hofmeister, H. , (2004), 'Fivefold Twinned Nanoparticles', Max Planck Institute Of Microstructure Physics, Halle Germany, D-06120
- [33] Hofmeister, H. , (2009), 'Shape Variations and Anisotropic Growth Of Multiply Twinned Nanoparticles', Max Planck Institute Of Microstructure Physics, Halle Germany, D-06120
- [34] Hofmeister, H. , (2004), 'Fivefold Twinned Nanoparticles', Max Planck Institute Of Microstructure Physics, Halle Germany, D-06120
- [35] Hofmeister, H. , (2009), 'Shape Variations and Anisotropic Growth Of Multiply Twinned Nanoparticles', Max Planck Institute Of Microstructure Physics, Halle Germany, D-06120
- [36] Hofmeister, H. , (2009), 'Shape Variations and Anisotropic Growth Of Multiply Twinned Nanoparticles', Max Planck Institute Of Microstructure Physics, Halle Germany, D-06120
- [37] Tang, X. ve Tsuji, M. , (2010), 'Sythesis Of Silver Nanowires In Liquid Phase', Nanowires Science and Technology, Japan
- [37] Çaydamlı, Y. , (2012), Elektrospinnig Yöntemi İle Biyopolimer Esaslı Nano Yapıların Hazırlanması ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [38] Çakmakçı, E. , (2009), Elektrospinning Yöntemi İle Yeni Polimerik Malzemelerin Sentezi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [39] Hatipoğlu, B. , (2006), Mechanical Properties Of Indivial Polymeric Micro and NanoFibers Using Atomic Force Microscopy, Yüksek Lisans Tezi, North Carolina University, Raleigh, North Carolina, USA
- [40] Çakmakçı, E. , (2009), Elektrospinning Yöntemi İle Yeni Polimerik Malzemelerin Sentezi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [41] Vonnegut, B. ve Neubauer, R. L. , (1952), 'Production Of Nanodisperse Liquid Particles By Electrical Atomisation', Journal Of Colloid Science
- [42] Tanrıverdi, S. , (2006), Production Of Alumina Borosilicate Ceramic Nnofibers By Using Electrospinnig Technique and Its Characterization, Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi
- [43] Saner, B. , (2007), Fluorinated Nanofibers For Potential Biomedical Applications, Yüksek Lisans Tezi, Sabancı Üniversitesi, Türkiye
- [44] Çakmakçı, E. , (2009), Elektrospinning Yöntemi İle Yeni Polimerik Malzemelerin Sentezi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

- [45] Yalçinkaya, B. , (2012), İğneli ve İğnesiz Elektrolif Çekim Yöntemleri İle Nano Lif Üretiminde Taylor Koni Yapısı ve Fıskiye Ömrü Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [46] Mikos, A. G. , Pham, P. Q. ve Sharma, U. , (2006), 'Electrospinning Of Polymeric Nanofibers For Tissue Enginnering Applications: A Review', Tissue Engineering, Volume 12:5
- [47] Mongkotalang, P. , Paipitak, K. , Pecharapa, W. , Pornpra, T. ve Techitdheera, W. , (2011), 'Characterization Of PVA- Chitosan Nanofibers Prepared By Electrospinning' , Procedia Enginneering, 8:101-105
- [48] Mikos, A. G. , Pham, P. Q. ve Sharma, U. , (2006), 'Electrospinning Of Polymeric Nanofibers For Tissue Enginnering Applications: A Review', Tissue Engineering, Volume 12:5
- [49] Mikos, A. G. , Pham, P. Q. ve Sharma, U. , (2006), 'Electrospinning Of Polymeric Nanofibers For Tissue Enginnering Applications: A Review', Tissue Engineering, Volume 12:5
- [50] Erdem, R. ve Sancak, E. ; (2013), 'Elektroçekim Yöntemiyle Elde Edilen Poliamid 6/Kitosan Bazlı Nanoliflerin Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi', İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 24:53-65
- [51] El-Hefian, E. A. , Elgannoudi, E. S. , Mainal, A. ve Yahaya, A. H. , (2010), ' Characterization Of Chitosan In Acetic Acid: Rheological and Thermal Studies', Tübitak, 34:47-56
- [52] Kaczmarek, H. ve Zawadzki, J. , (2010), ' Thermal Treatment Of Chitosan In Various Conditions', Carbohydrate Polymers, 80:394-400
- [53] Kang, P. H. , Lee, S. W. , Lee, T. S. , Lim, J. M. , Min, B. M. , Park, W. H. ve You, Y. ; (2004), 'Chitin and Chitosan Nanofibers: Electrospinning Of Chitin and Deacetylation Of Chitin Nanofibers', Polymer, 45:7137-7142
- [54] Kang, P. H. , Lee, S. W. , Lee, T. S. , Lim, J. M. , Min, B. M. , Park, W. H. ve You, Y. ; (2004), 'Chitin and Chitosan Nanofibers: Electrospinning Of Chitin and Deacetylation Of Chitin Nanofibers', Polymer, 45:7137-7142
- [55] Bae, M. S. , Heo, D. N. , Kim, E. C. , Kim, J. E. , Ko, W. K. , Kwon, K. , Lee, C. H. , Lee, D. H. , Lee, J. B. , Lee, S. J. ve Park, S. W. , (2014), 'Electrospun Chitosan Nanofibers With Controlled Levels Of Silver Nanoparticles: Preparation, Characterization and Antibacterial Activity', Carbohydrate Polymers, 111:530-537
- [56] Kaczmarek, H. ve Zawadzki, J. , (2010), ' Thermal Treatment Of Chitosan In Various Conditions', Carbohydrate Polymers, 80:394-400
- [57] Kaczmarek, H. ve Zawadzki, J. , (2010), ' Thermal Treatment Of Chitosan In Various Conditions', Carbohydrate Polymers, 80:394-400
- [58] Guo, L. , Li, C. M. , Lu, Z. ve Yuan, W. , 2013, 'Polymer/nanosilver composite coatings for antibacterial applications' , Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects

