

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROSES İYİLEŞTİRMEDE NANO TEKNOLOJİK
YÖNTEMLERİN GEÇERLİLİĞİNİN 6-SİGMA
TEKNİĞİYLE TEST EDİLMESİ**

Buket KAYABAŞI

Ekim, 2019
İZMİR

PROSES İYİLEŞTİRMEDE NANO TEKNOLOJİK YÖNTEMLERİN GEÇERLİLİĞİNİN 6-SİGMA TEKNİĞİYLE TEST EDİLMESİ

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Nanobilim ve Nanomühendislik Anabilim Dalı**

Buket KAYABAŞI

**Ekim, 2019
İZMİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

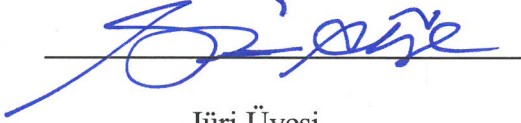
BUKET KAYABAŞI, tarafından PROF. DR. MEHMET ÇAKMAKÇI yönetiminde hazırlanan “PROSES İYİLEŞTİRMEDE NANO TEKNOLOJİK YÖNTEMLERİN GEÇERLİLİĞİNİN 6-SİGMA TEKNIĞIYLA TEST EDİLMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof.Dr. Mehmet ÇAKMAKÇI

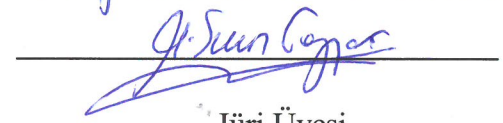
Yönetici

Prof.Dr. Sinan AKGÖL



Jüri Üyesi

Prof. Dr. M. Evren TOYGAR



Jüri Üyesi



Prof.Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Mehmet ÇAKMAKÇI' ya sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım süresince bana destek olan tecrübelerini paylaşan, ilgisini ve önerilerini esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN' e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca bana zaman ayıran ve yardımını hiç esirgemeyen çok değerli arkadaşım Elsayed Zaabout'a canı gönülden teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm hayatım boyunca her anım da yanımda olup desteğini esirgemeyen, vatan sevgisini ve bu sevgi ile çok çalışmayı, dürüst olmayı, eşsiz yurdum güzel Türkiye' me yararlı olmayı hayatımın birincil prensibi olarak bana kazandıran, yüreğime aşıl原因an aileme, çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmadıkları için sonsuz teşekkür ederim.

Buket KAYABAŞI

PROSES İYİLEŞTİRMEDE NANO TEKNOLOJİK YÖNTEMLERİN GEÇERLİLİĞİNİN 6-SİGMA TEKNİĞİYLE TEST EDİLMESİ

ÖZ

Bu çalışmanın amacı disiplinler arası bir bilim olan Nanoteknoloji Tekniğinin yüksek katma değer sağlayarak rekabet gücünü artırması, düşük enerji tüketimi, yüksek performansı ile Proses İyileştirmedeki geçerliliğini 6 sigma ile test etmektir. Bu amaç doğrultusunda, yüzde 99 saflığın üzerinde gümüş nitrat ve yüzde 99 saflıkta sodyum borhidrid kullanılarak nano gümüş solü sentezlenmiştir. Sonra elde edilen nano gümüş çözeltisinin homojenize olması için ultrasonik banyo da 10 dakika' lık sürelerde ultrasonifikasyon işlemine tabi tutulmuştur. Ardından nano gümüş solü, santrifüj de saflaştırma işlemine tabi tutulmuştur. Sentezlenen nano gümüş solü Hellma quartz küvetlere alınan örnekler UV/VIS spektrofotometre de ölçümleri yapılmıştır. Nano gümüş solların nano boyutunun karakterize edilmesi işlemi ise nano gümüş solünün tanecik boyutunun Zeta-Sizer nano tanecik boyut ölçüm cihazında ölçülmesi ve değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Biyouyumlu polimerik malzemelerin çözeltilerinin hazırlanması ve nano gümüş solların hazırlanan çözeltiliye doplanması işlemi yapılmıştır. Selüloz hidrojen peroksit ile yükseltgenmiştir. Chitosan çözeltisinin ve Chitosan-Polivinilalkol çözeltisi hazırlanmıştır. Sonra hidrojen peroksit ile yükseltgenen selülozun deasetillenmiş Chitosan ile kaplanması işlemi yapılmıştır. Ardından gümüş doplanmış karboksimetilselüloz çözeltisi kumaş (selüloz) üzerine elektro eğirme metodu ile kaplanmıştır. Son ürün olan kaplanmış kumaşa Geniş Spektrumlu Antibakteriyel Testlerin Yapılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Tüm bu deneysel çalışmaların kapsadığı nanoteknolojik yöntemlerin geçerliliği 6 sigma yöntemi ile test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Altı sigma, Nanoteknolojik yöntemler, Nano silver

TESTING OF THE VALIDITY OF NANOTECHNOLOGICAL METHODS THROUGH OF 6-SIGMA TECHNIQUE IN THE PROCESS IMPROVEMENT

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the validity of nanotechnological techniques which are an inter disciplinary sciences through increasing the competitiveness utilizing high added value, low energy consumption and high performance with six-sigma. For this purpose, nano silver sol was synthesized using Silver nitrate ninety-nine percent and sodium borohydride ninety-nine percent sodium borohydride. Then the ultrasonic bath was subjected to ultrasonication for ten minutes to homogenize the obtained nano silver solution. The nano silver sol was then subjected to purification by centrifugation. Nano silver particles left Hellma quartz cuvettes synthesized were measured on UV / VIS spectrophotometer. The characterization of the nanoscale of Nano silver particles was carried out by measuring and evaluating the particle size of the nano silver sol on the Zeta-Sizer nanoparticle size measuring device. Preparation of solutions of biocompatible polymeric materials and doping of Nano silver particles into prepared solution were performed. Cellulose is oxidized with hydrogenperoksyde Chitosan solution and Chitosan-Polyvnylalcohol solution were prepared. The cellulose oxidized with hydrogenperoksyde was then coated with deacetylated Chitosan. The silver doped CarboxyMethylCellulose solution was then coated onto the fabric (cellulose) by electrospinning method. Broad Spectrum Antibacterial Tests were performed on the coated fabric, which is the final product. The validity of the nanotechnological methods covered by all these experimental studies was tested with six sigma.

Keywords: Six-sigma, Nanotechnological methods, Nano silver

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii

BÖLÜM BİR - GİRİŞ..... 1

1.1 Nanoteknoloji Uygulamaları	1
1.1.1 Tıpta Nanoteknoloji.....	1
1.1.2 Endüstri ve Mühendislikteki Uygulamalar	3
1.1.2.1 Kâğıt endüstrisinde nanoselüloz uygulamaları	3
1.1.2.2 Kompozit Endüstrisinde Nanoselüloz.....	4
1.1.2.3 Biyomedikal Endüstride Nanoselüloz.....	4
1.2 Altı Sigma ve Altı Sigma Sürecinin İki Perspektifi	5
1.2.1 İstatistiksel Bakış Açısı.....	5
1.2.2 İş Bakış Açısı.....	5
1.2.3 Altı Sigmayı Anlama	6
1.2.3.1 Altı sigma stratejileri, araçları, teknikleri ve İlkeleri	6
1.2.3.2 Altı Sigma Stratejileri, Araçları, Teknikleri ve İlkeleri	7
1.2.3.3 DMAIC işlemi	8
1.2.3.4 DFSS Metodolojisi	9
1.2.4 Altı Sigma Uygulamasının Faydaları	10
1.2.4.1 Üretim Sektörü.....	10
1.2.4.2 Sağlık Sektörü.....	10
1.2.4.3 Altı Sigmanın Geleceği.....	10
1.3 Zetasizer Nano Sistemi Nedir?.....	11
1.3.1 Zetasizer Nano Ne Yapar?.....	11
1.3.2 Zetasizer Nano Serisi.....	12

1.3.3 Zetasizer Ölçümü Nasıl Yapılır?	12
1.3.3.1 SOP Ölçümleri	12
1.3.3.2 Manuel Ölçüm	13
BÖLÜM İKİ - MATERYAL VE YÖNTEM	15
2.1 Materyaller	15
2.1.1 Biyouyumlu Koton	15
2.1.2 KMS (Karboksimelilselüloz).....	15
2.1.3 Chitosan	15
2.1.4 Gümüş Nitrat (AgNO ₃)	15
2.1.5 Sodyum Borhidrid (NaBH ₄).....	15
2.1.6 PVA (Polivinil Alkol).....	15
2.1.7 Hidrojen peroksit	16
2.1.8 Su (H ₂ O)	16
2.1.9 Etüv	16
2.1.10 Ultrasonik Banyo	16
2.1.11 Santrifüj	16
2.1.12 Hassas Terazî	16
2.1.13 Zeta-Sizer.....	17
2.1.14 UV/ VIS Spektrofotometre	17
2.1.15 Hellma Quartz Spektrofotometre Küvetleri.....	17
2.1.16 60 mL Falkon Tüpler	17
2.1.17 Elektro-eğirme Cihazı.....	17
2.1.18 Elektro Motor Güç Kaynağı	17
2.2 Yöntem	18
2.2.1 Nano Gümüşün Hazırlanışı.....	18
2.2.2 Hazırlanan AgNps Solünün Homojenize Edilmesi İşlemi	21
2.2.3 Homojenize Edilen AgNPs Solünün Saflaştırılması, Zenginleştirilmesi	22
2.2.4 Hazırlanan AgNPs' lerin UV/VIS Spektrofotometrede UV/VIS Ölçüm İşlemi.....	23

2.2.5 Hazırlanan AgNPS' lerin Nano Boyutunun Karakterize Edilmesi İşlemi.....	23
2.2.6 Biyouyumlu Polimerik Malzemelerin Çözeltilerinin Hazırlanması ve AgNP s' lerin Hazırlanan Çözeltiye Doplanması İşlemi	24
2.2.7 Selülozun H ₂ O ₂ ile Yükseltgenmesi	27
2.2.8 H ₂ O ₂ ile Yükseltgenen Selülozun Deasetillenmiş Chitosan ile Kaplanması.....	27
2.2.9 Materyalin Stabil Hale Getirilmesi.....	28
2.2.10 Chitosan Çözeltisinin ve Chitosan-PVA Çözeltisinin Hazırlanışı.....	28
2.2.11 Ag Doplanmış CMC Çözeltisinin Kumaş Üzerine Elektroegirme Metodu ile Kaplanması İşlemi.....	29
2.2.12 Geniş Spektrumlu Antibakteriyel Testlerin Yapılması AATCC 100 Metodu	30
BÖLÜM ÜÇ - BULGULAR VE TARTIŞMA.....	32
3.1 Hazırlanmış olan nano partiküllerin Zeta-sizer cihazında nano boyutlarının ölçüm sonuçları	32
3.1.1 Birinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri	32
3.1.2 İkinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri	35
3.1.3 Üçüncü Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri.....	37
3.1.4 Dördüncü Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri	40
3.1.5 Beşinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri	42
3.1.6 Altıncı Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri	45
3.1.7 Yedinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri.....	48
3.1.8 Sekizinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri	50
3.2 Geniş Spektrumlu Antibakteriyel Testlerin Sonuçları	53
3.3 Hazırlanan AgNPs' lerin UV/VIS Spektrofotometrede UV/VIS Ölçüm İşlemi	55
BÖLÜM DÖRT - SONUÇLAR	56

KAYNAKLAR	58
------------------------	-----------



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 SOP ölçüm ekranı görüntüsü	13
Şekil 1.2 Ölçüm sonuçlarının otomatik olarak kaydedildiği dosyanın görünümü.....	14
Şekil 2.1 AgNPs solünün buz banyosu ortamında manyetik karıştırıcı altında hazırlanması işlemi.....	19
Şekil 2.2 AgNPs solünün buz banyosu ortamında manyetik karıştırıcı altında hazırlanması işlemi.....	20
Şekil 2.3 AgNPs solünün buz banyosu ortamında manyetik karıştırıcı altında hazırlanması işleminde AgNPs' lerin açık sarı sol hali.....	20
Şekil 2.4 AgNPs solünün buz banyosu ortamında manyetik karıştırıcı altında hazırlanması işleminde AgNPs' lerin açık sarı sol hali.....	21
Şekil 2.5 nano gümüş sentezi sırasında nano gümüş solünün ilk sarı hali ve fuşya pembe rengi	21
Şekil 2.6 Hazırlanan AgNPs solünün 10000rpm de santrifüjlenerek saflaştırılması, zenginleştirilmesi işlemi.....	23
Şekil 2.7 Biyo-uyumlu polimerik malzemelerin çözeltilerinin agnps solü ile manyetik karıştırıcıda karıştırılarak hazırlanışı (PVA-CMC).....	24
Şekil 2.8 Hazırlanmış olan PVA çözeltisi.....	25
Şekil 2.9 CMC+PVA+AgNPs solünün hazırlanması	25
Şekil 2.10 CMC+PVA+AgNPs solünün hazırlanması	26
Şekil 2.11 (PVA+AgNPs) +(CMC+AgNPs) biyoyumlu polimerik malzemelerin karışım çözeltisi.....	26
Şekil 2.12 Kumaş yüzeyinin modifiye edilmesi işlemi.....	27
Şekil 2.13 Modifiye edilmiş kumaş yüzeyine AgNPs doplanmış CMC-PVA çözeltisinin uygulanması işlemi	28
Şekil 2.14 Ag doplanmış CMC çözeltisinin kumaş üzerine elektroegirme metodu ile kaplanması işlemi.....	29
Şekil 2.15 Ag doplanmış CMC çözeltisinin kumaş üzerine eğirilerek kaplanması işlemi	29

Şekil 2.16 Elektrodeğirme metodu ile Ag doplanmış CMC çözeltisi kaplanmış olan kumaş yüzeyi.....	30
Şekil 3.1 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu.....	32
Şekil 3.2 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği ...	33
Şekil 3.3 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri.....	34
Şekil 3.4 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği	34
Şekil 3.5 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu.....	35
Şekil 3.6 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği.....	35
Şekil 3.7 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri.....	36
Şekil 3.8 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği	37
Şekil 3.9 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu ...	37
Şekil 3.10 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği	38
Şekil 3.11 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri.....	39
Şekil 3.12 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği	39
Şekil 3.13 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonuc	40
Şekil 3.14 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği	40
Şekil 3.15 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri.....	41
Şekil 3.16 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği	42
Şekil 3.17 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu..	42
Şekil 3.18 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği	43
Şekil 3.19 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri.....	44

Şekil 3.20 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği	45
Şekil 3.21 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu...	45
Şekil 3.22 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği .	46
Şekil 3.23 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri.....	47
Şekil 3.24 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği	47
Şekil 3.25 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu .	48
Şekil 3.26 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği	48
Şekil 3.27 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri.....	49
Şekil 3.28 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği	50
Şekil 3.29 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu	50
Şekil 3.30 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği	51
Şekil 3.31 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri.....	52
Şekil 3.32 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği	52
Şekil 3.33 AgNPs 'lerin hazırlanışı sırasında kaydedilen uv görünür bölge spektrumları.....	55

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Altı sigma stratejileri, ilkeleri araçları ve teknikleri	7
Tablo 1.2 DMAIC kullanarak altı sigmanın temel adımları	8
Tablo 3.1 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları.....	33
Tablo 3.2 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları.....	36
Tablo 3.3 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları.....	38
Tablo 3.4 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları.....	41
Tablo 3.5 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları.....	43
Tablo 3.6 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları.....	46
Tablo 3.7 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları.....	49
Tablo 3.8 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları.....	51
Tablo 3.9 Staphylococcus aureus ATCC 6538 bakterisine karşı etkinlik sonuçları ..	53
Tablo 3.10 Klebsiella pneumoniae ATCC 10031 bakterisine karşı etkinlik sonuçları	53
Tablo 3.11 Candida albicans ATCC 10231 fungusuna karşı etkinlik sonuçları	54
Tablo 3.12 Aspergillus brasiliensis ATCC 16404 fungusuna karşı etkinlik sonuçları	54

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Nanoteknoloji Uygulamaları

Ortaya çıkan Nanoteknoloji bilimsel alanı, insanlığın çevreyi moleküler ve atomik düzeyde manipüle etmesine olanak sağlamış ve bu özellikleri nedeniyle tüm bilimsel alanları devrimcileştirmeye söz vermiştir. Tıp, tıp bilimcilerini, patolojileri inceleyen ve daha spesifik moleküler hedefler üzerinde faaliyet göstermek ve olumsuz riskleri ve yan etkileri azaltmak için nanoteknolojiyi kullanarak orijinal terapötik stratejileri araştırmak için tamamen yeni otantik yaklaşımlara yön veren nanoteknolojik bir devrime tanıklık eden alanlardan biridir. Nanoteknolojinin tıptaki etkisinin daha iyi anlaşılması için teknolojinin tespiti, tıbbi sonuçlar açısından incelenecektir. İnsan hizmetleriyle ilgili toplumsal ve finansal harcamaları azaltacak, patolojik koşulların erken yerini önerecek, tedavinin ciddiyetini azaltacak ve hasta için gelişmiş klinik sonuçlara yol açacaktır. Kanseri için en umut verici tedavi, tedavi ve tespit de kullanılabilecek teknoloji nanoteknolojidir. Kanseri için mevcut tedaviler, yüksek tümör büyümesinin tekrar artması nedeniyle etkili değildir ve mevcut tedavilerin ciddi olumsuz etkisine ek olarak tedaviye direnç göstermiştir.. Kanserin erken teşhisi, kükrenme olasılığını artırabilir ve nüksü önleyebilir, ancak teşhiste kullanılan teknolojiler ve yöntemler sınırlıdır ve durumu kötüleştiren etkisizdir. Hücre içi ilaç dağıtımı ve fototermal ablasyon, kanseri için umut verici bir tedavi yöntemidir. Prostat kanseri 2,5 milyondan fazla Amerikalıyı etkilemektedir, ancak özellikle metastatik hastalık için asgari sistemik toksisite ile hedefe yönelik tedaviye karşılanmayan bir ihtiyaç vardır. Prostat kanseri tümörleri, farklı hücre tipleri için bir işlemi hedeflemesi zor olan karışık bir hücre popülasyonu ile karakterize edilir.

1.1.1 Tıpta Nanoteknoloji

Nanoteknoloji devrimi, insanoğlunu tamamen yeni boyutların kontrolünü elinde tutan ve çevreyi moleküler düzeyde manipüle etmelerini sağlayan bir sonraki dev adımdır. Gökçay ve ortak yazarlar, nanoteknolojinin, hemen hemen her bilimsel

alandanda uygulanabilme gücü nedeniyle ikinci bir sanayi devrimine yol açacağını belirtmiştir (Gökçay, 2015). Nükleer reaktörler, ulaştırma endüstrisi, trafo yağının soğutulması, elektrik enerjisi, mekanik, manyetik, mikroçiplerin soğutulması, güneş emme ve biyomedikal alanların dahil olduğu bu uygulamalardan bazılarıdır (Rao, 2014); (Hussein, 2016). Yüksek yüzey hacim oranı, önemli manyetik kuvvetler ve Vander çeperi kuvvetleri fotolitik aktivite ve suda çözünürlüğün bu teknoloji özellikleri, atom seviyesindeki durumların arıtılmasına ve manipölasyonuna izin verir. Ayrıca, farklı bilim sektörlerindeki önemli uygulamalar, nanosistemlerin ve nanomalzemelerin talebini ve gelişimini arttırmış ve 2020 yılına kadar küresel ekonomi genelinde 3 trilyon dolar bulması beklenmektedir (Lugani, 2018). Nanoteknoloji girdi ve hastalıkların gücünü, kontrolünü kullanma, patogenez anlayışını genişletme, süreçteki en mikroskobik ve belirleyici aşamayı belirleyip tekrar tedavi edilecek ilaç ve ilaç dağıtımını hedefleme olasılıklarını arttıran olasılıkları ortaya çıkaran büyük değişiklikler yapmıştır. Nanoteknoloji sağlık alanı çalışanlarına hastalıkların patogenezi ve kan kimyasındaki veya herhangi bir organdaki en ufak bir değişikliği tespit etme yeteneği hakkında sağladığı farklı görüşlerle, sağlıklı olmanın ne demek olduğunu sorgulatmaktadır.

