

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

***Peganum harmala* (ÜZERLİK) TOHUM ÖZÜTÜ
KULLANILARAK FLORESANS ÖZELLİKLİ AgO
NANOPARTİKÜLLERİNİN ELDESİ,
KARAKTERİZASYONU VE LEDLERDE KULLANIMI**

**Hazırlayan
Ali ÖRENÇ**

**Danışman
Prof. Dr. Fatih DUMAN
Dr. Öğr. Üyesi Zeliha SORAN ERDEM**

Yüksek Lisans Tezi

**Haziran 2021
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

***Peganum harmala* (ÜZERLİK) TOHUM ÖZÜTÜ
KULLANILARAK FLORESANS ÖZELLİKLİ
AgO NANOPARTİKÜLLERİNİN ELDESİ,
KARAKTERİZASYONU VE LEDLERDE KULLANIMI
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Ali ÖRENÇ**

**Danışman
Prof. Dr. Fatih DUMAN
Dr. Öğr. Üyesi Zeliha SORAN ERDEM**

**Haziran 2021
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Ali ÖRENÇ

İmza

YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Peganum harmala (Üzerlik) Tohum Özütü Kullanılarak Floresans Özellikli AgO Nanopartiküllerin Eldesi, Karakterizasyonu ve LED’lerde Kullanımı” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Ali ÖRENÇ

İmza

Danışman

Prof. Dr. Fatih DUMAN

İmza

Nanobilim ve Nanoteknoloji Anabilim Dalı Başkanı

Doç. Dr. Serdar ÖNSES

İmza

TEŞEKKÜR

Bana çalıŐmalarım sŸresince her tŸrlŸ yardımı ve fedakârlığı sağlayan, bilimsel katkıları ile beni aydınlatan danışman hocam sayın Prof. Dr. Fatih DUMAN'a çok teŐekkŸr ederim.

LED yapımı ve karakterizasyon ŸlŸmlerinde gŸstermiŐ oldukları ilgi ve alakadan dolayı 2. Danışman hocam sayın Dr. Zeliha Soran ERDEM ve Abdullah GŸl Ÿniversitesi Ÿęretim Ÿyesi Dr. Talha ERDEM'e teŐekkŸrŸ bir borç bilirim.

NanopartikŸllerin sentezlenmesi aşamasında gŸstermiŐ oldukları ilgi ve destekten dolayı Ernam teknikeri İsmail KILIÇ'a teŐekkŸr ederim.

Ayrıca bu gŸnlere gelmemde en çok katkısı olan sevgili aileme teŐekkŸrlerimi sunarım.

Ali ŖREN

Haziran 2021, KAYSERİ

***Peganum harmala* (ÜZERLİK) TOHUM ÖZÜTÜ KULLANILARAK
FLORESANS ÖZELLİKLİ AgO NANOPARTİKÜLLERİNİN ELDESİ,
KARAKTERİZASYONU VE LEDLERDE KULLANIMI**

Ali ÖRENÇ

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2021
Danışman: Prof. Dr. Fatih DUMAN**

ÖZET

Kimyasal sentez yöntemiyle oluşturulan nanopartiküllerde kimyasal atık fazla ve enerji verimliliği az olduğu için yeşil sentez yöntemi, nanopartikül üretiminde daha çok tercih edilmektedir. Bu çalışmada üzerlik (*Peganum harmala*) tohumu sulu ekstraktı kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle gümüş nanopartiküller (AgNP) sentezlenmiştir. Bununla beraber tohum ekstraktı ve AgNP'lerin floresan özellikleri incelenerek, kendi aralarında karşılaştırılmış ve ışık yayan diyot (LED) uygulaması yapılmıştır. Ultraviyole/görünür ışık absorpsiyon spektroskopisi (UV-vis), dinamik ışık saçılım spektrometresi (DLS), enerji dağılımlı X-ışını (EDX), X-ışını kırınımı (XRD), Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR) ve taramalı elektron mikroskopu (SEM) analizleri ile partiküller karakterize edilmiştir. Sonuçlar partikül boyutunun 50-100 nm arasında değişen küresel şekiller olduğunu göstermiştir. Tohum ekstraktı ve AgNP çözeltisinin her birisi için XRD ve Raman ölçümleri yapılmış bunların spektrum farklarından yola çıkarak Ag⁺ iyonunun AgO'e indirgenmesi gösterilmiştir. Ekstrakt ve AgNP'ler katılaştırılarak bir LED üzerine uygulanmış ve floresan ölçümleri yapılmıştır. Katılaştırılmış tohum ekstraktının kuantum verimliliği (QE) %44,5 olarak hesaplanmış ve bunun aydınlatma sistemlerinde kullanılabileceğini göstermiştir. Ancak AgNP'lerin floresan özelliğinin çok zayıf (QE %0,22) olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Peganum harmala*, yeşil sentez, AgNP, LED, Kuantum verimliliği