- [59] Capek, I. , (2014), 'Viral nanoparticles, noble metal decorated viruses and their nanoconjugates' , Advances in Colloid and Interface Science
- [60] Abdollahi, M. , Ashrafizadeh, S. N. ve Malekpour, A. , (2007), ' Preparation of zeolite ZSM-5 membrane by electrophoretic deposition method', Microporous and Mesoporous Materials, 106:192–200
- [61] Chen, J. , Ding, S. , Wang, H. , Wang, X. ve Qiau, X. , (2005), ' Mechanism Of PVP In The Preparation Of Silver Nanoparticles', Materials Chemistry and Physics, 94:449-453
- [62] Berry, M. T. , Doorn, J. M. , Jiang, C. , Lin, C. , Luu, Q. N. ve May, P. S. , (2011), 'Preparation and Optical Properties Of Silver Nanowires and Silver Nanowires Thin Films', Journal Of Colloid and Interface Science, 356:151-158
- [63] Wang, J. , Yang, P. ve Zhang, Y. , (2013), ' Convenient Synthesis Of Ag Nanowires With Tunable Lenght and Morphology', Material Research Bulletin, 48:461-468
- [64] Baykut, B. , Güngören, S. , Güvenç, İ. T. , Kaya, Ö. ve Vurkır, T. A. , (2014), Antiviral Maske Tasarımı, Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
- [65] Gao, Z. , Ke, C. , Shan, W. , Tang, Y. , Yang, W. , Ye, Y. ve Zang, Y. , (2004) 'Electrophoretic deposition of nanosized zeolites in non-aqueous medium and its application in fabricating thin zeolite membranes' , Microporous and Mesoporous Materials, 69:35-42
- [66] Li, F. , Wang, W. , Wu, F. ve Xu, Z. , (2015), 'Bromide (Br) - Based Synthesis ofAg Nanocubes with High-Yield', Nature

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Güncem Özgün EREN
Doğum Tarihi ve Yeri : 19.02.1990/TEKİRDAĞ
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : guncemozgun@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Malzeme	Yıldız Teknik Üniversitesi	2015
Lisans	Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2013
Lise	Fen Bilimleri	Tekirdağ Anadolu Lisesi	2008

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2014-2015	Nanostar Ar-Ge Yazılım	Ar-Ge Mühendisi

YAYINLARI

Bildiri

1. Conservation Of Historical Documents With Silver Dopped Chitosan Nanofibers / American Institute For Conservation Of Historic and Artistic Works-43rd Annual Meeting

Proje

1. Nanoyapıların Üretilmesi ve Kullanım Alanları/YÜLAP:2015-07-02-YL04
2. Toplumsal Salgınlara Karşı Modüler Anti-Mikrobiyal ve Anti-Viral Nano Yapılı Yüz Maskelerinin Geliştirilmesi

ÖDÜLLERİ

1. NANOKON-4. Ulusal Nanoteknoloji Kongresi/ Poster İkinciliği