1979'da Beauchamp ve Childress tarafından yazılmış Biyomedikal Etik İlkeleri yayınlanmıştır. Tıbbi uygulama ve hasta bakımı ve tedavisi ile ilgili bir dizi etik ilkeye dayanarak en temel etik kurallarını kullanmıştır (Beauchamp, 2012). Sağlık çalışanlarının ve bilim adamlarının kariyeri boyunca karşılaştıkları tıbbi ikilemlere yaklaşmanın bir yolunu önermiştir.

Nanoteknoloji, benzeri görülmemiş yeni yaklaşımlar ve gelecekteki ilerlemeler ve çeşitli alanlarda potansiyel uygulamalar için yeni yenilikler için kapıları açan gelişmekte olan bir alandır. 1 nanometre (metrenin milyarda bir kısmı) ve 100 nanometre ölçeğinde bulunan maddeler, atomik özellikleri moleküler seviyelerde müdahale etmek ve manipöle etmek için kullanılmaktadırlar. Bu bağlamda taramalı elektron mikroskobu (SEM), nano parçacık araştırması, supramoleküler kimya, moleküler modelleme, kuantum hesaplama, mikro elektronik mekanik sistemler (MEMS), ışık yayan diyotlar, hedeflenen ilaç teslimi, moleküler biyoteknoloji, doku

mühendisliği ve daha fazlası nanoteknolojik araştırma alanlarını kapsamaktadır. Bu teknoloji birçok bilimsel disiplin tarafından kullanılmıştır. İnsan vücudu karmaşık fizyokimyasal özelliklere sahip moleküler ölçeklerde çalıştığından, Nanoteknoloji hastalıkların gücünü ve kontrolünü kullanma, patogenezi anlayışını genişletme, süreçteki en mikroskobik ile belirleyici aşamayı belirleme, onu tekrar tedavi yoluyla olacak ilaç ve ilaç teslimatı için hedefleme olasılığını arttıran olasılıkları ortaya çıkaran büyük değişiklikler yapmıştır. Nanoterapi, nanoteknolojinin tıpta kullanımı nanomidiyi icat etmiştir. Nanomidi, nano ölçekli parçacıkları manipüle eden ve tıbbi amaçlar için kullanan bir alan. Tıp alanı, nanoteknolojiyi kendine uyarlamış ve bu teknolojinin potansiyel uygulamalarını araştırmak için çağdaş tanı ve tedavi stratejilerinin getirdiği mevcut sınırlamaları aşmak için kullanmıştır. Kanser, diyabet, kardiyovasküler ve ağrı yönetimi tanısında ve tedavisinde, hücrelerin DNA'sındaki değişiklikleri ve taranması için kan biyokimyasındaki değişiklikleri algılayan ve ayrıca hedeflenen ilaç dağıtım sistemini indüklenen spesifik azalmış bölgeye hedeflenen ilaç dağıtım sistemi ile uygulamıştır.

1.1.2 Endüstri ve Mühendislikteki Uygulamalar

Nanoselülozun, çevre dostu malzemelerdeki sentetik malzemelerin yerine geçeceğine ve tamamen yeni tür biyomateryallere, yani selüloz nanokompozitlerine ek olduğuna inanılmaktadır. Günümüzde selüloz nanokompozitleri medikal, otomotiv, elektronik, paketlenme, inşaat ve atık su arıtma uygulamalarında kullanılmaktadır.

1.1.2.1 Kâğıt endüstrisinde nanoselüloz uygulamaları

Kâğıt ve karton üretimi için yılda yaklaşık 100 milyon ton ticari olarak hasat edilmiş selüloz kullanılmıştır (Osong, 2015). Kâğıt yapım işlemi, kâğıt bileşenlerini hazırlama, ıslak rafine etme, ıslak tabaka oluşturma, presleme, kurutma, perdahlama ve son işlem gibi adımları içerir. Selüloz liflerinin su ortamında rafine edilmesi, güçlü bir kâğıt elde etmek için kâğıt yapımında zorunlu bir adımdır. Ioelovich ve Leykin (Ioelovich, 2004) tarafından yapılan son gelişmeler, nanoselüloz partiküllerinin kâğıt bileşimlerine katılmasıyla kâğıdın gücünü artırma olasılığını göstermiştir. Bu tür tabakalar takdire

şayan mekanik özellikler gösterir. Henriksson ve ark. (Henriksson, 2008), geleneksel rafinasyon işlemlerinden oluşturulan ortak kağıtlardan en az 2-5 kat daha yüksektir.

1.1.2.2 Kompozit Endüstrisinde Nanoselüloz

Son yıllarda, yüksek performanslı biyomalzemeler oluşturmak için nanoselülozun polimer takviyesi olarak kullanılmasında ilgi çekici bir büyüme olmuştur. Nanolaşmış selülozun temyizinin temel nedeni, selüloz lifi boyutunu azaltarak, daha yüksek homojenliğe sahip ve gelişmiş mekanik özelliklere sahip daha az kusurlu malzemenin elde edilebilmesidir. Viskoziteyi değiştirmek ve kuru kompozitlerin mekanik özelliklerini arttırmak için suda çözünür polimerlerin çözeltileri ile kompozitler hazırlamak için bir takviye dolgu maddesi olarak kullanılabilir. Biyolojik olarak parçalanabilen polimerlere nanoselülozun eklenmesi, mekanik özelliklerin iyileştirilmesine izin veren ve biyolojik parçalanma oranını hızlandırması ile büyük önem taşımaktadır (Spence, 2011).

1.1.2.3 Biyomedikal Endüstride Nanoselüloz

Nanoselüloz, biyomedikal endüstrisi için son derece uygun, doğal olarak parçalanabilen bir malzemedir. Saf nanoselüloz insanlar için toksik değildir ve biyoyumludur. Bu sebeple, kişisel hijyen ürünleri, kozmetik ürünler ve biyomedikal ürünler gibi sağlık uygulamaları için kullanılabilir. Nanoselülozun en mütevazı uygulamalarından biri, tıbbi süspansiyonların faz ayrılmasına ve ağır bileşenlerin tortullaşmasına karşı dengelenmesidir. Kimyasal olarak değiştirilmiş selüloz, enzimlerin ve diğer ilaçların immobilizasyonu için umut verici bir taşıyıcı olabilir (Dufresne, 2013). Nanolaşmış olması nedeniyle, böyle bir taşıyıcı-ilaç kompleksi cilt gözeneklerinden geçebilir ve cilt hastalıklarını tedavi edebilir. Aynı şekilde, kozmetiklerde yumuşak ama aktif bir soyma maddesi olarak kullanılabilir.

Ahşap selülozdan hazırlanan nanoselüloz, yüksek kristallik, en boy oranı, Young modülleri ve doğal ahşap selüloz mikro-iplikçiklerinin özelliklerinden kaynaklanan çekme dayanımları gibi benzersiz ve ümit verici özelliklere sahiptir. İşleme

teknikindeki bir değişiklik, nihai üründe yansıtılan elde edilen nanoselülozun özelliklerini değiştirir. Geleneksel olarak öğütme veya homojenizasyon gibi CNF'lerin hazırlanmasında kullanılan geleneksel mekanik yöntemlerin yanı sıra, bu malzemelerin daha fazla araştırılması ve sanayileşmesine yardımcı olabilecek diğer gelecek vaat eden yöntemler de tartışılmaktadır. Ön arıtma teknikleri ekonomik olarak verimli CNF üretimi için önemli bir adımdır, çünkü mekanik parçalanma işlemi sırasında gereken enerji tüketimini güçlü bir şekilde azaltabilmektedir. Yeni, verimli ve çevre dostu ön işlemler arayışı önemli bir amaç olarak kalmaktadır. Üç farklı tipte nanoselülozun (CNC:Kristalinnanoselüloz, CNF: Kristalinnanofibril, BC:Bakteriyalselüloz) detayları ve karşılaştırmalı olarak incelenmesi, kendi uygulamalarını belirleyecektir. Nanoselüloz üretimindeki tüm bu zorluklara rağmen, piyasada mevcut olup tüm olağanüstü özelliklerinin kullanımına izin vermektedir. Birçok yerleşik yöntem ve önerilen yöntem, büyük ölçekli nanoselüloz üretimi açısından ortaya çıkmıştır. Nanoselüloz esaslı malzemeler karbon nötr, toksik olmayan, sürdürülebilir ve geri dönüştürülebilirdir.

1.2 Altı Sigma ve Altı Sigma Sürecinin İki Perspektifi

1.2.1 İstatistiksel Bakış Açısı

Altı sigma yönteminin iki ana bakış açısı vardır. Altı sigmanın kökeni istatistiklerden ve istatistikçilerden gelir.

İstatistiksel bakış açısına göre, altı sigma terimi milyon fırsat başına 3,4 hatadan az veya %99,9997 başarı oranına sahip olarak tanımlanır; burada sigma, işlem ortalaması ile ilgili varyasyonu temsil etmek için kullanılan bir terimdir.

1.2.2 İş Bakış Açısı

İş dünyasında, altı sigma iş karlılığını artırmak, müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak veya aşmak için tüm işlemlerin etkinliğini ve verimliliğini artırmak için kullanılan bir iş stratejisi olarak tanımlanmaktadır (Antony., 2001).

Altı sigma yaklaşımı ilk olarak üretim operasyonlarında uygulandı ve bu kuruluşlar da altı sigmanın faydaları gerçekleştikten sonra pazarlama, mühendislik, satın alma, servis ve idari destek gibi farklı fonksiyonel alanlar hızla genişletildi. Özellikle, altı sigmanın yaygın olarak uygulanması, kuruluşların süreç iyileştirmeyi maliyet tasarrufu ile ilişkilendirerek finansal getirilerde sunulan altı sigmanın faydalarını ifade edebilmeleri nedeniyle mümkün olmuştur.

1.2.3 Altı Sigmayı Anlama

1.2.3.1 Altı sigma stratejileri, araçları, teknikleri ve İlkeleri

Altı sigma; tanımla, ölç, analiz et, geliştir ve kontrol et (Define, Measure, Analyze, Control, Improve) “Tanımla, Ölç, Analiz et, Kontrol et, Geliştir” (DMAIC) sürecini kullanan ve altı sigma, (Desing for Six Sigma) “Six Sigma için Tasarım” (DFSS) tasarımı kullanan sistematik, veri odaklı bir yaklaşımdır (GE 2004).

Altı sigmanın temel ilkesi, stat istatistiksel araçların ve tekniklerin titiz bir şekilde uygulanması yoluyla bir organizasyonu daha yüksek düzeyde bir sigma kabiliyetine almaktır (Antony, 2003). Tablo 1'de altı sigma işletme stratejileri, araçları, teknikleri ve ilkeleri özetlenmektedir.

Tablo 1.1 Altı sigma stratejileri, ilkeleri araçları ve teknikleri

Altı sigma iş stratejileri ve ilkeleri	Altı sigma araç ve teknikleri
Proje Yönetimi	İstatiksel Süreç Kontrolü
Veri tabanlı karar verme	İşlem yeteneği analizi
Bilgi keşfi	Ölçüm sistemi analizi
Süreç kontrol planlaması	Deney tasarımı
Veri toplama araçları ve teknikleri	Sağlam tasarım
Değişkenlik azaltma	Kalite fonksiyon yayılımı
Kemer sistemi (Master, Siyah, Yeşil, Sarı)	Arıza modül ve etki analizi
DMAIC işlemi	Regresyon analizi
Değişim yönetimi araçları	Ortalama ve varansa analizi Hipotez testi Sorun kaynağı çözümlemesi Süreç haritalama

1.2.3.2 Altı Sigma Stratejileri, Araçları, Teknikleri ve İlkeleri

Altı sigmanın, (Anbari, 2004) Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ve Sürekli Kalite İyileştirme (SKİ) gibi önceki kalite girişimlerinden daha kapsamlı olduğuna dikkat çekti. Altı sigma yöntemi ölçülen ve raporlanan finansal sonuçları içerir, ek, daha ileri veri analiz araçları kullanır, müşteri endişelerine odaklanır ve proje yönetimi araçlarını ve metodolojisini kullanır. Altı sigma yönetim yöntemini şöyle özetlemiştir:

$$\text{Altı Sigma} = \text{TKY} + \text{veya (SKİ)} + \text{Daha Güçlü Müşteri Odaklı} + \text{Ek Veri Analizi Araçları} + \text{Finansal Sonuçlar} + \text{Proje Yönetimi} \quad (1.1)$$

1.2.3.3 DMAIC işlemi

DMAIC (Tanımla, Ölç, Analiz et, Geliştir, Kontrol et), verimsiz adımları ortadan kaldıran, genellikle yeni ölçümlere odaklanan ve sürekli iyileştirme için teknolojiyi uygulayan kapalı devre bir işlemdir. Tablo 1.2, DMAIC işlemini kullanarak altı sigmanın temel adımlarını göstermektedir.

Tablo 1.2 DMAIC kullanarak altı sigmanın temel adımları

Altı sigma adımı	Anahtar süreçler
Tanımlamak	Müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini tanımlayın Proje sınırlarını tanımlayın İş akışını haritalayarak süreci tanımlayın
Ölçmek	Müşterinin ihtiyaçlarını karşılamak için süreci ölçün. Veri toplama planı geliştirmek. Sorunları ve eksiklikleri belirlemek için veri toplayın ve karşılaştırın.
Analiz etmek	Hataların nedenlerini ve varyasyon kaynaklarını analize eder. İşlemdeki varyasyonları belirleme. Gelecekteki gelişim için fırsatları öncelikle dirin.
İyileştirmek	Varyasyonları ortadan kaldırmak için süreci iyileştirin. Yaratıcı alternatifler geliştirin ve gelişmiş plan uygulayın.
Kontrol	Müşteri gereksinimlerini karşılamak için proses değişikliklerini kontrol edin. Geliştirilmiş olanı izlemek ve kontrol etmek için bir strateji geliştirmek süreç. Sistem ve yapı iyileştirmelerinin uygulanması.

1.2.3.4 DFSS Metodolojisi

DFSS (Design for Six Sigma) Six Sigma için Tasarım, organizasyonun müşteri beklentilerini karşılayan ve Altı Sigma kalite seviyelerinde üretilebilecek ürünleri ve süreçleri tasarlamasına olanak tanıyan araçlar, eğitim ve ölçümler kullanan sistematik bir metodolojidir (Mader, 2002).

DFSS'nin hedefi, minimum hata oranlarına, altı sigma seviyesine ulaşmak ve ürünlerin geliştirme aşamasında pozitif etkiyi en üst düzeye çıkarmaktır. Altı sigma yetenek ve performans kriterleri ile yeni ürün veya hizmetler geliştirmek için kullanılmaktadır (Tennant, 2002).

Müşteri gereksinimlerini karşılamak için çeşitli kalite odaklı araçlar ve teknikler kullanır ve yaşam döngüsü kârında bir artış olduğunu göstermiştir. (Treichler, 2002), DFSS'in özünün “tasarım kalitesini önceden belirlediğini ve sürüş kalitesi ölçümünü ve erken tasarım aşamalarında öngörülebilirlik geliştirmesini öngördüğünü” belirtmiştir. Esas olarak, DFSS süreci, daha yüksek performans sağlayan yeni veya yenilikçi tasarımlara odaklanmıştır. (de Feo, 2002), DFSS' nin yedi unsurunu aşağıdaki gibi özetlemektedir.

- 1) Müşteri odaklı tasarım sürecini altı sigma yeteneği ile yönlendirir.
- 2) Başlangıçta tasarım kalitesini tahmin eder.
- 3) Kapasite yukarı akış ile aşağıdan yukarıya doğru akan gereksinimleri karşılar.
- 4) İşlevler arası tasarım katılımını bütünleştirir.
- 5) Erken tasarım aşamalarında kalite ölçümü ve öngörülebilirlik iyileştirmesini teşvik eder.
- 6) Nihai karar vermede süreç yeteneklerini kullanır.
- 7) Müşteri ihtiyacının karşılandığını doğrulamak için proses değişikliklerini izler.

1.2.4 Altı Sigma Uygulamasının Faydaları

1.2.4.1 Üretim Sektörü

Motorola, 1980'lerde altı sigma terimini kalite performans ölçümü ve geliştirme programının bir parçası olarak kullanan ilk organizasyondur. Altı sigma o zamandan beri General Electric, Boeing, DuPont, (Tennant, 2002) Toshiba, Seagate, Allied Signal, Kodak, Honeywell, Texas Instruments, Sony, vb. Gibi diğer üretim organizasyonlarında başarıyla uygulanmıştır. Altı sigmada çeşitli literatürler (Antony, 2003).

1.2.4.2 Sağlık Sektörü

Altı sigma prensibi ve sağlık sektörü, hatalara sıfır tolerans ve tıbbi hataları azaltma potansiyeli sağlık bakımının doğası gereği çok iyi eşleşmiştir. Başarıyla uygulanan altı sigma projesinden bazıları, sağlık hizmeti sunum sürecini düzene sokmak (Ettinger, 2001), zamanında ve doğru talep tazminatını iyileştirmek (Lazarus, 2001) ve cerrahi ekipman ve ilgili maliyetlerini düşürmektir (Revere, 2003).

Texas Üniversitesi MD Anderson Kanser Merkezi'ndeki radyoloji filmi kütüphanesi ayrıca altı sigma benimsemiştir ve hizmet faaliyetlerini büyük ölçüde iyileştirmiştir (Benedetto, 2003). Ayrıca, aynı kurumun poliklinik BT sınav laboratuvarında, çoğu durumda hasta hazırlık süreleri 45 dakikadan 5 dakikaya düşürüldü ve ek makineler veya kaymaya gerek kalmadan yapılan muayenelerde %45' lik bir artış oldu (Elsberry, 2000).