**OBTAINING FLUORESCENT AgO NANOPARTICLES USING THE SEED
EXTRACT OF *Peganum harmala*, THEIR CHARACTERIZATION AND
APPLICATION IN LEDS**

Ali ÖRENÇ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master Thesis, June 2021

Supervisor: Prof. Dr. Fatih DUMAN

ABSTRACT

Since the chemical waste is high and the energy efficiency is low in the nanoparticles formed by the chemical synthesis method, the green synthesis method is more preferred in the production of nanoparticles. In this study, silver nanoparticles (AgNP) were synthesized by green synthesis method using Harmal (*Peganum harmala*) aqueous seed extract. In addition, the fluorescence properties of the seed extract and AgNPs were examined, compared with each other and light emitting diode (LED) application was demonstrated. Particles were characterized by Ultraviolet/visible light absorption spectrophotometer (UV-vis), dynamic light scattering (DLS), energy dispersive X-ray (EDX), X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) and scanning electron microscopy (SEM) analysis. The results showed spherical shapes with particle sizes ranging from 50-100 nm. XRD and Raman measurements were made for each of the seed extract and AgNP solution, and the reduction of Ag⁺ ion to AgO was shown based on their spectral differences. The extract and AgNPs were solidified and applied on an LED and fluorescence measurements were made. The quantum efficiency (QE) of the solidified seed extract was calculated as 44.5%, showing that it can be used in lighting systems. However, it was observed that the fluorescence property of AgNPs was very weak (QE 0.22%) making it unsuitable to directly use on LEDs.

Keywords: *Peganum harmala*, green synthesis, AgNP, LED, Quantum efficiency

İÇİNDEKİLER

***Peganum harmala* (ÜZERLİK) TOHUM ÖZÜTÜ KULLANILARAK FLORESANS ÖZELLİKLİ AGO NANOPARTİKÜLLERİNİN ELDESİ, KARAKTERİZASYONU VE LEDLERDE KULLANIMI**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. <i>Peganum harmala</i> Bitkisinin Genel Özellikleri	4
1.2. Nanopartiküller ve AgNP'ler	5
1.3. LED'ler	7
1.4. Literatür Özeti	8

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal	15
2.1.1. Bitki Örneği	15
2.1.2. UV LED.....	16
2.1.3. Nanopartikül Sentezi İçin Kullanılan Çözeltiler	16
2.2. Gümüş Nanopartiküllerin (AgNP) Yeşil Sentezi	18
2.3. AgNP'lerin Karakterizasyonu	19
2.4. Tohum Ekstraktını Katılaştırma ve Floresan Ölçümü.....	20
2.4.1. Tohum Ekstraktının Kaba Filtre Kâğıdında Katılaştırılması	21
2.4.2 Tohum Ekstraktının Kâğıt Havluda Katılaştırılması	21
2.4.3 Tohum Ekstraktının Pamukta Katılaştırılması.....	21
2.4.4 Kurutulmuş Örneklerin Floresan Ölçümleri	22
2.5. Kuantum Verimliliği Hesabı.....	22
2.6. LED Üzerine Uygulamanın Yapılması.....	24

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Farklı Parametrelerin AgNP Üzerindeki Etkisi.....	26
3.1.1. Karıştırma Süresinin Etkisi	26
3.1.2. Bitki Ekstraktı Hacminin Etkisi.....	27
3.1.3. UV ve Karanlık Ortamların Etkisi	28
3.2. AgNP'lerin Karakterizasyonu	30
3.3. Katı Haldeki Tohum Ekstraktının Işık Verimliliğine Etkisi	36
3.4. AgNP'lerin Işık Verimliliğine Etkisi	37