1.2.4.3 Altı Sigmanın Geleceği

Altı sigmanın, yönetim sürecini iyileştirme konusundaki en önemli girişimlerden biri olarak kalması muhtemeldir (Johnson, 2003). Öncelikli odak, sadece saptamanın ve sayım hatalarının tespit edilmesinde değil, genel yönetim performansının iyileştirilmesi üzerinde olmalıdır. Araştırmacılar ve uygulayıcılar, altı sigma yöntemini, altı sigma yöntemini başlatmamış veya tam olarak uygulamamış olabilecek

farklı kuruluşlar için daha çekici hale getirmek için var olan diğer mevcut yenilikçi yönetim uygulamalarıyla bütünleştirmeye çalışmışlardır. Altı sigmanın ilke ve özellikleri Toplam Kalite Yönetimi ile bütünleştirilmiş ve karşılaştırılmıştır. (Revere, 2003) (Hammer, 2001), İnsan Kaynakları Fonksiyonları (Wyper, 2000), Yalın Üretim (Antony, 2003) , ISO 9000 (Catherwood, 2002), ISO 9001 (Dalglish, 2003) ve yetenek olgunluk modeli (Murugappan, 2003), altı sigma yönteminin olumlu etkisini en üst düzeye çıkarma çabasının kalitesidir. Başarılı uygulama ve altı sigma yöntemiyle artan örgütsel ilgi son birkaç yılda patlamıştır. Teknoloji odaklı, proje odaklı birçok organizasyon için hızla büyük bir itici güç haline gelmiştir. Başarılı altı sigma projesini etkileyen faktörler arasında yönetim katılımı ve örgütsel bağlılık, proje yönetimi ve kontrol becerileri, kültürel değişim ve sürekli eğitim sayılmaktadır. Altı sigmanın temel özelliklerini, engellerini ve eksikliklerini anlamak, altı sigma projesini daha iyi uygulamak için uygulayıcılara fırsatlar sağlamaktadır. Kuruluşlarının stratejik yönünü daha iyi desteklemelerini ve koçluk, mentorluk ve eğitim gereksinimlerini artırmalarını sağlamaktadır. Altı sigmanın istatistiksel yönleri, altı sigma projesini başarılı bir şekilde uygulamak için kurumun iş perspektiflerini ve zorluklarını tamamlamalıdır. Farklı iş sektörlerinin genel performansını artırmak için altı sigmaya çeşitli yaklaşımlar uygulanmıştır. Bununla birlikte, veri odaklı, yapılandırılmış altı sigma işlemlerini kuruluşlara entegre etmek için hala iyileştirme alanı vardır. Kültürel değişiklikler, kuruluşa güçlü bir şekilde dahil edilmeden önce zaman ve taahhüt gerektirir. Etkili altı sigma ilke ve uygulamasının örgütsel kültürü sürekli olarak rafine ederek başarılı olma olasılığı daha yüksektir.

1.3 Zetasizer Nano Sistemi Nedir?

1.3.1 Zetasizer Nano Ne Yapar?

Zetasizer Nano cihaz yelpazesi, bir sıvı ortamda partiküllerin veya moleküllerin üç karakteristiğini ölçme yeteneği sağlar. Bu üç temel parametre Partikül büyüklüğü, Zeta potansiyeli ve Moleküler ağırlıktır. Zetasizer sistemi içindeki benzersiz teknolojiyi kullanarak bu parametreler geniş bir konsantrasyon aralığında ölçülebilir. Zetasizer

sistemi ayrıca Protein erime noktasının ve Trend ve Otomatik titrasyon ölçümlerini gerçekleştirme yeteneğinin belirlenmesini sağlar.

Zetasizer serisi, önceden hizalanmış optikler ve programlanabilir ölçüm pozisyonu ile tekrarlanabilir, tekrarlanabilir ve doğru ölçümler için gereken hassas sıcaklık kontrolünü sunar. Ek olarak, tesis pH ve konsantrasyon gibi diğer önemli parametrelerin ölçümleri için dahil edilmiştir.

Zetasizer serisi, basitlik düşünülerek tasarlanmıştır, böylece mükemmel sonuçlar elde etmek için minimum miktarda kullanıcı etkileşimi gereklidir. Standart Çalışma Prosedürlerinin (SOP' ler) ve Katlanmış kılcal hücre gibi özelliklerin kullanılması, sürekli dikkat ihtiyacını hafifletir.

1.3.2 Zetasizer Nano Serisi

Zetasizer Nano partikül analiz cihazı aralığında on adet cihaz bulunmaktadır: 633 nm 'kırmızı' veya 532 nm 'yeşil' lazerle donatılmış beş farklı model sözkonusudur. Modeller ve bunların ölçüm özellikleri aşağıdaki tabloda, cihaz seçenekleriyle birlikte açıklanmıştır.

1.3.3 Zetasizer Ölçümü Nasıl Yapılır?

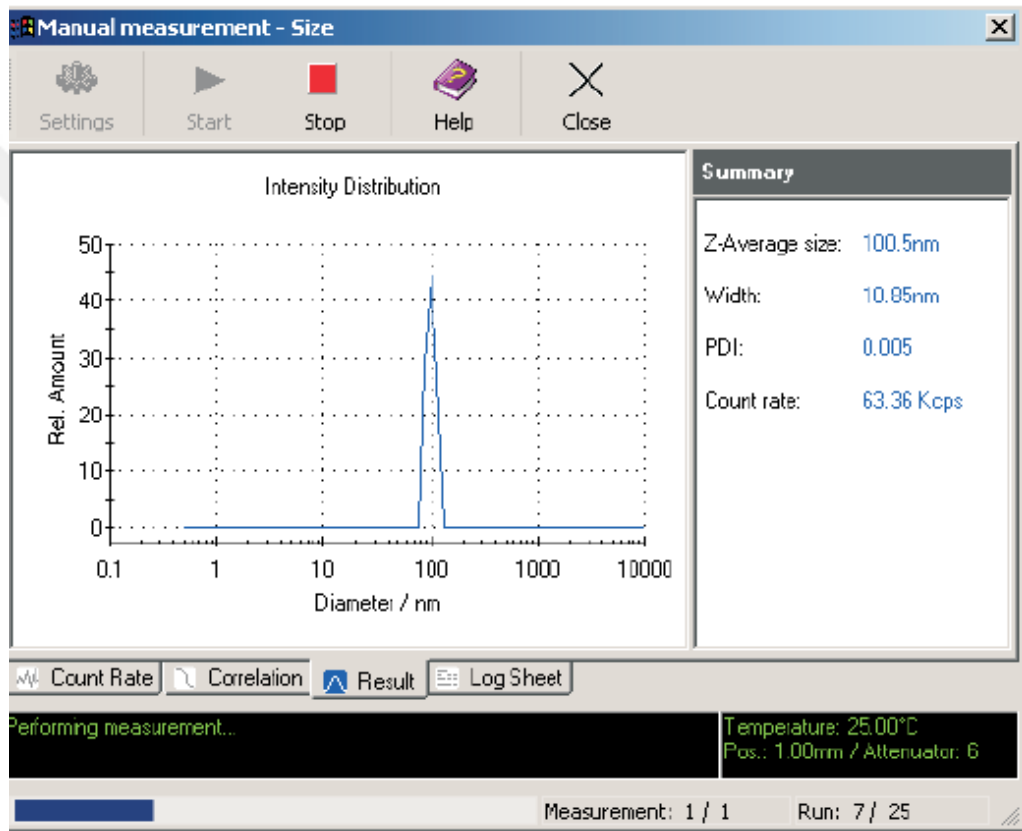
Yazılım, numunenin ölçümünü kontrol etmek için kullanılır, ölçüm yapmanın iki temel yolu vardır. Bunlar, aşağıda tanımlanan Standart Çalışma Prosedürü Ölçümleri (SOP) ve Manuel Ölçümlerdir (MP).

1.3.3.1 SOP Ölçümleri

Standart Çalışma Prosedürü (SOP), tüm ölçüm ayarlarını önceden tanımlayan bir şablon gibidir. Bu, aynı tip numune üzerinde yapılan ölçümlerin tutarlı bir şekilde yapılmasını sağlar. Aynı tip numune düzenli olarak ölçülürse SOP' ler idealdir, her

ölçüm yapıldığında aynı parametreleri girmek sıkıcıdır ve hata yapma riski taşır. SOP'ler istenildiği gibi oluşturulabilir veya değiştirilebilir.

Bir SOP ölçümü yapmak için SOP'den Ölçü-Başla SOP'u seçilir. Menü çubuğu kullanılır ve kullanılacak SOP seçilir. SOP seçiliyken Ölçüm ekranı görünecektir (Şekil.1 SOP ölçüm ekranı görüntüsü). Ölçme işlemi Başlat düğmesine basılarak başlayacaktır.

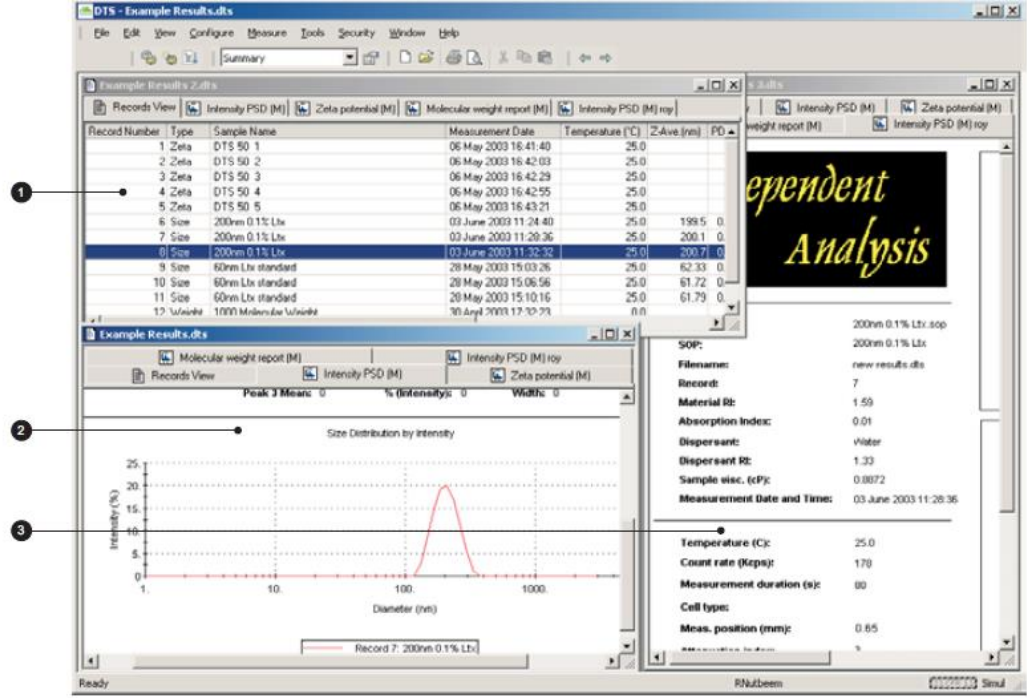


Şekil 1.1 SOP ölçüm ekranı görüntüsü

1.3.3.2 Manuel Ölçüm

Manuel olarak yapılan ölçüm, ölçüm yapılmadan hemen önce bütün ölçüm parametrelerinin ayarlandığı yerdir. Bu, birçok farklı numune türünü ölçmek veya ölçüm parametrelerini denemek için idealdir. Manuel bir ölçüm yapmak için menü çubuğundan Measure-Manual'ı seçilir. Ölçüm ayarlarının seçilebildiği ve gerekirse SOP olarak kaydedilmiş bir manuel ölçüm diyalog penceresi görünecektir. Seçildikten

sonra, Ölçüm ekranındaki başlat düğmesine basılarak ölçüm başlatılır. Ölçüm sonuçları otomatik olarak bir ölçüm dosyasına kaydedilir (Şekil 1.2). Ölçüm tamamlandıktan sonra, sonuçlar önceden belirlenmiş raporların veya kullanıcı tanımlı raporların cihazlarından birini seçerek kayıt görünümünde görüntülenebilir.



Şekil 1.2 Ölçüm sonuçlarının otomatik olarak kaydedildiği dosyanın görünümü

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyaller

2.1.1 Biyouyumlu Koton

Üretilcek son ürün için altlık olarak kullanılan selüloz yüzeye sahip koton (pamuk yüzey) yüzey 10x10 cm ve 15x15 cm boyutlarda kesilerek 0,03 M H₂O₂ ile 55 derecede manyetik karıştırıcıda karıştırılarak selüloz yüzey yükseltgenmiştir.

2.1.2 KMS (Karboksimelilselüloz)

Antiseptik yardımcı madde olarak KMS kullanılmıştır.

2.1.3 Chitosan

Antiseptik yardımcı ajan olarak Kitosan kullanılmıştır. Kumaş yüzeyi bu polimerik malzeme ile kaplanmıştır.

2.1.4 Gümüş Nitrat (AgNO₃)

Nanopartikül sentezinde kullanılmak üzere gümüş nitrat kullanılmıştır.

2.1.5 Sodyum Borhidrid (NaBH₄)

Nano gümüş sentezinde yardımcı madde olarak kullanılmıştır.

2.1.6 PVA (Polivinil Alkol)

Polimerik malzee matriksinde kullanılan stabiliteyi sağlayan yardımcı maddedir.

2.1.7 Hidrojen peroksit

Koton yüzeyinde selülozik yapıyı yükseltgemek ve yüzey modifikasyonunu sağlamak için 0,03 M olarak kullanılmıştır.

2.1.8 Su (H_2O)

Koton yüzey modifikasyonunda, polimerik malzemelerin sentezinde, nano gümüş sentezinde, santrifüjle saflaştırma işlemlerinde kullanılmıştır.

2.1.9 Etüv

60 dereceye kadar performans gösteren vakumlu etüv yükseltgenen koton yüzeyinin kurutulmuştur.

2.1.10 Ultrasonik Banyo

AgNPs 'lerin homojenize edilmesi ve zenginleşmesi için kullanılmıştır.

2.1.11 Santrifüj

Sentezlenen AgNPs 'lerin saflaştırma işleminde 10000 rpm' de 15 dakika kullanılmıştır.

2.1.12 Hassas Terazî

Deneyisel çalışmada kullanılan malzemelerin doğru ve hassas tartımları için kullanılmıştır.

2.1.13 Zeta-Sizer

AgNPs 'lerin nano boyut ölçümü ve sonuçlarının değerlendirmesin için kullanılmıştır.

2.1.14 UV/ VIS Spektrofotometre

Sentezlenen AgNPs' lerin UV/VIS spektrofotometre değerlerini ölçmek ve belirlemek için kullanılmıştır.

2.1.15 Hellma Quartz Spektrofotometre Küvetleri

Sentezlenen AgNPs' lerin UV/VIS spektrofotometre değerlerini ölçmek ve belirlemek UV/VIS spektrofotometre cihazına örnek AgNPs' lerin yerleştirildiği quartz küvetlerdir.

2.1.16 60 mL Falkon Tüpler

Saflaştırmak, zenginleştirmek için kullanılan santrifüje ve saflaştırmak için kullanılan ultrasonik banyoya örnek nano gümüş solları yerleştirmek üzere 60 ml' lik Falkon tüpler kullanılmıştır.

2.1.17 Elektro-eğirme Cihazı

Hazırlanan nano-gümüş solünün biyoyumlu polimerik malzemeye immobilize edildikten sonra yüzeyi modifiye edilmiş olan koton yüzey üzerine kaplanması işleminde kullanılmıştır.

2.1.18 Elektro Motor Güç Kaynağı

Elektro-eğirme cihazında nano- gümüş solünü eğirmek için gerekli olan grilimin uygulanmasında kullanılan güç kaynağıdır.

2.2 Yöntem

2.2.1 Nano Gümüşün Hazırlanışı

Bu deney için geliştirilen yöntemde solüsyon bazlı kimyasal indirgeme yolları ile farklı şekil ve büyüklükteki gümüş nano parçacıklar (AgNP' ler) hazırlanmıştır. Öncü madde olarak gümüş nitrat kullanıldı, sodyum borhidrid, indirgeyici ajan olarak kullanılmıştır.

Elde edilen nano parçacıkların tanecik boyut ölçümleri Zeta sizer boyut ölçüm cihazında ölçülmüştür.

Hassas tartıda tartılarak; 8,5 mg AgNO_3 ve 10 mL DI- H_2O ile AgNO_3 çözeltisi hazırlanmıştır.

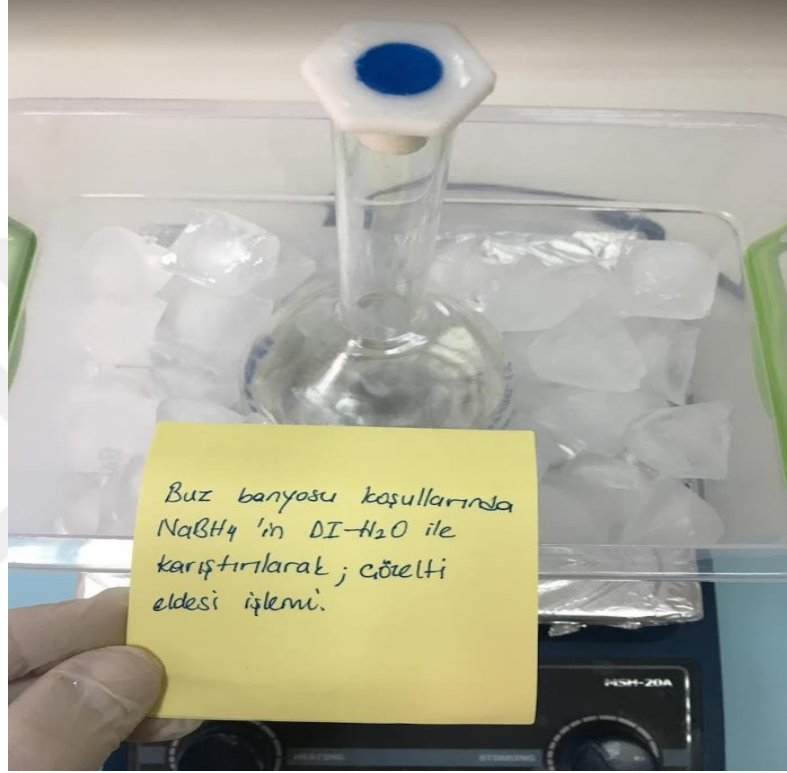
19 mg NaBH_4 ve 30mL DI- H_2O ile NaBH_4 çözeltisi hazırlanmıştır.

Bu iki çözelti buz banyosunda (Şekil 2.1) manyetik karıştırıcı üzerinde karıştırılarak açık sarı, kahverengi, pembe, gri renkler, sırası ile elde edilene kadar karıştırılarak reaksiyon takip edilmiş ve nano gümüş çözeltisi hazırlanmıştır (Şekil 2.5). Elde edilen her bir renkte ki gümüş solünden UV/VIS Spektrofotometre cihazında daha sonra ölçüm yapmak üzere Hellma quartz spektrofotometre küvetlere örnekler alınmıştır.

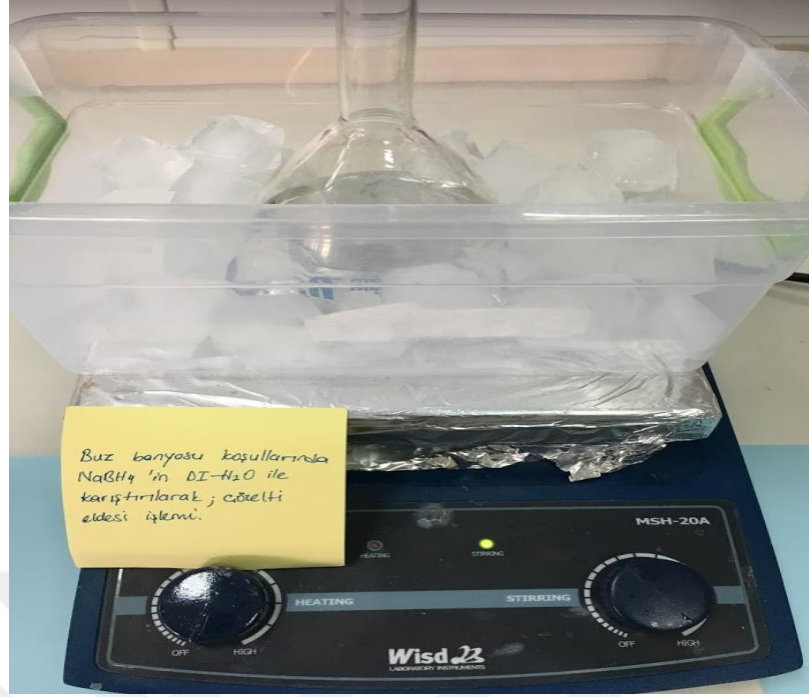
Gümüş nitrat (>%99 AgNO_3) ve sodyum borhidrid (%99 NaBH_4) Aldrich Chemical Company'den satın alınmıştır. Distile su kullanılmıştır. Cam malzemeler KOH (alkoloik) içinde bekletilerek temizlenmiştir.

Her ikisine de fazla miktarda sodyum borohidrid gerekir iyonik gümüşü düşürür ve bu form gümüş nanopartikülleri stabilize etmektedir. 10 mL hacimde bir buz banyosunda soğutulmuş sodyum borhidrid çözeltisi içine 1,0 mM gümüş nitrat damla damla (yaklaşık olarak saniyede 1 damla) 30 mL' ye 2,0 mM' ye kadar gümüş nitrat

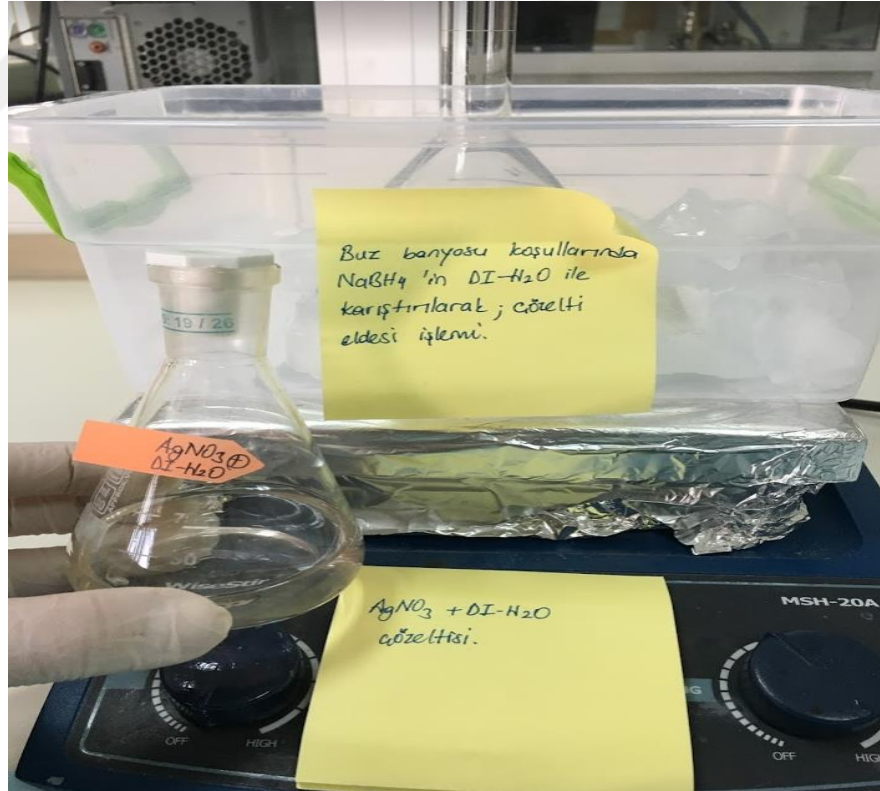
eklenmiştir (Şekil 2.2). Tüm ekleme süresi yaklaşık olarak 3 dk sürmüştür. Reaksiyon karışımı kuvvetli bir şekilde manyetik olarak karıştırılmıştır ve açık sarı (Şekil 2.3) gümüş solü elde edilmiştir. Nano gümüş solün açık sarı renkli solün ayrıca arşivlenmiş görüntüsü (Şekil 2.4)' te görülmektedir.



Şekil 2.1 AgNPs solünün buz banyosu ortamında manyetik karıştırıcı altında hazırlanması işlemi (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 2.2 AgNPs solünün buz banyosu ortamında manyetik karıştırıcı altında hazırlanması işlemi (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 2.3 AgNPs solünün buz banyosu ortamında manyetik karıştırıcı altında hazırlanması işleminde AgNPs' lerin açık sarı sol hali (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 2.4 AgNPs solünün buz banyosu ortamında manyetik karıştırıcı altında hazırlanması işleminde AgNPs' lerin açık sarı sol hali (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 2.5 nano gümüş sentezi sırasında nano gümüş solünün ilk sarı hali ve fuşya pembe rengi (Kişisel arşiv, 2018)

2.2.2 Hazırlanan AgNps Solünün Homojenize Edilmesi İşlemi

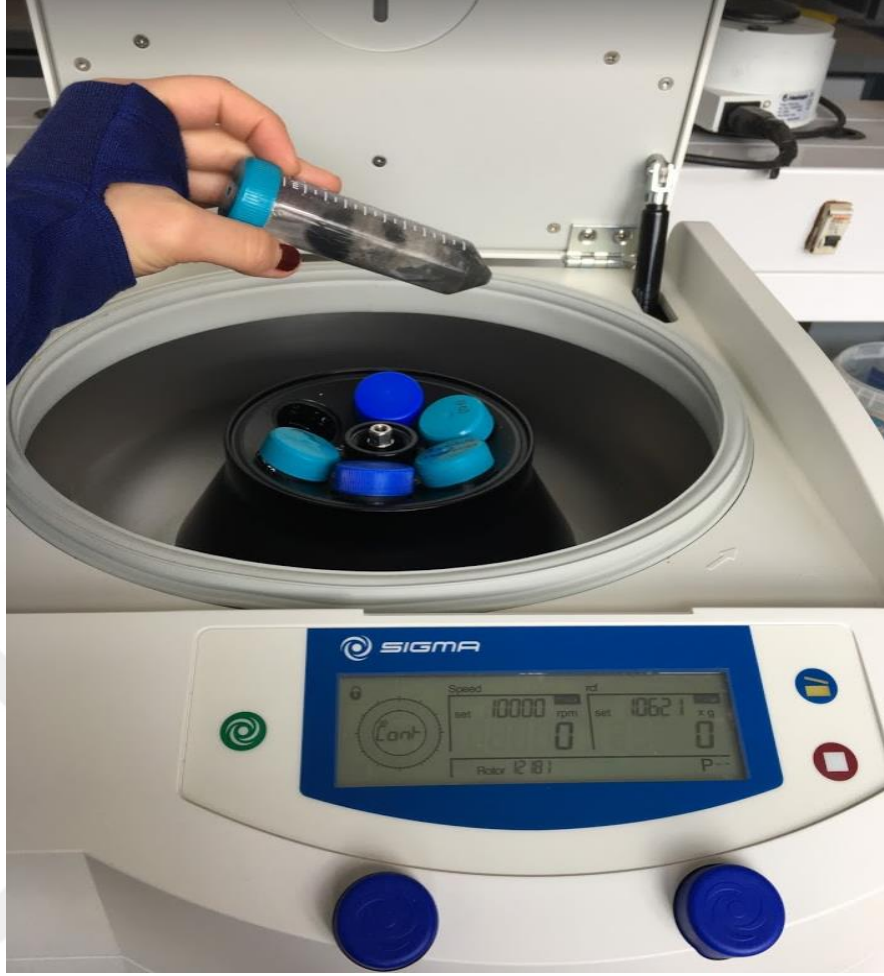
Buz banyosunda manyetik karıştırıcı üzerinde karıştırılarak elde edilen nano gümüş çözeltisinin homojenize olması için 60mL'lik falkonlara alınan nano gümüş solü

örneklerini, ultrasonik banyo da 10 dakika' lık sürelerde ultrasonifikasyon işlemine tabi tutulmuştur.

2.2.3 Homojenize Edilen AgNPs Solünün Saflaştırılması, Zenginleştirilmesi

Buz banyosunda manyetik karıştırıcı üzerinde karıştırılarak elde edilen nano gümüş çözeltisi 60mL'lik falconlar kullanılarak ultrasonik banyo da 10 dakikalık sürelerde ultrasonifikasyon işlemi ile homojenize edildikten sonra santrifüj cihazına alınmıştır (Şekil 2.6).

İlk fraksiyonu elde etmek için 5000 rpm' de 20 dakika boyunca santrifüjlenmiştir. Bu işlem hazırlanan nano gümüş solünün ulaşılabilir optimum düzeyde saflaştırma için 4 kez uygulanmıştır. 5000, 10000, 15000, 20000 rpm 'de 20' şer dakika boyunca santrifüjlenmiştir. Elde edilen pelet çıkarılmış ve PBS içerisinde yeniden süspanse edilmiştir. Bu fraksiyon en büyük toplam fraksiyonu içermektedir. Süpernatant daha sonra 2000 rpm' de santrifüj edilmiştir. 20 dakika sonra topak çıkarılmış ve yeniden süspanse edilerek fraksiyon oluşturulmuştur. Saflaştırma işlemi 5000, 10000, 15000 ve 20000 rpm' de 20 dakikalık santrifüjleme işlemi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.6 Hazırlanan AgNPs solünün 10000rpm de santrifüjlenerek saflaştırılması, zenginleştirilmesi işlemi (Kişisel arşiv, 2018)

2.2.4 Hazırlanan AgNPs' lerin UV/VIS Spektrofotometrede UV/VIS Ölçüm İşlemi

Sentezlenen AgNPs solünden Hellma quartz küvetlere alınan nano gümüş solünün UV/VIS spektrofotometre ölçümleri yapılmıştır.

2.2.5 Hazırlanan AgNPS' lerin Nano Boyutunun Karakterize Edilmesi İşlemi

Sentezlenen nano gümüş solünün tanecik boyutunun ölçümü işleminin Zeta-Sizer nano tanecik boyut ölçüm cihazında ölçülmesi ve değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

2.2.6 Biyouyumlu Polimerik Malzemelerin Çözeltilerinin Hazırlanması ve AgNP s'lerin Hazırlanan Çözeltiye Doplanması İşlemi

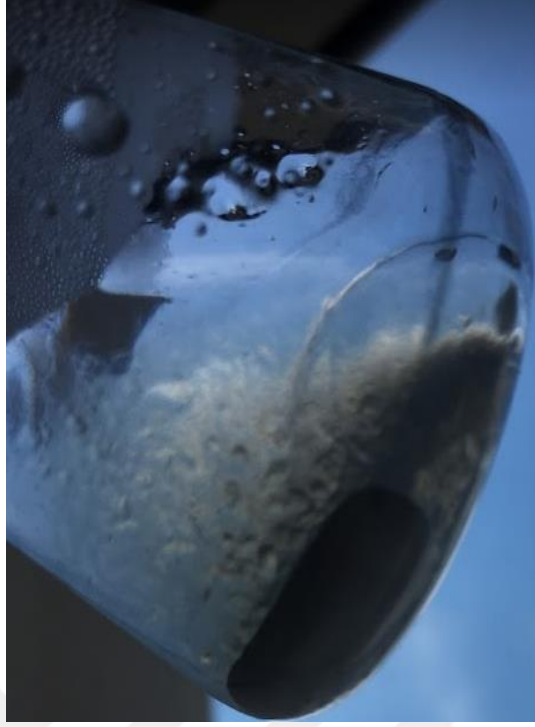
200 mg toz formda CMC ve 5 mL AgNPs solümanyetik karıştırıcıda oda sıcaklığında ve karanlık ortamda karıştırılarak CMC çözeltisi hazırlanmıştır (Şekil 2.7).

1000 mg toz formda PVA ve 5 mL AgNPs solü manyetik karıştırıcıda 90 derecede karanlık ortamda karıştırılarak PVA çözeltisi hazırlanmaktadır (Şekil 2.8).

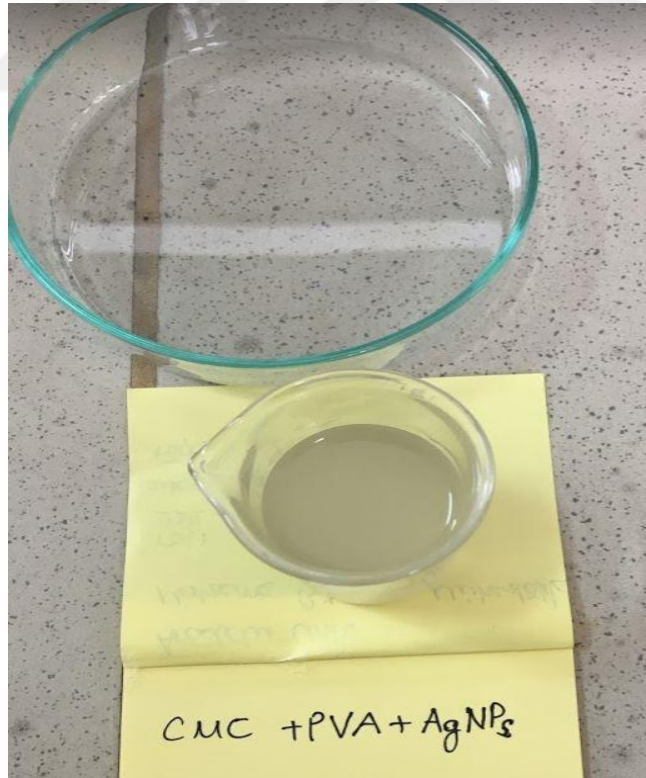
Hazırlanmış olan PVA-CMC-AgNPs çözeltileri bir araya getirilerek karanlık ortamda ve oda sıcaklığında tamamen homojen bir form alana kadar manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır (Şekil 2.9;2.10; 2.11).



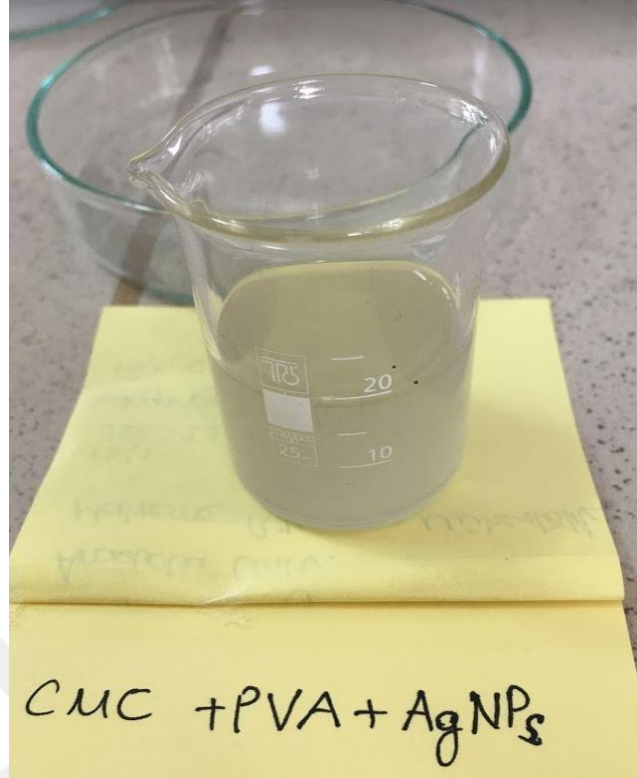
Şekil 2.7 Biyo-uyumlu polimerik malzemelerin çözeltilerinin AgNPs solü ile manyetik karıştırıcıda karıştırılarak hazırlanışı (PVA-CMC) (Kişisel arşiv, 2018)



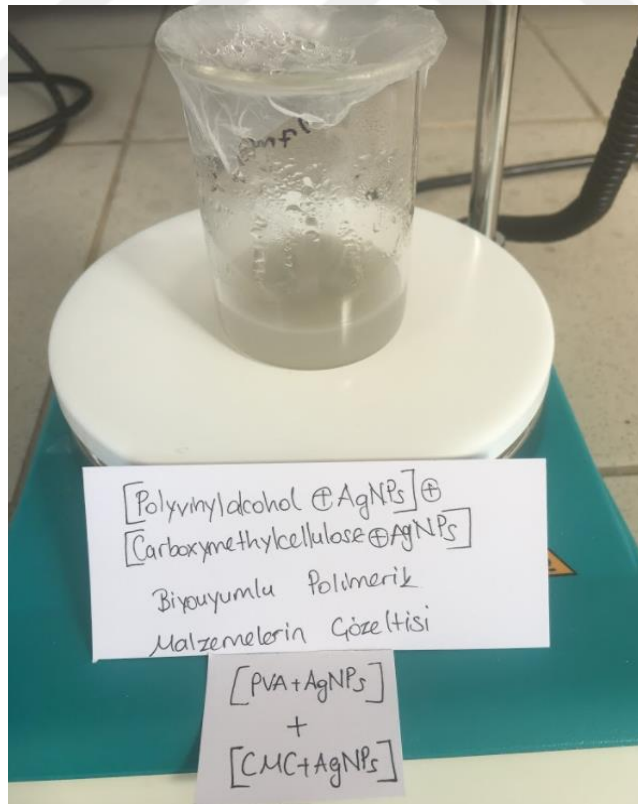
Şekil 2.8 Hazırlanmış olan PVA çözeltisi (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 2.9 CMC+PVA+AgNPs Solünün hazırlanması (Kişisel arşiv, 2018)



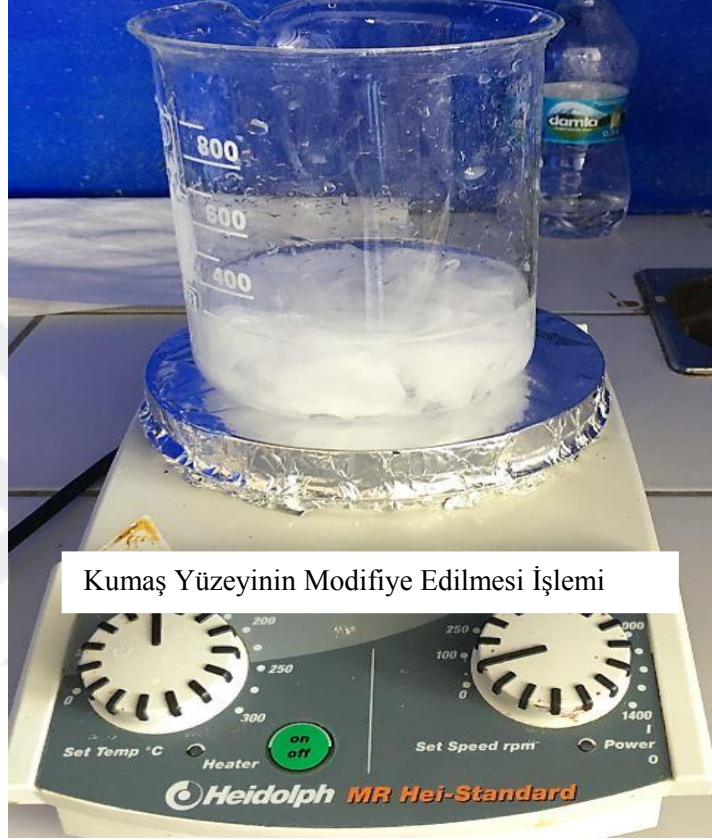
Şekil 2.10 CMC+PVA+AgNPs solünün hazırlanması (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 2.11 (PVA+AgNPs) +(CMC+AgNPs) biyouyumlu polimerik malzemelerin karışım çözeltisi (Kişisel arşiv, 2018)

2.2.7 Selülozun H_2O_2 ile Yükseltgenmesi

10x10 cm boyutlarında kesilmiş kumaşlar 0,03 M 500 ml H_2O_2 ile 55 derecede manyetik karıştırıcıda çalkalanmıştır. Ardından 10x100mL ultra saf su ile yıkanmıştır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Kumaş yüzeyinin modifiye edilmesi işlemi (Kişisel arşiv, 2018)

2.2.8 H_2O_2 ile Yükseltgenen Selülozun Deasetillenmiş Chitosan ile Kaplanması

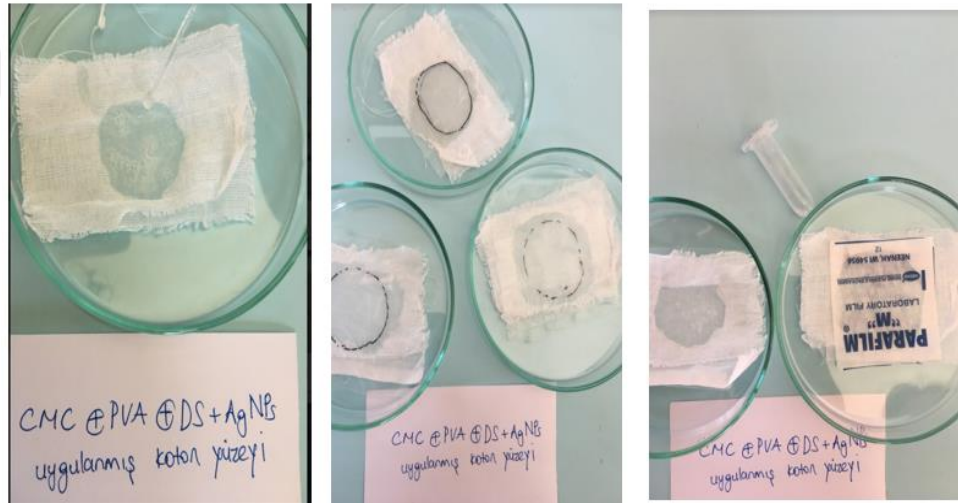
1 gr chitosan 30 ml %1' lik sulu acetic acide çözeltisinde ,60 derecede çözülüp yükseltgenmiş olan pamuklu kumaşlar bu çözeltiye batırılmıştır. 60 derecede 2 saat karıştırıcıda sabit hızda çalkalanıp, 10x100mL ultra saf su ile yıkanmıştır.