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma	38
4.2. Sonuç ve Öneriler.....	40
KAYNAKÇA.....	43
ÖZGEÇMİŞ	47



KISALTMALAR

Np: Nanopartikül

Ag: Gümüş

AgNO₃: Gümüş Nitrat

dH₂O: Destilli Su

NaOH: Sodyum Hidroksit

HCl: Hidroklorik Asit

KCl: Potasyum Klorür (Tuz)

λ : Lambda (Dalga Boyu)

AgNP: Gümüş Nanopartikül

QE: Quantum Efficiency

%: Yüzde

°C: Santigrat Derece

g: Gram

ml: Mililitre

nm: Nanometre

μ m: Mikrometre

mm: Milimetre

mM: Milimolar

V: Volt

W: Watt (Güç)

A: Amper

mA: MiliAmper

mW: Miliwatt

mV: Milivolt

dk: Dakika

h: Saat

M: Molar

n: Mol

rpm: Dakikadaki Tur Sayısı

LED: Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)

UV: Ultraviyole

UV-Vis: Ultraviyole-Görünür Spektroskopisi

DLS: Dinamik Işık Saçılımı

XRD: X Işını Kırınımı

FT-IR: Fourier Dönüşüm Kızılötesi Spektroskopisi

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu

P. harmala: Peganum harmala

vb.: ve benzeri

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Kimyasal sentez ve yeşil sentez yöntemlerinin karşılaştırılması	8
Tablo 2.1. Deney setleri ve çözeltilerin karıştırılma miktarı	18



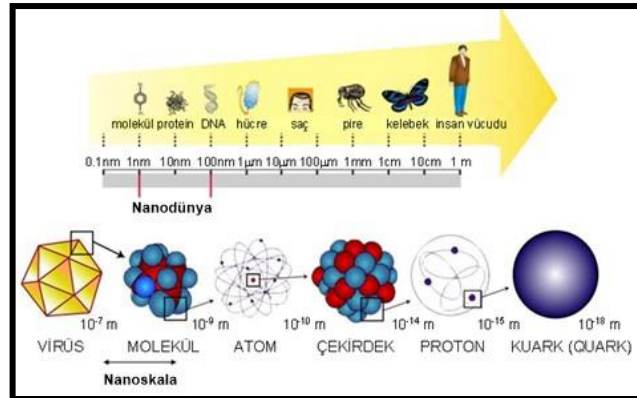
ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Nano boyutların karşılaştırılması.....	1
Şekil 1.2. Nanopartiküllerin sentez yaklaşımları.....	2
Şekil 1.3. LED'in şematik görünümü.....	8
Şekil 2.1. Üzerlik bitkisi	15
Şekil 2.2. UV Şerit LED'den kesilmiş bir parça	16
Şekil 2.3. A) Tohumun havanda dövülmesi ve B) ekstraktının çıkarılması	17
Şekil 2.4. A) 4, 5 ve 6 numaralı örnekler UV ortamında ve B) 1, 2 ve 3 numaralı örneklerin karanlık ortamda hazırlanması	19
Şekil 2.5. A) Beyaz ışık altında ve B) UV ışığı altında, tohum ekstraktının görünümü..	20
Şekil 2.6. Kaba filtre kağıdından kesilen örnek	21
Şekil 2.7. A) Güç ünitesi ve B) Toplayıcı küre içerisine yerleştirilmiş örnek.....	22
Şekil 2.8. A) LED üzerine epoksi sürülmesi ve B) Kurutulmuş örneğin LED üzerine yapıştırılması	24
Şekil 2.9. Mikroskop camı üzerindeki AgNP çözeltisi.....	25
Şekil 3.1. Farklı karıştırma sürelerine ait UV-Vis spektrumları	27
Şekil 3.2. Farklı hacimlerde özüt için örneklerin UV-Vis spektrumları.....	28
Şekil 3.3. A) 8 ml ekstrakt barındıran ve B) 16 ml ekstrakt barındıran örneklere ait SEM görüntüleri	28
Şekil 3.4. UV ve karanlık ortamlarda hazırlanan örneklerin UV-Vis spektrumları.....	29
Şekil 3.5. A) Karanlık ve B) UV ışık altında hazırlanan örneklerin SEM görüntüleri ..	30
Şekil 3.6. AgNP'lerin DLS ölçümlerine göre parçacık boyut dağılım grafiği	30
Şekil 3.7. AgNP'lerin SEM görüntüsü.....	31
Şekil 3.8. A)AgNO ₃ , B)AgNP'ler ve C)P. <i>harmala</i> ekstraktının Raman spektrumları..	32
Şekil 3.9. A) AgNO ₃ , B) P. <i>harmala</i> ve C) AgNP'lerin FT-IR spektrumu	33
Şekil 3.10. AgNO ₃ tuzunun XRD spektrumu.....	34
Şekil 3.11. P. <i>harmala</i> tohum tozunun XRD spektrumu.....	35
Şekil 3.12. AgNP'lerin XRD spektrumu	35
Şekil 3.13. AgNP'lerin EDX spektrumları.....	36
Şekil 3.14. Pamukta kurutulmuş (A), Peçetede kurutulmuş (B) ve Filtre kağıdında kurutulmuş (C) katı P. <i>harmala</i> tohum ekstraktının ışık emisyon eğrileri	37
Şekil 3.15. AgNP'lerin ışık emisyon eğrisi	37

GİRİŞ

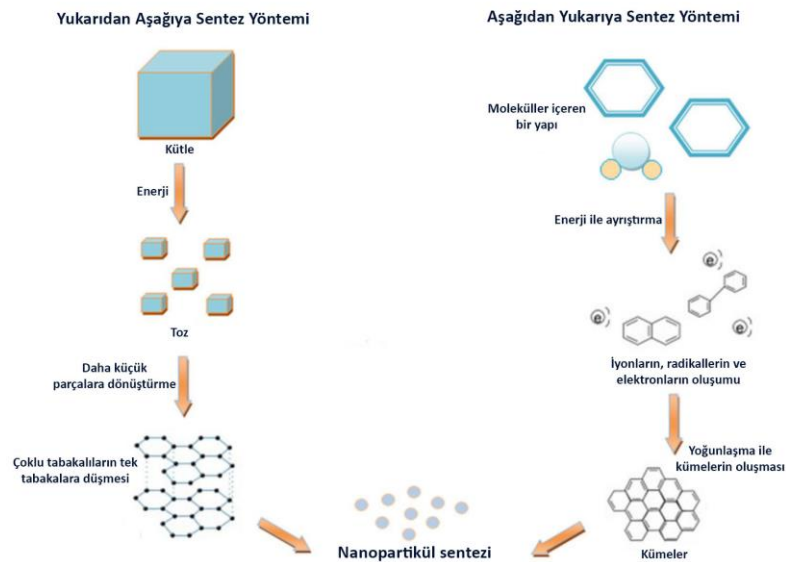
Nanoteknoloji, maddenin moleküler seviyede kontrol edilebilmesini sağlayan bir bilim dalıdır. Bu bilimin teorik bilgisine ise nanobilim denir.

“Nano”, sözlük anlamı olarak herhangi bir fiziksel büyüklüğün milyarda biri anlamına gelmektedir. “Nanometre” ise 10^{-9} metre (m) büyüklüğünde bir ölçüyü ifade etmektedir. Şekil 1.1’de de görüldüğü gibi atomların büyüklüğünün yaklaşık 0,1 nanometre, bir DNA molekülünün büyüklüğü 2,5 nanometre ve bir biyolojik hücre çapının ise yaklaşık olarak bin nanometre büyüklüğünde olduğu bilinmektedir [1]. Maddeler nanoteknoloji sayesinde atom ya da molekül boyutunda kontrol edilebilmektedirler. Kullanılabilir nitelikte olan bir nano yapının büyüklüğü yaklaşık 1 – 100 nanometre arasında olup, nanoteknoloji genel olarak 100 nanometre altındaki malzeme ve aygıtların geliştirilmesi ile ilgili bir bilim dalı olarak karşımıza çıkmaktadır [1]. “Nanoteknoloji”, terim olarak ilk kez 1974’te Norio Taniguchi tarafından yayınlanan bir makalede kullanılmıştır. Sözü edilen makalede Taniguchi, nanoteknolojiyi; “genel olarak malzemelerin molekül – molekül ya da atom – atom boyutunda ayrılması, işlenmesi, birleştirilmesi veya bozulması” şeklinde tanımlamaktadır. Nanoteknoloji biliminin tarihsel sürecinde Feynman ve Drexler’in yaptığı çalışmalar bu alanda öncü nitelik taşımaktadır [1].