2.2.9 Materyalin Stabil Hale Getirilmesi

Yükseltgenmiş olan pamuklu kumaş üzerindeki aldehit grupları ile chitosanın amino grupları arasındaki iminik bağlar 0,2M 30 ml sodium borhydride ile indirgenmiş ve 2 hr karıştırıcıda çalkalanmıştır. Ardından 10x100 ml ultra saf su ile çalkalanmıştır.

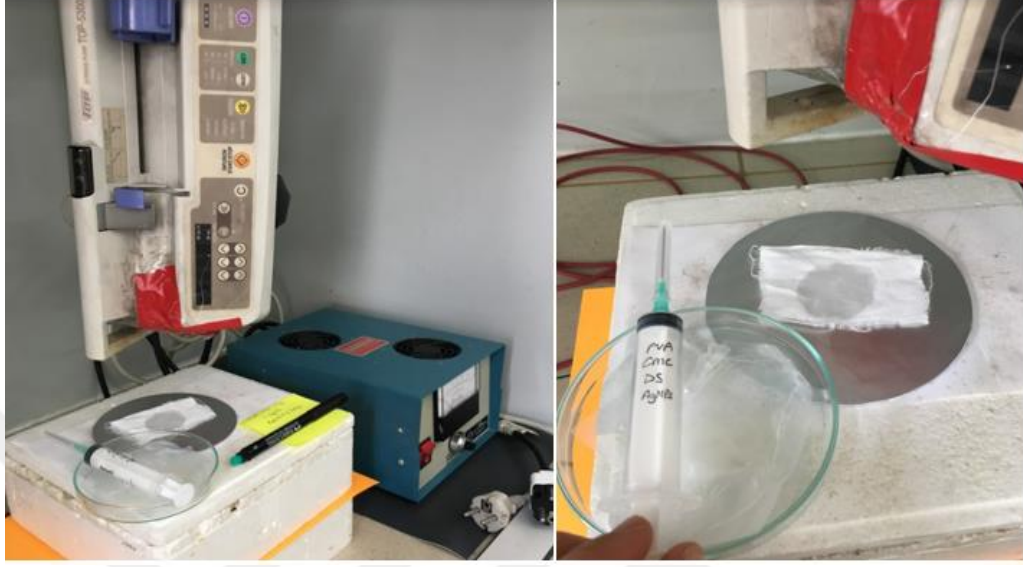
2.2.10 Chitosan Çözeltisinin ve Chitosan-PVA Çözeltisinin Hazırlanışı

- 1 gr Chitosan ve 30 mL %1 'lik asetik asit manyetik karıştırıcıda karanlıkta karıştırılarak chitosan çözeltisi hazırlanmıştır.
- 1000mg toz formda PVA ve 5mL AgNPs solü manyetik karıştırıcıda 90 derecede karanlık ortamda karıştırılarak PVA çözeltisi hazırlanmıştır.
- Bu iki çözelti oda sıcaklığında manyetik karıştırıcıda karanlıkta 150rpm/20saat karıştırılmıştır.

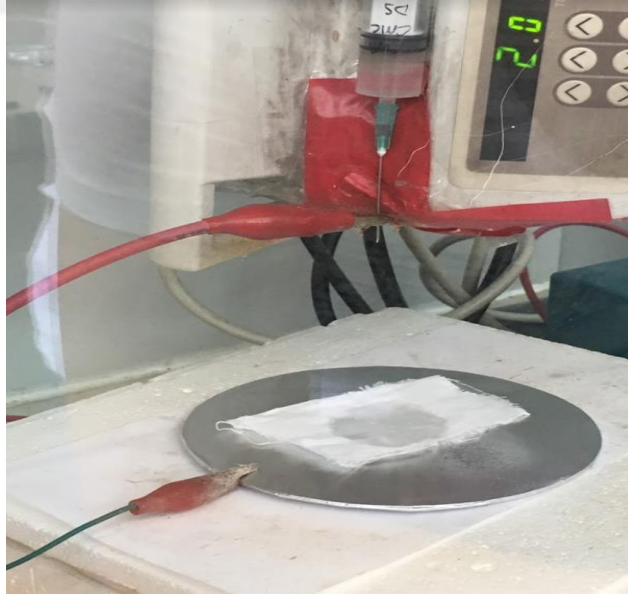


Şekil 2.13 Modifiye edilmiş kumaş yüzeyine AgNPs doplanmış CMC-PVA çözeltisinin uygulanması işlemi (Kişisel arşiv, 2018)

2.2.11 Ag Doplanmış CMC Çözeltisinin Kumaş Üzerine Elektroeğirme Metodu ile Kaplanması İşlemi



Şekil 2.14 Ag Doplanmış CMC çözeltisinin kumaş üzerine elektroeğirme metodu ile kaplanması işlemi (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 2.15 Ag doplanmış CMC çözeltisinin kumaş zerine eğirilerek kaplanması işlemi (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 2.16 Elektroegirme metodu ile Ag doplanmış CMC çözeltisi kaplanmış olan kumaş yüzeyi (Kişisel arşiv, 2018)

2.2.12 Geniş Spektrumlu Antibakteriyel Testlerin Yapılması AATCC 100 Metodu

Kullanılan organizmalar:

Geniş spektrumlu antibakteriyel testlerin yapılması -AATCC-100-Metodu, kullanılan organizmalar aşağıdaki gibi listelenmiştir:

Staphylococcus aureus ATCC 6538, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 10031 bakterileri ve *Candida albicans* ATCC 10231, *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404

Test Prosedürü

- **Kültürlerin geliştirilmesi:** Bakteriler Tryptic Soy Agar ortamında, $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat, *C.albicans* $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat, *A.brasiliensis* $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 7 gün inkübe edilerek geliştirilir
- **Test örneklerinin hazırlanması:** Örnekler yaklaşık 5x5 cm olarak hazırlanır. Geri kazanımı hesaplayabilmek için işlem görmemiş örnek kullanılır. Örnekler gerekli ise uygulama öncesi UV ile sterilize edilir.
- **İnokulumun hazırlanması:** Logaritmik fazdaki kültürlerden fizyolojik tuzlu su ile 10^5 kob/ml olacak şekilde süspansiyon hazırlanır ve homojen bir şekilde karışması

sağlanır. *A.brasiliensis*'ten ise 10^5 kob/ml olacak şekilde spor süspansiyonu hazırlanır.

- **İnokulasyon:** Organizma süspansiyonundan ve spor süspansiyonundan 1 ml alınarak örneklerin üzerine aktarılır.
- **İnkübasyon:** Bakteri inoküle edilen örnekler 37°C 'de 18-24 saat, fungus inoküle edilen örnekler ise 30°C 'de 18-24 saat inkübe edilir.
- **Örneklerin nötralize edilmesi:** Örnekler, inkübasyon sonrası, içerisinde 100 mL steril nötralize edici ajan içeren şişe içerisine aktarılır.
- **Petrilere ekim:** 5 dakika beklendikten sonra homojen bir şekilde karıştırılarak seri dilüsyonlar hazırlanır. Hazırlanan dilüsyonlardan 1'er mL alınarak petri kaplarına aktarılır. Bakteri içeren petri kaplarına 15 mL Tryptic Soy Agar, fungus içeren petri kaplarına Sabouraud Dextrose Agar ilave edilir. Besiyeri ortamı katılaştıktan sonra bakteriler 37°C 'de 48 saat, funguslar 30°C 'de 3-5 gün inkübe edilir.
- **Sonuçların değerlendirilmesi:** İnkübasyonun ardından petrilere üreyen koloniler sayılır. Sayım sonuçları aşağıdaki formüle yerleştirilerek % azalma hesaplanır.

$$R = \% \text{ azalma: } 100 (B - A) / B \quad (2.1)$$

A: İşlem görmüş örneklerde temas süresi sonunda üreyen bakteri sayısı

B: Kontrol örnekte temas süresi sonunda üreyen organizma sayısı

BÖLÜM ÜÇ

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Hazırlanmış olan nano partiküllerin Zeta-sizer cihazında nano boyutlarının ölçüm sonuçları

Basit rastgele örneklem (tüm toplum üyeleri örnekleme alınmak için eşit şansa sahip, en ideal seçim) seçimi ile 8 deney sonucu seçilmiştir.

3.1.1 Birinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri

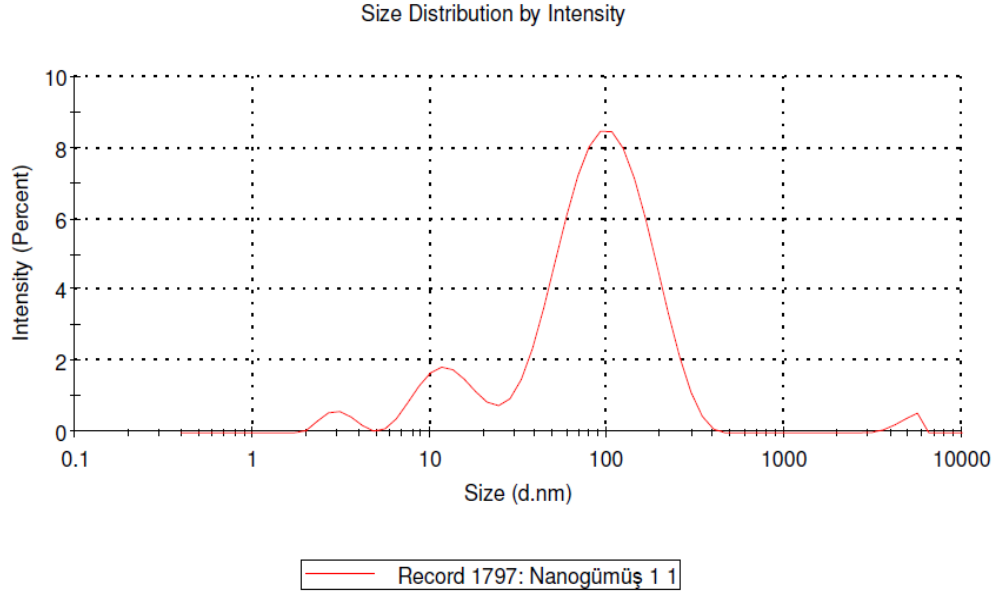
Birinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano boyut ölçüm sonuçları ve ortalama nano boyut ölçümü Şekil 3.1’ de görülmektedir. Şekil 3.1’ e göre ortalama nano tanecik boyut sonucu (Z-Avarage) 56,16 (d.nm) olup; beklenen aralıktadır.

Results

	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 56,16	Peak 1: 110,5	84,4	61,19
Pdl: 0,511	Peak 2: 13,42	12,2	4,826
Intercept: 0,791	Peak 3: 3,106	2,2	0,6196
Result quality	Refer to quality report		

Şekil 3.1 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu

Birinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları normal dağılım grafiği Şekil 3.2’de görülmektedir. Şekil 3.2’ ye göre nano gümüş solünün nano tanecik boyut dağılımı % Intensity değeri %2,2 değeri ile düşük bir sapma göstermiştir ve beklenen aralıktadır. Altı sigmaya göre verilerin %99,73’ü altı sigma aralığında yer almaktadır.Bu durumda proses kontrol altında ve spesifikasyonları (beklenen değerleri) karşılamada yeterlidir.



Şekil 3.2 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği

Birinci deneyde sentezlenen nano gümüş solünün Zeta sizer cihazında yapılan nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarına ait Tablo 3.1’ de ki verilere ait Altı Sigma testi değerlendirme sonucuna göre Z-Ortalama sonucu beklenen değerde olup; standart sapma değeri sıfır (0), % standart sapma değeri sıfır (0) elde edilerek beklenen ve istenen değere sapma olmaksızın ulaşılmıştır.

Tablo 3.1 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları

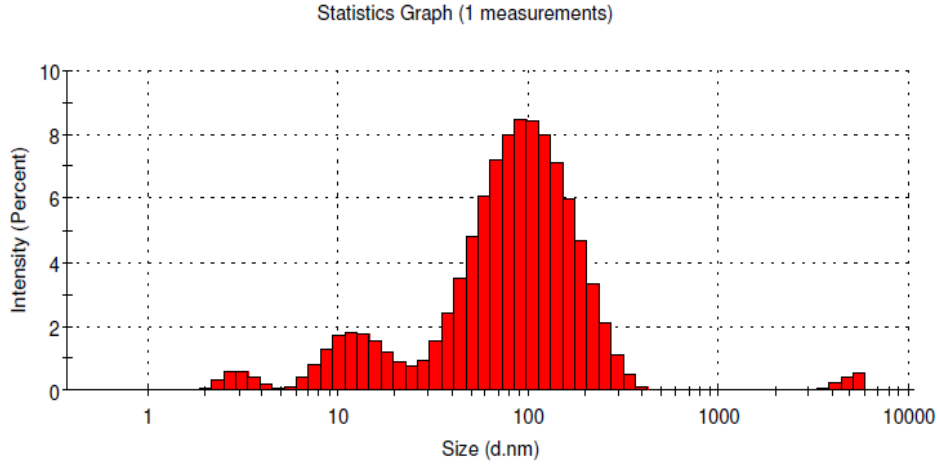
Z-Ortalama (nm):	56,15715
Türetilmiş Sayı oranı (kcps):	87993,479169
Standart sapma:	0
%Standart Sapma	0
Varyans	0

Birinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları Şekil 3.3 2’de görülmektedir.

Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent
0,4000	0,0		13,54	1,8		458,7	0,0	
0,4632	0,0		15,69	1,5		531,2	0,0	
0,5365	0,0		18,17	1,2		615,1	0,0	
0,6213	0,0		21,04	0,9		712,4	0,0	
0,7195	0,0		24,36	0,8		825,0	0,0	
0,8332	0,0		28,21	1,0		955,4	0,0	
0,9649	0,0		32,67	1,5		1106	0,0	
1,117	0,0		37,84	2,4		1281	0,0	
1,294	0,0		43,82	3,5		1484	0,0	
1,499	0,0		50,75	4,8		1718	0,0	
1,736	0,0		58,77	6,1		1990	0,0	
2,010	0,1		68,06	7,2		2305	0,0	
2,328	0,3		78,82	8,0		2669	0,0	
2,696	0,6		91,28	8,5		3091	0,0	
3,122	0,6		105,7	8,4		3580	0,1	
3,615	0,4		122,4	8,0		4145	0,2	
4,187	0,2		141,8	7,1		4801	0,4	
4,849	0,1		164,2	6,0		5560	0,5	
5,615	0,1		190,1	4,7		6439	0,0	
6,503	0,4		220,2	3,3		7456	0,0	
7,531	0,8		255,0	2,1		8635	0,0	
8,721	1,3		295,3	1,1		1,000e4	0,0	
10,10	1,7		342,0	0,5				
11,70	1,8		396,1	0,1				

Şekil 3.3 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri

Birinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarının normal dağılım çubuk grafiği Şekil 3.4’ de görülmektedir. Şekil 3.4’ e göre normal dağılım çubuk grafiği beklenen değerleri sağlamakta olup; Z-Ortalama değeri beklenen değer 56,16 (d.nm) değerini sağlamaktadır.



Şekil 3.4 Birinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği

3.1.2 İkinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri

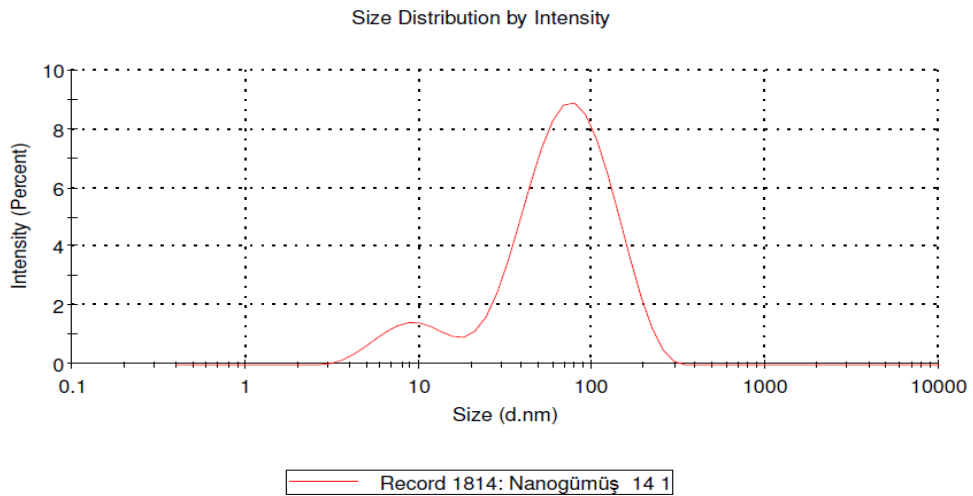
İkinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano boyut ölçüm sonuçları ve ortalama nano boyut ölçümü Şekil 3.5’ de görülmektedir. Şekil 3.5’ e göre ortalama nano tanecik boyut sonucu (Z-Avarage) 45,73 (d.nm) olup; beklenen aralıktadır.

Results

	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 45,73	Peak 1: 83,18	88,5	46,08
Pdl: 0,468	Peak 2: 10,02	11,5	4,024
Intercept: 0,802	Peak 3: 0,000	0,0	0,000
Result quality Good			

Şekil 3.5 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu

İkinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları normal dağılım grafiği Şekil 3.6’de görülmektedir. Şekil 3.6’ ye göre nano gümüş solünün nano tanecik boyut dağılımı % Intensity değeri %0 değeri ile düşük bir sapma göstermiştir ve beklenen aralıktadır. Altı sigmaya göre verilerin %99,73’ü altı sigma aralığında yer almaktadır. Bu durumda proses kontrol altında ve spesifikasyonları (beklenen değerleri) karşılamada yeterlidir.