Şekil 1.1. Nano boyutların karşılaştırılması [2]

Nano boyuttaki malzeme ve teknolojilerinin genel anlamda kullanım alanları enerji depolama, elektronik, opto-elektronik, yeni malzeme geliştirme ve yarı iletkenler olmakla beraber nanoteknoloji disiplinler arası (Fizik, Bilgi Teknolojileri, Makine ve Elektrik - Elektronik, Kimya, Biyoloji, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Mühendislikleri vb.) bir bilim dalıdır. Genel olarak nano parçacıkların üretim yöntemleri yaklaşımı yukarıdan aşağı ve aşağıdan yukarı şeklinde ikiye ayrılmaktadır [3]. Şekil 1.2’de görüldüğü gibi yukarıdan aşağıya (top down) yaklaşımında bir malzemeye mekanik ve/veya kimyasal işlemler uygulanarak malzemenin nano boyuta indirilmesi sağlanır. Aşağıdan yukarıya (bottom up) yaklaşımında ise; atomik ya da moleküler boyuttaki malzemelere kimyasal reaksiyonlar uygulanarak parçacıkların oluşumu sağlanır. Yaş kimyasal yöntemler (sol-jel, mekanik kimyasal yöntem, kimyasal çöktürme), buhar yöntemleri (anlık eritme, soy gaz yoğunlaştırma, yoğunlaştırma ve spray dönüşümü), mekanik öğütme yöntemleri olarak bilinmektedir [3]. Bunun yanı sıra nano kaplama teknikleri (buhar biriktirme, kimyasal buhar biriktirme, fiziksel buhar biriktirme, yarı iletken ve optik kaplamalar için lazer destekli Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) uygulamaları, daldırma, termal spray ve dondurma ile elektrolitik işlemleri) ile üstün özellikli ürünler elde edilmektedir [3].



Şekil 1.2. Nanopartiküllerin sentez yaklaşımları [4]

Biyolojik sentez yöntemini kullanarak, bilim insanları fiziksel ve kimyasal sentezlere alternatif olarak daha çevreci ve daha ucuz nanopartikül (NP) elde etme yöntemleri keşfetmişlerdir. Bunlar arasında ön önemlisi yeşil sentez yöntemini kullanarak nanopartikül elde etmektir. Yeşil sentez yöntemi, bir biyolojik kaynaklı özüt (bitki, mantar, bakteri vb.) yardımıyla Au, Fe, Zn veya bu çalışmada olduğu gibi Gümüş nanopartiküllerin (AgNP) elde edilmesidir.

Plazmonik nanopartiküller arasında, AgNP'ler en güçlü Lokalize Yüzey Plazmon Rezonansı (LSPR) efektine sahiptir [3]. Bu, Ag gibi metal nanopartiküllerin çekici bir özelliğidir. Bu özelliğinden dolayı LED'ler gibi aydınlatma sistemlerinde kullanılabilirler [6]. Ayrıca Ag NP'ler özellikle antimikrobiyal etkiye sahiptir. Bu yüzden tıbbi endüstride önemli bir yere sahiptir [7]. *Peganum harmala* bitkisinin su özütünün floresan özelliğine sahip olduğu bilinmektedir [14]. Bu özelliğinden dolayı, bitkinin tohum özütü gün ışığı altında sarımsı bir renk verirken UV ışık yayan lamba ile bakıldığında yeşil bir renk vermektedir.