Şekil 3.6 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği

İkinci deneyde sentezlenen nano gümüş solünün Zeta sizer cihazında yapılan nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarına ait Tablo 3.2’ de ki verilere ait Altı Sigma testi değerlendirme sonucuna göre Z-Ortalama sonucu beklenen değerde olup; standart sapma değeri sıfır (0), % standart sapma değeri sıfır (0) elde edilerek beklenen ve istenen değere sapma olmaksızın ulaşılmıştır.sonuç çok iyi olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3.1 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları

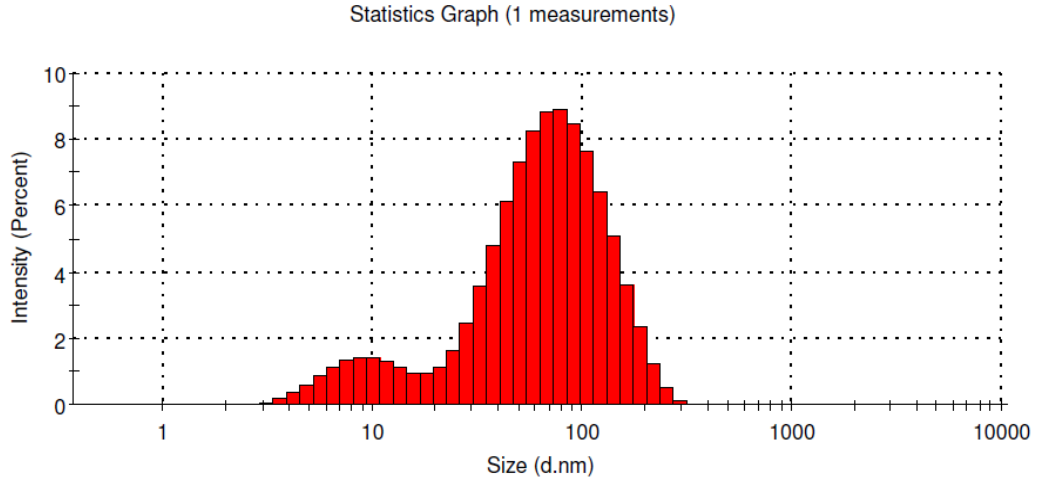
Z-Ortalama (nm):	45,73353
Türetilmiş Sayı oranı (kcp):	224323,69547
Standart sapma:	0
%Standart Sapma	0
Varyans	0

İkinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları Şekil 3.7’de görülmektedir.

Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent
0,4000	0,0		13,54	1,1		458,7	0,0	
0,4632	0,0		15,69	1,0		531,2	0,0	
0,5365	0,0		18,17	0,9		615,1	0,0	
0,6213	0,0		21,04	1,1		712,4	0,0	
0,7195	0,0		24,36	1,6		825,0	0,0	
0,8332	0,0		28,21	2,4		955,4	0,0	
0,9649	0,0		32,67	3,5		1106	0,0	
1,117	0,0		37,84	4,8		1281	0,0	
1,294	0,0		43,82	6,1		1484	0,0	
1,499	0,0		50,75	7,3		1718	0,0	
1,736	0,0		58,77	8,3		1990	0,0	
2,010	0,0		68,06	8,8		2305	0,0	
2,328	0,0		78,82	8,9		2669	0,0	
2,696	0,0		91,28	8,5		3091	0,0	
3,122	0,0		105,7	7,6		3580	0,0	
3,615	0,2		122,4	6,5		4145	0,0	
4,187	0,3		141,8	5,1		4801	0,0	
4,849	0,6		164,2	3,6		5560	0,0	
5,615	0,9		190,1	2,3		6439	0,0	
6,503	1,1		220,2	1,2		7456	0,0	
7,531	1,3		255,0	0,5		8635	0,0	
8,721	1,4		295,3	0,1		1,000e4	0,0	
10,10	1,4		342,0	0,0				
11,70	1,3		396,1	0,0				

Şekil 3.7 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri

İkinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarının normal dağılım çubuk grafiği Şekil 3.8’ de görülmektedir. Şekil 3.8’ e göre normal dağılım çubuk grafiği beklenen değerleri sağlamakta olup; Z-Ortalama değeri beklenen değer 45,73 (d.nm) değerini sağlamaktadır.



Şekil 3.8 İkinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği

3.1.3 Üçüncü Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri

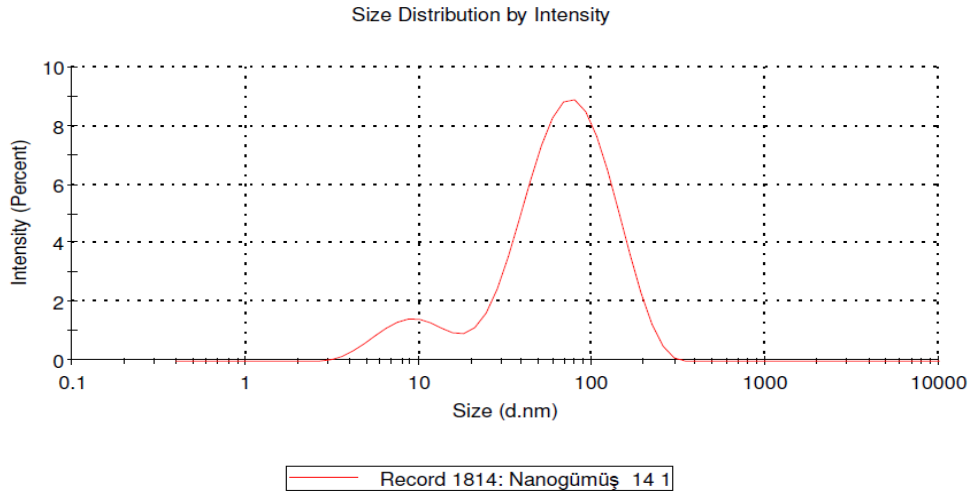
Üçüncü deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano boyut ölçüm sonuçları ve ortalama nano boyut ölçümü Şekil 3.9’ de görülmektedir. Şekil 3.9’ e göre ortalama nano tanecik boyut sonucu (Z-Avarage) 45,73 (d.nm) olup; beklenen aralıktadır.

Results

	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 45,73	Peak 1: 83,18	88,5	46,08
Pdl: 0,468	Peak 2: 10,02	11,5	4,024
Intercept: 0,802	Peak 3: 0,000	0,0	0,000
Result quality Good			

Şekil 3.9 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu

Üçüncü deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları normal dağılım grafiği Şekil 3.10’de görülmektedir. Şekil 3.10’ ye göre nano gümüş solünün nano tanecik boyut dağılımı % Intensity değeri %0 değeri ile düşük bir sapma göstermiştir ve beklenen aralıktadır. Altı sigmaya göre verilerin %99,73’ü altı sigma aralığında yer almaktadır. Bu durumda proses kontrol altında ve spesifikasyonları (beklenen değerleri) karşılamada yeterlidir.



Şekil 3.10 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği

Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüş solünün Zeta sizer cihazında yapılan nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarına ait Tablo 3.3’ de ki verilere ait Altı Sigma testi değerlendirme sonucuna göre Z-Ortalama sonucu beklenen değerde olup; standart sapma değeri sıfır (0), % standart sapma değeri sıfır (0) elde edilerek beklenen ve istenen değere sapma olmaksızın ulaşılmıştır.

Tablo 3.3 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları

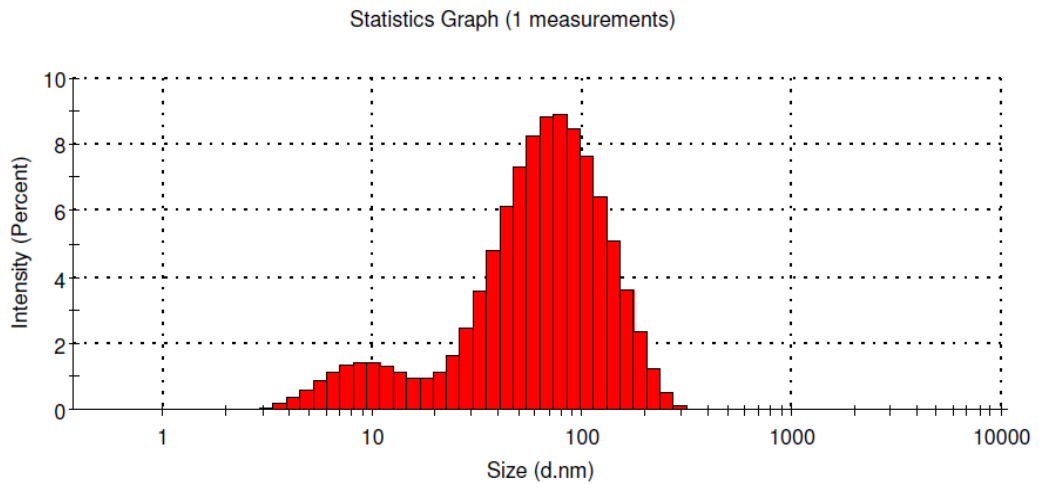
Z-Ortalama (nm):	45,73353
Türetilmiş Sayı oranı (kcps):	224323,69547
Standart sapma:	0
%Standart Sapma	0
Varyans	0

Üçüncü deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları Şekil 3.11’de görülmektedir.

Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent
0,4000	0,0		13,54	1,1		458,7	0,0	
0,4632	0,0		15,69	1,0		531,2	0,0	
0,5365	0,0		18,17	0,9		615,1	0,0	
0,6213	0,0		21,04	1,1		712,4	0,0	
0,7195	0,0		24,36	1,6		825,0	0,0	
0,8332	0,0		28,21	2,4		955,4	0,0	
0,9649	0,0		32,67	3,5		1106	0,0	
1,117	0,0		37,84	4,8		1281	0,0	
1,294	0,0		43,82	6,1		1484	0,0	
1,499	0,0		50,75	7,3		1718	0,0	
1,736	0,0		58,77	8,3		1990	0,0	
2,010	0,0		68,06	8,8		2305	0,0	
2,328	0,0		78,82	8,9		2669	0,0	
2,696	0,0		91,28	8,5		3091	0,0	
3,122	0,0		105,7	7,6		3580	0,0	
3,615	0,2		122,4	6,5		4145	0,0	
4,187	0,3		141,8	5,1		4801	0,0	
4,849	0,6		164,2	3,6		5560	0,0	
5,615	0,9		190,1	2,3		6439	0,0	
6,503	1,1		220,2	1,2		7456	0,0	
7,531	1,3		255,0	0,5		8635	0,0	
8,721	1,4		295,3	0,1		1,000e4	0,0	
10,10	1,4		342,0	0,0				
11,70	1,3		396,1	0,0				

Şekil 3.11 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri

Üçüncü deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarının normal dağılım çubuk grafiği Şekil 3.12’ de görülmektedir. Şekil 3.12’ e göre normal dağılım çubuk grafiği beklenen değerleri sağlamakta olup; Z-Ortalama değeri beklenen değer 45,73 (d.nm) değerini sağlamaktadır.



Şekil 3.12 Üçüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği

3.1.4 Dördüncü Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri

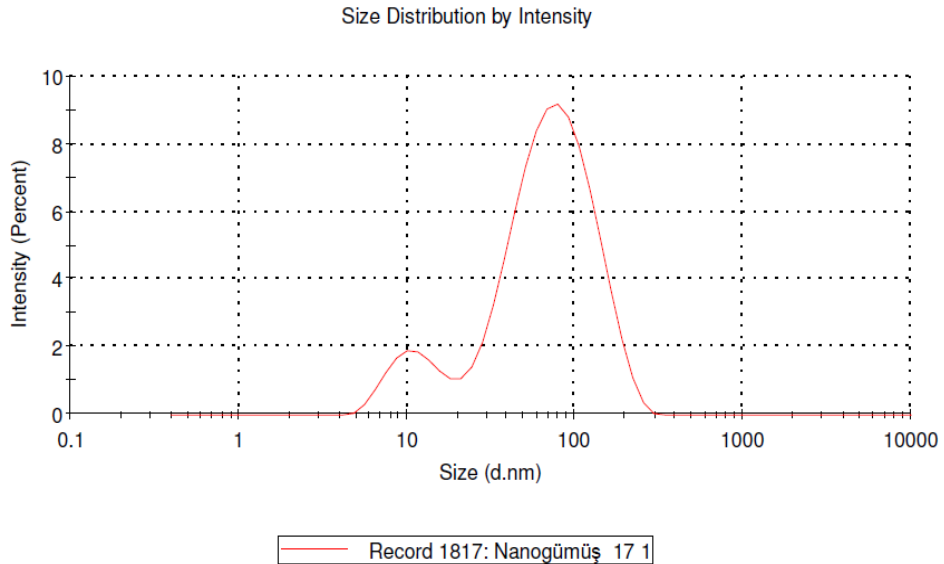
Dördüncü deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano boyut ölçüm sonuçları ve ortalama nano boyut ölçümü Şekil 3.13’ de görülmektedir. Şekil 3.13’ e göre ortalama nano tanecik boyut sonucu (Z-Avarage) 45,10 (d.nm) olup; beklenen aralıktadır.

Results

	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 45,10	Peak 1: 83,23	88,4	44,51
Pdl: 0,444	Peak 2: 11,35	11,6	3,503
Intercept: 0,810	Peak 3: 0,000	0,0	0,000
Result quality Good			

Şekil 3.13 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu

Birinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları normal dağılım grafiği Şekil 3.14’de görülmektedir. Şekil 3.14’ ye göre nano gümüş solünün nano tanecik boyut dağılımı % Intensity değeri %0 değeri ile düşük bir sapma göstermiştir ve beklenen aralıktadır. Altı sigmaya göre verilerin %99,73’ü altı sigma aralığında yer almaktadır. Bu durumda proses kontrol altında ve spesifikasyonları (beklenen değerleri) karşılamada yeterlidir.



Şekil 3.14 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği

Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüş solünün Zeta sizer cihazında yapılan nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarına ait Tablo 3.4’ de ki verilere ait Altı Sigma testi değerlendirme sonucuna göre Z-Ortalama sonucu beklenen değerde olup; standart sapma değeri sıfır (0), % standart sapma değeri sıfır (0) elde edilerek beklenen ve istenen değere sapma olmaksızın ulaşılmıştır.

Tablo 3.2 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları

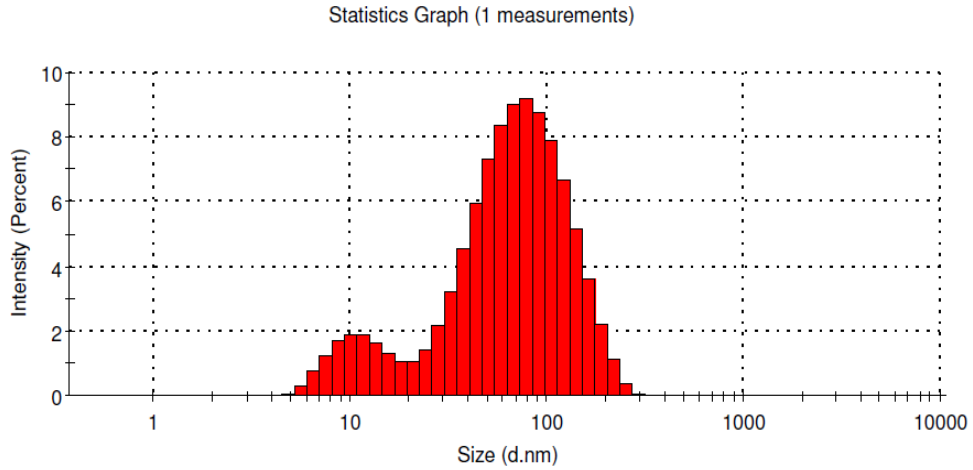
Z-Ortalama (nm):	45,10204
Türetilmiş Sayı oranı (kcp):	93580,235851
Standart sapma:	0
%Standart Sapma	0
Varyans	0

Dördüncü deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları Şekil 3.14’de görülmektedir.

Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent
0,4000	0,0		13,54	1,6		458,7	0,0	
0,4632	0,0		15,69	1,3		531,2	0,0	
0,5365	0,0		18,17	1,1		615,1	0,0	
0,6213	0,0		21,04	1,1		712,4	0,0	
0,7195	0,0		24,36	1,4		825,0	0,0	
0,8332	0,0		28,21	2,2		955,4	0,0	
0,9649	0,0		32,67	3,2		1106	0,0	
1,117	0,0		37,84	4,6		1281	0,0	
1,294	0,0		43,82	6,0		1484	0,0	
1,499	0,0		50,75	7,3		1718	0,0	
1,736	0,0		58,77	8,4		1990	0,0	
2,010	0,0		68,06	9,0		2305	0,0	
2,328	0,0		78,82	9,2		2669	0,0	
2,696	0,0		91,28	8,8		3091	0,0	
3,122	0,0		105,7	7,9		3580	0,0	
3,615	0,0		122,4	6,7		4145	0,0	
4,187	0,0		141,8	5,2		4801	0,0	
4,849	0,0		164,2	3,6		5560	0,0	
5,615	0,3		190,1	2,2		6439	0,0	
6,503	0,7		220,2	1,1		7456	0,0	
7,531	1,2		255,0	0,4		8635	0,0	
8,721	1,7		295,3	0,0		1,000e4	0,0	
10,10	1,9		342,0	0,0				
11,70	1,9		396,1	0,0				

Şekil 3.15 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri

Dördüncü deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarının normal dağılım çubuk grafiği Şekil 3.16' de görülmektedir. Şekil 3.16' e göre normal dağılım çubuk grafiği beklenen değerleri sağlamakta olup; Z-Ortalama değeri beklenen değer 45,10 (d.nm) değerini sağlamaktadır.



Şekil 3.16 Dördüncü deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği

3.1.5 Beşinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri

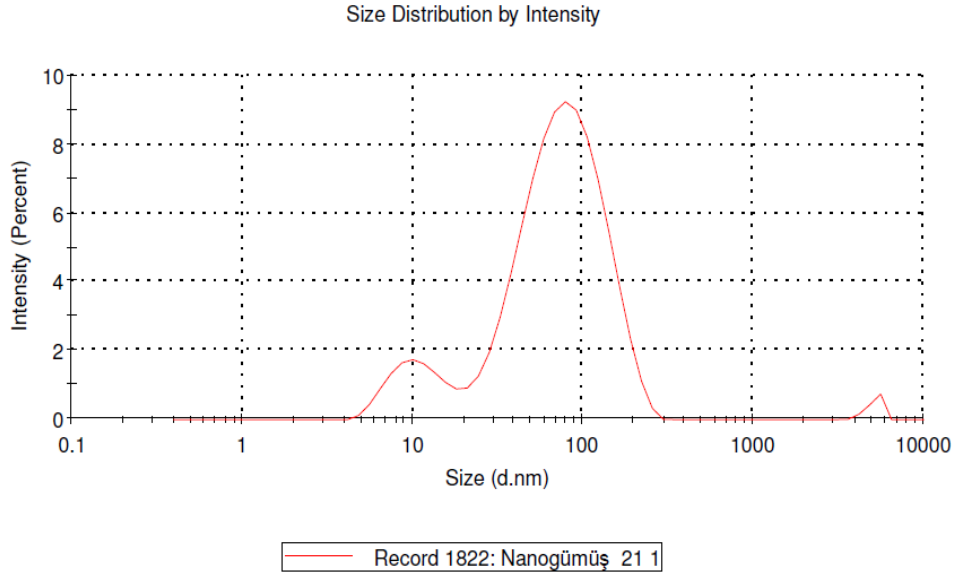
Beşinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano boyut ölçüm sonuçları ve ortalama nano boyut ölçümü Şekil 3.17' de görülmektedir. Şekil 3.17' e göre ortalama nano tanecik boyut sonucu (Z-Avarage) 48,56 (d.nm) olup; beklenen aralıktadır.

Results

	Size (d.nm...)	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 48,56	Peak 1: 84,99	87,6	44,33
Pdl: 0,498	Peak 2: 10,90	11,0	3,549
Intercept: 0,804	Peak 3: 5134	1,3	521,9
Result quality Refer to quality report			

Şekil 3.17 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu

Beşinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları normal dağılım grafiği Şekil 3.18’de görülmektedir. Şekil 3.18’ ye göre nano gümüş solünün nano tanecik boyut dağılımı % Intensity değeri %1,3 değeri ile düşük bir sapma göstermiştir ve beklenen aralıktadır. Altı sigmaya göre verilerin %99,73’ü altı sigma aralığında yer almaktadır. Bu durumda proses kontrol altında ve spesifikasyonları (beklenen değerleri) karşılamada yeterlidir.



Şekil 3.18 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği

Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüş solünün Zeta sizer cihazında yapılan nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarına ait Tablo 3.5’ de ki verilere ait Altı Sigma testi değerlendirme sonucuna göre Z-Ortalama sonucu beklenen değerde olup; standart sapma değeri sıfır (0), % standart sapma değeri sıfır (0) elde edilerek beklenen ve istenen değere sapma olmaksızın ulaşılmıştır.

Tablo 3.3 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları

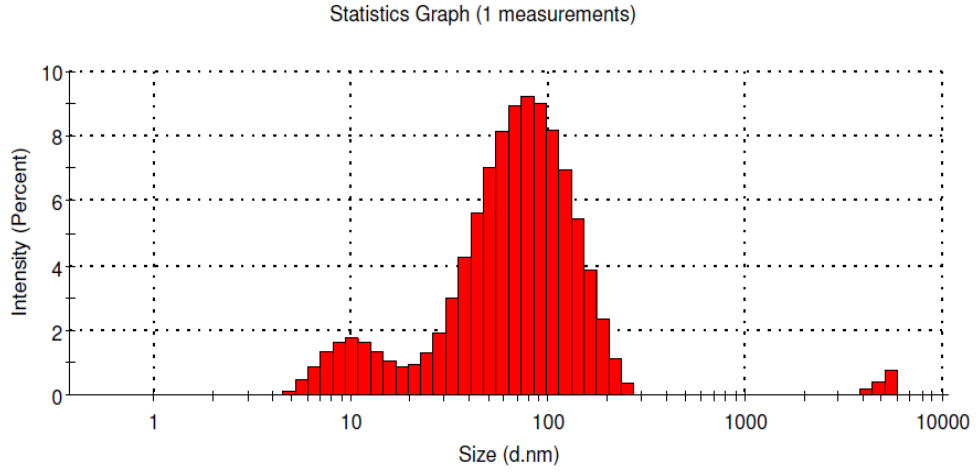
Z-Ortalama (nm):	48,56392
Türetilmiş Sayı oranı (kcps):	81759,064535
Standart sapma:	0
%Standart Sapma	0
Varyans	0

Beşinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları Şekil 3.18’de görülmektedir.

Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent
0,4000	0,0		13,54	1,4		458,7	0,0	
0,4632	0,0		15,69	1,1		531,2	0,0	
0,5365	0,0		18,17	0,9		615,1	0,0	
0,6213	0,0		21,04	0,9		712,4	0,0	
0,7195	0,0		24,36	1,3		825,0	0,0	
0,8332	0,0		28,21	2,0		955,4	0,0	
0,9649	0,0		32,67	3,0		1106	0,0	
1,117	0,0		37,84	4,2		1281	0,0	
1,294	0,0		43,82	5,6		1484	0,0	
1,499	0,0		50,75	7,0		1718	0,0	
1,736	0,0		58,77	8,1		1990	0,0	
2,010	0,0		68,06	8,9		2305	0,0	
2,328	0,0		78,82	9,2		2669	0,0	
2,696	0,0		91,28	9,0		3091	0,0	
3,122	0,0		105,7	8,2		3580	0,0	
3,615	0,0		122,4	7,0		4145	0,2	
4,187	0,0		141,8	5,5		4801	0,4	
4,849	0,1		164,2	3,8		5560	0,7	
5,615	0,4		190,1	2,3		6439	0,0	
6,503	0,9		220,2	1,1		7456	0,0	
7,531	1,3		255,0	0,3		8635	0,0	
8,721	1,6		295,3	0,0		1,000e4	0,0	
10,10	1,7		342,0	0,0				
11,70	1,6		396,1	0,0				

Şekil 3.19 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri

Beşinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarının normal dağılım çubuk grafiği Şekil 3.20’ de görülmektedir. Şekil 3.20’ e göre normal dağılım çubuk grafiği beklenen değerleri sağlamakta olup; Z-Ortalama değeri beklenen değer 48,56 (d.nm) değerini sağlamaktadır.



Şekil 3.20 Beşinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği

3.1.6 Altıncı Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri

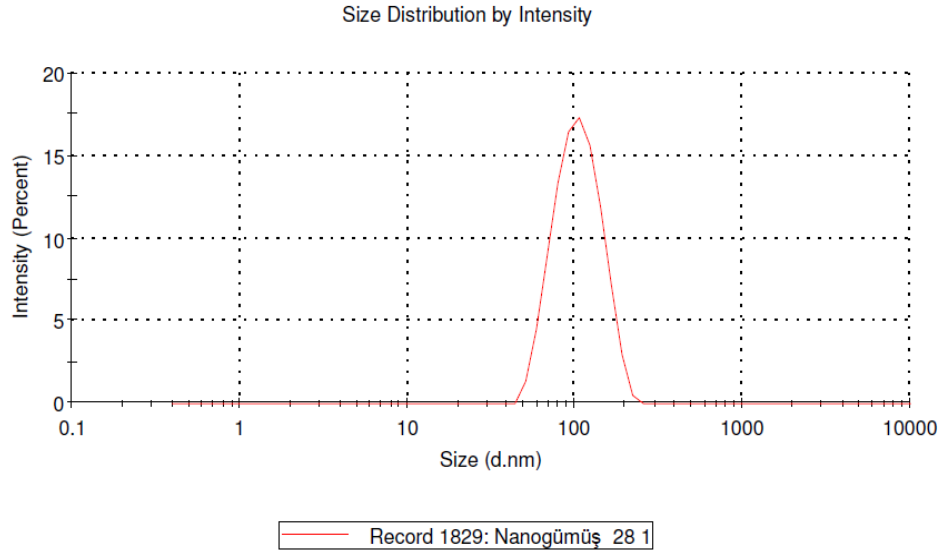
Altıncı deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano boyut ölçüm sonuçları ve ortalama nano boyut ölçümü Şekil 3.21’ de görülmektedir. Şekil 3.21’ e göre ortalama nano tanecik boyut sonucu (Z-Avarage) 97,47 (d.nm) olup; beklenen aralıktadır.

Results

	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 97,47	Peak 1: 107,7	100,0	33,36
Pdl: 0,313	Peak 2: 0,000	0,0	0,000
Intercept: 0,882	Peak 3: 0,000	0,0	0,000
Result quality Good			

Şekil 3.21 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu

Altıncı deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları normal dağılım grafiği Şekil 3.22’de görülmektedir. Şekil 3.22’ ye göre nano gümüş solünün nano tanecik boyut dağılımı % Intensity değeri %0 değeri ile düşük bir sapma göstermiştir ve beklenen aralıktadır. Altı sigmaya göre verilerin %99,73’ü altı sigma aralığında yer almaktadır. Bu durumda proses kontrol altında ve spesifikasyonları (beklenen değerleri) karşılamada yeterlidir.



Şekil 3.22 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği

Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüş solünün Zeta sizer cihazında yapılan nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarına ait Tablo 3.6’ de ki verilere ait Altı Sigma testi değerlendirme sonucuna göre Z-Ortalama sonucu beklenen değerde olup; standart sapma değeri sıfır (0), % standart sapma değeri sıfır (0) elde edilerek beklenen ve istenen değere sapma olmaksızın ulaşılmıştır.

Tablo 3.4 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları

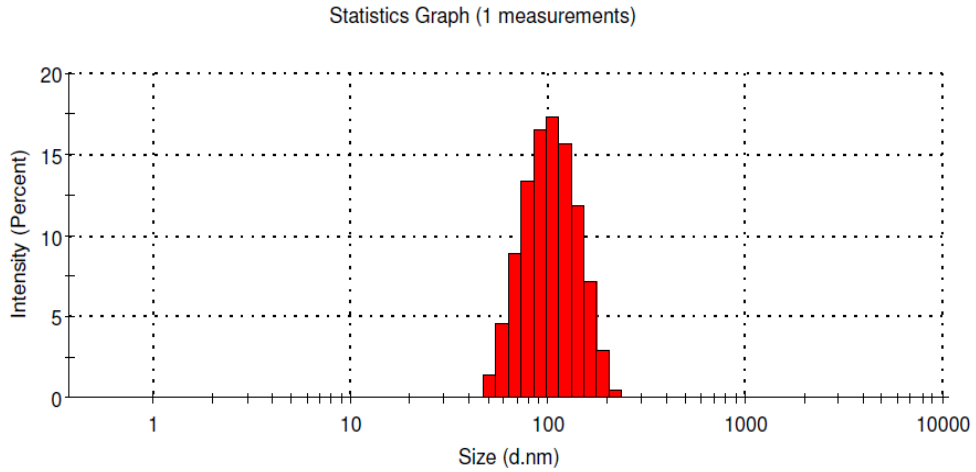
Z-Ortalama (nm):	97,47421
Türetilmiş Sayı oranı (kcps):	6448,3212907.
Standart sapma:	0
%Standart Sapma	0
Varyans	0

Altıncı deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları Şekil 3.22’de görülmektedir.

Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent
0,4000	0,0		13,54	0,0		458,7	0,0	
0,4632	0,0		15,69	0,0		531,2	0,0	
0,5365	0,0		18,17	0,0		615,1	0,0	
0,6213	0,0		21,04	0,0		712,4	0,0	
0,7195	0,0		24,36	0,0		825,0	0,0	
0,8332	0,0		28,21	0,0		955,4	0,0	
0,9649	0,0		32,67	0,0		1106	0,0	
1,117	0,0		37,84	0,0		1281	0,0	
1,294	0,0		43,82	0,0		1484	0,0	
1,499	0,0		50,75	1,3		1718	0,0	
1,736	0,0		58,77	4,5		1990	0,0	
2,010	0,0		68,06	8,9		2305	0,0	
2,328	0,0		78,82	13,3		2669	0,0	
2,696	0,0		91,28	16,4		3091	0,0	
3,122	0,0		105,7	17,3		3580	0,0	
3,615	0,0		122,4	15,6		4145	0,0	
4,187	0,0		141,8	11,9		4801	0,0	
4,849	0,0		164,2	7,2		5560	0,0	
5,615	0,0		190,1	3,0		6439	0,0	
6,503	0,0		220,2	0,5		7456	0,0	
7,531	0,0		255,0	0,0		8635	0,0	
8,721	0,0		295,3	0,0		1,000e4	0,0	
10,10	0,0		342,0	0,0				
11,70	0,0		396,1	0,0				

Şekil 3.23 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri

Altıncı deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarının normal dağılım çubuk grafiği Şekil 3.24’ de görülmektedir. Şekil 3.24’ e göre normal dağılım çubuk grafiği beklenen değerleri sağlamakta olup; Z-Ortalama değeri beklenen değer 97,47 (d.nm) değerini sağlamaktadır.



Şekil 3.24 Altıncı deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği

3.1.7 Yedinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri

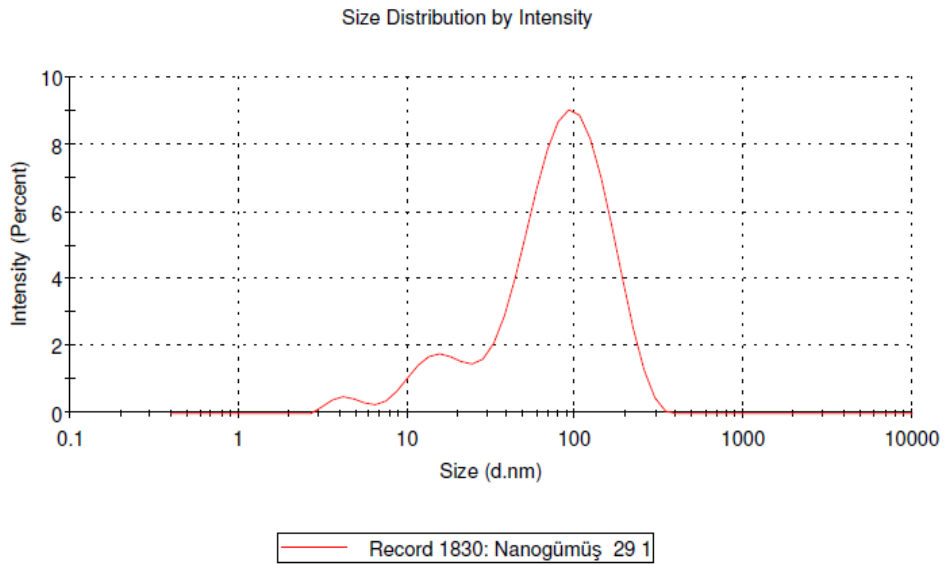
Yedinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano boyut ölçüm sonuçları ve ortalama nano boyut ölçümü Şekil 3.25’ de görülmektedir. Şekil 3.25’ e göre ortalama nano tanecik boyut sonucu (Z-Avarage) 52,42 (d.nm) olup; beklenen aralıktadır.

Results

	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 52,42	Peak 1: 100,4	86,1	53,28
Pdl: 0,490	Peak 2: 15,68	11,8	5,080
Intercept: 0,822	Peak 3: 4,629	2,1	1,024
Result quality Good			

Şekil 3.25 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu

Yedinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları normal dağılım grafiği Şekil 3.26’de görülmektedir. Şekil 3.26’ ye göre nano gümüş solünün nano tanecik boyut dağılımı % Intensity değeri %2,1 değeri ile düşük bir sapma göstermiştir ve beklenen aralıktadır. Altı sigmaya göre verilerin %99,73’ü altı sigma aralığında yer almaktadır.Bu durumda proses kontrol altında ve spesifikasyonları (beklenen değerleri) karşılamada yeterlidir.



Şekil 3.26 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği

Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüş solünün Zeta sizer cihazında yapılan nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarına ait Tablo 3.7’ de ki verilere ait Altı Sigma testi değerlendirme sonucuna göre Z-Ortalama sonucu beklenen değerde olup; standart sapma değeri sıfır (0), % standart sapma değeri sıfır (0) elde edilerek beklenen ve istenen değere sapma olmaksızın ulaşılmıştır.

Tablo 3.5 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları

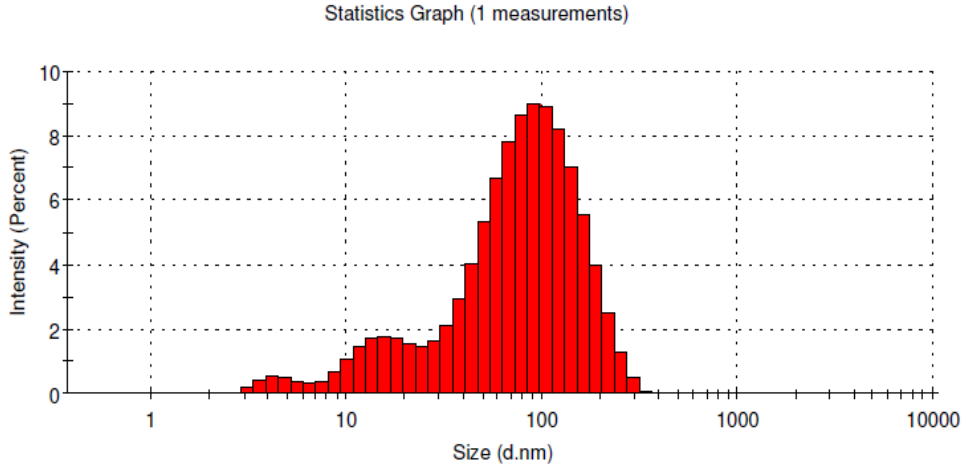
Z-Ortalama (nm):	52,42011
Türetilmiş Sayı oranı (kcps):	64585,811056.
Standart sapma:	0
%Standart Sapma	0
Varyans	0

Yedinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları Şekil 3.27’de görülmektedir.

Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent
0,4000	0,0		13,54	1,7		458,7	0,0	
0,4632	0,0		15,69	1,8		531,2	0,0	
0,5365	0,0		18,17	1,7		615,1	0,0	
0,6213	0,0		21,04	1,5		712,4	0,0	
0,7195	0,0		24,36	1,5		825,0	0,0	
0,8332	0,0		28,21	1,6		955,4	0,0	
0,9649	0,0		32,67	2,1		1106	0,0	
1,117	0,0		37,84	2,9		1281	0,0	
1,294	0,0		43,82	4,0		1484	0,0	
1,499	0,0		50,75	5,3		1718	0,0	
1,736	0,0		58,77	6,7		1990	0,0	
2,010	0,0		68,06	7,8		2305	0,0	
2,328	0,0		78,82	8,7		2669	0,0	
2,696	0,0		91,28	9,0		3091	0,0	
3,122	0,2		105,7	8,9		3580	0,0	
3,615	0,4		122,4	8,2		4145	0,0	
4,187	0,5		141,8	7,0		4801	0,0	
4,849	0,4		164,2	5,6		5560	0,0	
5,615	0,3		190,1	4,0		6439	0,0	
6,503	0,3		220,2	2,5		7456	0,0	
7,531	0,4		255,0	1,3		8635	0,0	
8,721	0,7		295,3	0,5		1,000e4	0,0	
10,10	1,1		342,0	0,1				
11,70	1,4		396,1	0,0				

Şekil 3.27 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri

Yedinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarının normal dağılım çubuk grafiği Şekil 3.29' de görülmektedir. Şekil 3.29' e göre normal dağılım çubuk grafiği beklenen değerleri sağlamakta olup; Z-Ortalama değeri beklenen değer 52,42 (d.nm) değerini sağlamaktadır.



Şekil 3.28 Yedinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği

3.1.8 Sekizinci Deney Sonucu ve Dağılım Grafikleri

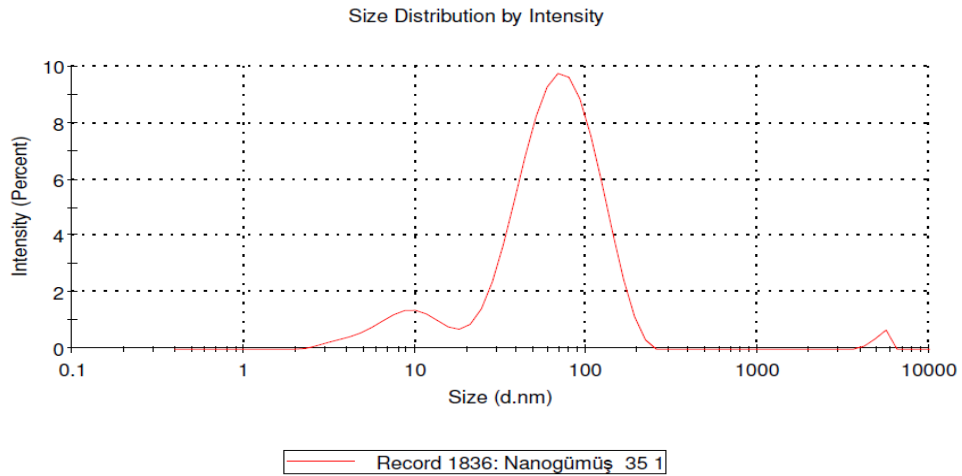
Sekizinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano boyut ölçüm sonuçları ve ortalama nano boyut ölçümü Şekil 3.29' de görülmektedir. Şekil 3.29' e göre ortalama nano tanecik boyut sonucu (Z-Avarage) 45,92 (d.nm) olup; beklenen aralıktadır.

Results

	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 45,92	Peak 1: 76,30	87,7	37,58
Pdl: 0,464	Peak 2: 9,460	11,2	4,072
Intercept: 0,807	Peak 3: 5181	1,2	485,2
Result quality Good			

Şekil 3.29 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut ölçüm sonucu

Sekizinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları normal dağılım grafiği Şekil 3.30’de görülmektedir. Şekil 3.30’ye göre nano gümüş solünün nano tanecik boyut dağılımı % Intensity değeri %1,2 değeri ile düşük bir sapma göstermiştir ve beklenen aralıktadır. Altı sigmaya göre verilerin %99,73’ü altı sigma aralığında yer almaktadır. Bu durumda proses kontrol altında ve spesifikasyonları (beklenen değerleri) karşılamada yeterlidir.



Şekil 3.30 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılım grafiği

Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüş solünün Zeta sizer cihazında yapılan nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarına ait Tablo 3.8’ de ki verilere ait Altı Sigma testi değerlendirme sonucuna göre Z-Ortalama sonucu beklenen değerde olup; standart sapma değeri sıfır (0), % standart sapma değeri sıfır (0) elde edilerek beklenen ve istenen değere sapma olmaksızın ulaşılmıştır.

Tablo 3.6 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplaması sonuçları

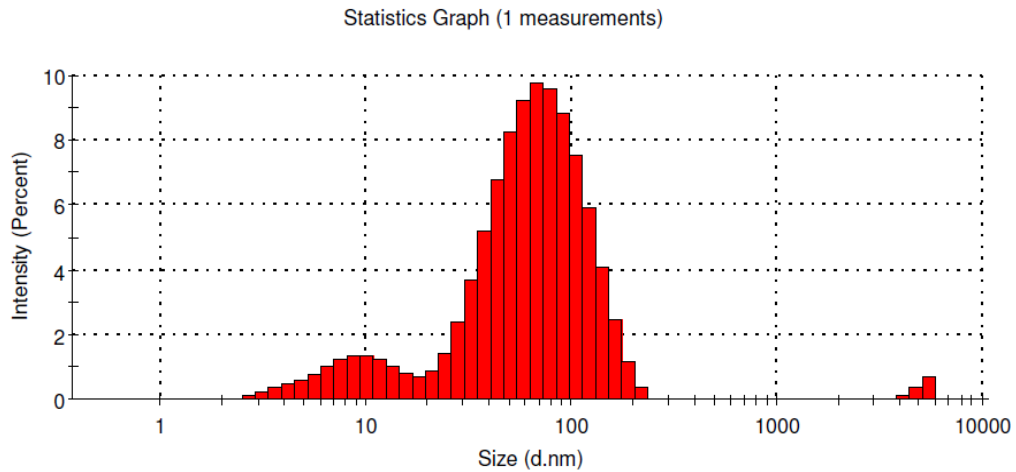
Z-Ortalama (nm):	45,92089
Türetilmiş Sayı oranı (kaps):	83005,733089.
Standart sapma:	0
%Standart Sapma	0
Varyans	0

Sekizinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçları Şekil 3.31’de görülmektedir.

Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent	Size d.nm	Mean Intensity Percent	Std Dev Intensity Percent
0,4000	0,0		13,54	1,0		458,7	0,0	
0,4632	0,0		15,69	0,8		531,2	0,0	
0,5365	0,0		18,17	0,7		615,1	0,0	
0,6213	0,0		21,04	0,9		712,4	0,0	
0,7195	0,0		24,36	1,4		825,0	0,0	
0,8332	0,0		28,21	2,4		955,4	0,0	
0,9649	0,0		32,67	3,7		1106	0,0	
1,117	0,0		37,84	5,2		1281	0,0	
1,294	0,0		43,82	6,8		1484	0,0	
1,499	0,0		50,75	8,2		1718	0,0	
1,736	0,0		58,77	9,3		1990	0,0	
2,010	0,0		68,06	9,7		2305	0,0	
2,328	0,0		78,82	9,6		2669	0,0	
2,696	0,1		91,28	8,8		3091	0,0	
3,122	0,2		105,7	7,5		3590	0,0	
3,615	0,3		122,4	5,9		4145	0,1	
4,187	0,4		141,8	4,1		4801	0,4	
4,849	0,6		164,2	2,5		5560	0,7	
5,615	0,8		190,1	1,2		6439	0,0	
6,503	1,0		220,2	0,3		7456	0,0	
7,531	1,2		255,0	0,0		8635	0,0	
8,721	1,4		295,3	0,0		1,000e4	0,0	
10,10	1,4		342,0	0,0				
11,70	1,2		396,1	0,0				

Şekil 3.31 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut proses yeterlilik hesaplamasında kullanılan ölçüm sonuç verileri

Sekizinci deney sonucu elde edilen nano gümüş solünün, Zeta sizer nano tanecik boyut ölçüm sonuçlarının normal dağılım çubuk grafiği Şekil 3.31’ de görülmektedir. Şekil 3.31’ e göre normal dağılım çubuk grafiği beklenen değerleri sağlamakta olup; Z-Ortalama değeri beklenen değer 45,92 (d.nm) değerini sağlamaktadır.



Şekil 3.32 Sekizinci deneyde sentezlenen nano gümüşün nano boyut dağılımı çubuk grafiği

3.2 Geniş Spektrumlu Antibakteriyel Testlerin Sonuçları

Antibakteriyel maddde olarak nanoteknolojik metotla üretilen nano gümüşün Staphylococcus aureus bakterisi üzerindeki etkinlik sonuçları Tablo 3.9’ da görülmektedir. Söz konusu verilerin değerdendirilmesi sonucu nano boyut ölçümleri Altı sigma ile değerdendirilen nano gümüşün Staphylococcus aureus bakterisi üzerinde yüksek etkinlik göstermiştir.

Tablo 3.7 Staphylococcus aureus ATCC 6538 bakterisine karşı etkinlik sonuçları

Örnek no	Kontrol örnek 1.paralel	Kontrol örnek 2.paralel	Kontrol örnek ortalama	İşlem görmüş örnek 1.paralel	İşlem görmüş örnek 2.paralel	İşlem görmüş örnek ortalama	% Azalma
1	240000	280000	260000	11000	11000	11000	95,77
2	310000	340000	325000	42000	35000	38500	88,15
3	310000	340000	325000	38000	48000	43000	86,77
4	310000	340000	325000	45000	52000	48500	85,08

Antibakteriyel maddde olarak nanoteknolojik metotla üretilen nano gümüşün Klebsiella pneumoniae bakterisi üzerindeki etkinlik sonuçları Tablo 3.10’ da görülmektedir. Söz konusu verilerin değerdendirilmesi sonucu nano boyut ölçümleri Altı sigma ile değerdendirilen nano gümüşün Klebsiella pneumoniae bakterisi üzerinde yüksek etkinlik göstermiştir.

Tablo 3.8 Klebsiella pneumoniae ATCC 10031 bakterisine karşı etkinlik sonuçları

Örnek no	Kontrol örnek 1.paralel	Kontrol örnek 2.paralel	Kontrol örnek ortalama	İşlem görmüş örnek 1.paralel	İşlem görmüş örnek 2.paralel	İşlem görmüş örnek ortalama	% Azalma
1	430000	520000	475000	250	310	280	99,94
2	350000	310000	330000	92	135	113,5	99,97
3	350000	310000	330000	64	72	68	99,98
4	350000	310000	330000	91	105	98	99,97

Antibakteriyel madde olarak nanoteknolojik metodla üretilen nano gümüşün *Candida albicans* bakterisi üzerindeki etkinlik sonuçları Tablo 3.11’ de görülmektedir. Söz konusu verilerin değerlendirilmesi sonucu nano boyut ölçümleri Altı sigma ile değerlendirilen nano gümüşün *Candida albicans* bakterisi üzerinde yüksek etkinlik göstermiştir.

Tablo 3.9 *Candida albicans* ATCC 10231 fungusuna karşı etkinlik sonuçları

Örnek no	Kontrol örnek 1.paralel	Kontrol örnek 2.paralel	Kontrol örnek ortalama	İşlem görmüş örnek 1.paralel	İşlem görmüş örnek 2.paralel	İşlem görmüş örnek ortalama	% Azalma
1	275000	290000	282500	25000	32000	28500	89,91
2	275000	290000	282500	47000	55000	51000	81,95
3	275000	290000	282500	35000	48000	41500	85,31
4	275000	290000	282500	31000	42000	36500	87,08

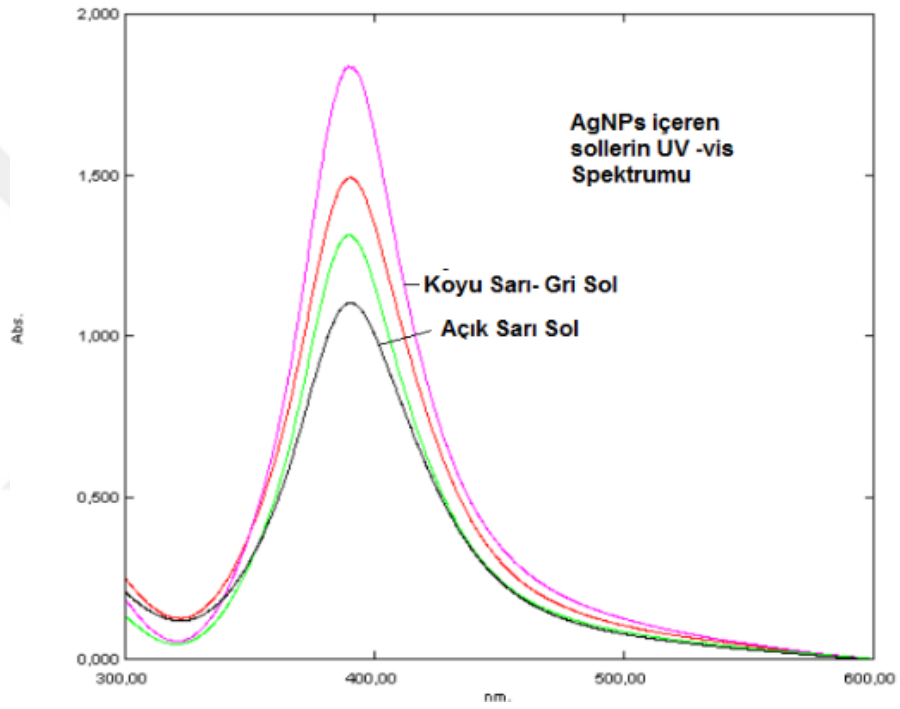
Antibakteriyel maddde olarak nanoteknolojik metodla üretilen nano gümüşün *Aspergillus brasiliensis* bakterisi üzerindeki etkinlik sonuçları Tablo 3.12’ de görülmektedir. Söz konusu verilerin değerlendirilmesi sonucu nano boyut ölçümleri Altı sigma ile değerlendirilen nano gümüşün *Aspergillus brasiliensis* bakterisi üzerinde yüksek etkinlik göstermiştir.

Tablo 3.10 *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404 fungusuna karşı etkinlik sonuçları

Örnek no	Kontrol örnek 1.paralel	Kontrol örnek 2.paralel	Kontrol örnek ortalama	İşlem görmüş örnek 1.paralel	İşlem görmüş örnek 2.paralel	İşlem görmüş örnek ortalama	% Azalma
1	290000	350000	320000	70000	95000	82500	74,22
2	290000	350000	320000	37000	45000	41000	87,19
3	290000	350000	320000	68000	81000	74500	76,72
4	290000	350000	320000	90000	110000	100000	68,75

3.3 Hazırlanan AgNPs' lerin UV/VIS Spektrofotometrede UV/VIS Ölçüm İşlemi

AgNPs' lerin UV/VIS Spektrofotometrede UV/VIS ölçüm sonucu elde edilen dağılım eğrisi (Şekil 3.32) sentezlenen nano gümüş solünün açık sarı, kahverengi, pembe, gri renklerdeki UV/VIS Spektrumunun normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Nano partiküllerin sentezi sırasında elde edilen açık sarı solden en son gri sole kadar giden her renginde pik daha uzun dalga boylarına geçti ve genişledi. Nano parçacıklar büyüdükçe plazmon tepe uzama göstermiştir.



Şekil 3.33 AgNPs 'lerin hazırlanışı sırasında kaydedilen uv görünür bölge spektrumları

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Gümüş nitrat $\geq 99\%$ AgNO_3 ve sodyum borhidrid 99% NaBH_4 kullanılarak nano gümüş solü sentezlenmiştir. Sonra elde edilen nano gümüş çözeltisinin homojenize olması için ultrasonik banyo da 10 dakika'lık sürelerde ultrasonifikasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem hazırlanan nano gümüş solünün ulaşılabilir optimum düzeyde saflaştırma için 4 kez uygulanmıştır. 5000, 10000, 15000, 20000 rpm 'de 20' şer dakika boyunca santrifüjlenmiştir. Ardından nano gümüş solü, santrifüj de saflaştırma işlemine tabi tutulmuştur. Sentezlenen AgNPs solü Hellma quartz küvetlere alınan örnekler UV/VIS spektrofotometre de ölçümleri yapılmıştır. AgNPs' lerin nano boyutunun karakterize edilmesi işlemi ise nano gümüş solünün tanecik boyutunun Zeta-Sizer nano tanecik boyut ölçüm cihazında ölçülmesi ve değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu ölçüm sonuçlarından elde edilen veriler kullanılarak Altı sigma testi ile nanoteknolojik üretim üzerinde verimlilik ve hedeflenen değere ulaşma, hedeflenen değerden standart sapmaları, sapma yüzdelikleri, ortalama değerleri tespit edilmiştir. Biyouyumlu polimerik malzemelerin çözeltilerinin hazırlanması ve AgNPs' lerin hazırlanan çözeltiye doplanması işlemi yapılmıştır. Selüloz H_2O_2 ile yükseltgenmiştir. Chitosan çözeltisinin ve Chitosan-PVA çözeltisi hazırlanmıştır. Sonra H_2O_2 ile yükseltgenen selülozun deasetillenmiş Chitosan ile kaplanması işlemi yapılmıştır. Ardından Ag doplanmış CMC çözeltisi kumaş (selüloz) üzerine elektro eğirme metodu ile kaplanmıştır. Son ürün olan kaplanmış kumaşa Geniş Spektrumlu Antibakteriyel Testlerin Yapılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu testler ATCC standartlarına uyumlu olarak gerçekleştirilmiş olup; *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 10031 bakterileri ve *Candida albicans* ATCC 10231, *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404 üzerinde uygulanmıştır. Söz konusu geniş spektrumlu antibakteriyel test sonuçlarından yola çıkılarak nano teknoloji ile üretilen antibakteriyel maddenin çalışılan mikroorganizmalar üzerinde antibakteriyel etkinliğinin geçerli standart koşullarını sağladığı görülmüştür.

Bu bağlamda yapılan çalışmada tüm bu deneysel işlemlerin kapsadığı disiplinler arası bir bilim olan Nanoteknoloji Tekniğinin yüksek katma değer sağlayarak rekabet gücünü artırması, düşük enerji tüketimi, yüksek performansı ile Proses İyileştirmedeki geçerliliği Altı sigma ile test edilmiştir..



KAYNAKLAR

- Anbari, P. P. (2004). Success factors in managing Six Sigma Projects. *2004 Project Management Institute Research Conference*, 11-14.
- Antony. (2003). Lean Sigma. *Manufacturing Engineering* 82, 40-42.
- Antony. (2001). A strategy for survival. *Manufacturing Engineering*, 119-121.
- Beauchamp, C. J. (2012). Principles of biomedical ethics.7th. In Beauchamp, *Principles of biomedical ethics*. London: Oxford University Press.
- Benedetto, A. (2003). Adapting manufacturing-based six sigma methodology to the service environment of a radiology film library. *Healthcare Management* 48, 263–280.
- Catherwood, P. (2002). What's different about Six Sigma. *Manufacturing Engineering*, 186-189.
- Dalgleish, S. (2003). My ideal quality system. *Quality* 42, 1-2.
- de Feo, J. B.-E. (2002). Creating strategic change more efficiently with a new design for six sigma process. *Journal of Change Management* 3, 60-80.
- Dufresne. (2013). A new ageless bionanomaterial. *In Nanocellulose* 2, 220-227.
- Elsberry, R. (2000). Six sigma: applying a corporate model to radiology. *Decisions in Imaging Economics* 13, 56–66.
- Ettinger, W. (2001). *Six sigma adapting GE's lesson to health care*. Trustee. Berlin, Heidelberg and New York: Springer

- Gökçay, A. B. (2015). Nanotechnology, nanomedicine Ethical aspects. *Review Rome Bioethics* 13, 423-432.
- Hammer, M. G. (2001). Putting six sigma in prospective. *Quality* 40, 58-62.
- Henriksson, B. L. (2008). Cellulose nanopaper structures of high toughness. American Chemical Society *Biomacromolecules* 9, 1579-1585.
- Hussein, W. A. (2016). Applications of nanotechnology to enhance the performance of the direct absorption solar collectors. *Journal of Thermal Engineering* 2, 529-540.
- Ioelovich, L. A. (2004). Nano-cellulose and its application. In L. A. Ioelovich, *Nano-cellulose and its Application*, 17–24.
- Johnson, A. S. (2003). How six sigma improves R&D. *Research Technology Management* 46, 12-15.
- Lazarus, I. B. (2001). *The promise of six sigma*. Managed Healthcare Executive. USA: Prentice Hall PTR, 25-29.
- Lugani, K. G. (2018). Nanotechnology: Current applications and future prospects. *World Journal of Advantage Health Care Research* 2, 137-139.
- Mader, D. (2002). Design for six sigma. *Quality Progress*, 82-86.
- Murugappan, M. K. (2003). Blending CMM and six sigma to meet business goals. *IEEE Software*, 14-15.
- Osong, N. S. (2015). Processing of wood-based micro fibrillated cellulose and nano fibrillated cellulose, and applications relating to papermaking. *Cellulose* 23, 93–123.

- Rao, G. L. (2014). Synthesis, applications and challenges of nanofluids. *Journal of Applied Physics*, 21-28.
- Revere, L. B. (2003). Integrating six sigma with total quality management: a case example for measuring medication errors. *Healthcare Management*, 377–391.
- Spence, H. Y. (2011). Nanocellulose-based composites Cellulose fibers. *Bio-and Nano-Polymer Composites*. Berlin, Heidelberg and New York: Springer.
- Tennant, G. (2002). Design for Six Sigma. In G. Tennent, *Design for Six Sigma*. Gower Publishing, 120-185.
- Treichler, D. C. (2002). Design for six sigma: 15 lessons learned. *Quality Progress* 35, 33-42.
- Wyper, B. H. (2000). Deployment of six sigma methodology in human resource function: a case study. *Total Quality Management and Business Excellence* 11, 720–727.