Bu çalışmada AgO nanopartiküllerinin *P. harmala* bitki ekstraktı ile sentezi gerçekleştirilmiş, elde edilen Ag Np'lerin FT-IR (Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi), SEM (taramalı elektron mikroskobu), XRD (X-Işını kırınımı), DLS (dinamik ışık saçılımı) ve UV-VIS (ultraviyole ve görünür bölge spektroskopisi) yöntemleri kullanılarak karakterize edilmiştir. Ayrıca bitki özütünün kuru formda UV (ultraviyole) LED üzerine yerleştirilerek kuantum verimliliği (quantum efficiency) ölçümleri alınmıştır. Ölçüm sonuçları bitki özütünün floresan özellikli malzemelerde kullanılabileceğini göstermiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. *Peganum harmala* Bitkisinin Genel Özellikleri

P. harmala ülkemizin doğal bitkilerinden birisidir. Halk arasında, üzerlik, nazar otu, ilezik, üzellik gibi isimler almaktadır. Çok yıllık bir bitki olup, çorak yerlerde, step alanlarda ve rakımı 1500 m'ye kadar olan yerlerde yetişmektedir [8]. Bitkinin tohumları geleneksel tıpta uyuşturucu, terletici ve yatıştırıcı olarak kullanılmaktadır. Farmakolojik olarak aktif bileşenleri alkaloidlerdir (harmin, harmalin, harmalol ve harman). Modern tıpta ise kardiyovasküler etkilere sahip olduğu bilinmektedir [8]. Antik dönemlerden günümüze kadar halk arasında nazara karşı kullanıldığı bilinmektedir [8].

Botanik bilimi açısından tanımlandığında, *P. harmala* çok yıllık, tüsüz ve dik bir bitkidir. Orta Anadolu'da çok yaygın yetişir ve 30-50 cm boyunda, otsu bir step bitkisidir. Yabani kimyongiller (Zygophyllaceae) familyasına dâhildir [9]. Çiçekleri beyaz renktedir, taç yaprakları 4-5 tane olabilmekte, boyu 60-70 cm'ye kadar çıkabilmektedir. Çekirdekleri kapsül içindedir. Yaprakları almaşık (sapın iki yanında karşılıklı olmayan aralıklı olan bir sağda bir solda bitmiş yapraklar) ve yapışkandır. Bazı türlerinde yapraklar benekli olabilir. Genellikle kumlu, taşlık ve kurak yerlerde yetişir. Üzerlik otu, fosfatlı topraktan daha çok beslendiği için fosfatlı toprağın bol olduğu mezarlıklarda daha fazla yetişir [9]. Yaprakları parçalı olmakla birlikte sarımsı beyaz çiçekli, acımsı ve keskin kokulu bir bitkidir.

P. harmala'nın tohum ve kökleri yüksek düzeyde, dal ve yaprakları düşük düzeyde alkaloid içerir, çiçeklerinde ise hiç alkaloid bulunmaz. Harmalin ve harmin alkaloidleri *P. harmala* tohumlarının karakteristik alkaloidleri olup, harmalin alkaloidi harminden iki kat daha toksiktir. Kuru tohumda %4,3 oranında harmin, %5,6 oranında harmalin, %0,6 oranında harmalol ve %0,1 oranında tetrahydroharmin bulunmaktadır. Kökleri %2,0

oranında harmin ve %1,4 oranında harmol içermektedir [8]. Aynı zamanda peganin, izopeganin, dipeganin, deoksipeganin, vasisin, vasisinon harmalidin ve pegamin alkaloidleri de tanımlanmıştır [8]. *P. harmala*'nın tohumlarında bulunan ve Beta-karbolin (trisiklik pyrido[3,4-b]indol) halka yapısı taşımakta olan bu alkaloidler, monoamin oksidazın geri dönüşümlü inhibitörleri olup, hipotermi, titreme (tremor) ve düşük tansiyon aktivitesi gibi çeşitli farmakolojik etkilere sahiptirler. Harman ve benzeri alkaloidler, serotonin antagonisti, halüsinatif, merkezi sinir sistemi stimulanı ve kısa süreli monoamin oksidaz inhibitörüdür [8]. *P. harmala* tohumunun 25-50 mg gibi küçük dozlarda orta derece merkezi sinir sistemi stimülasyonu ve 1-2 saat boyunca uyuklama haline neden olduğu belirtilmiştir [8]. 750 mg'a kadar büyük dozlar ise halüsinojenik etkiler sebep olmakla birlikte kişiye bağlı olarak bu etkilerin şiddeti değişmektedir [8]. Güney Amerika yerlilerinin arınmak için Şaman ayinlerinde kullandıkları Yage (ayahuasca) yapımında kullanılan halüsinojenik *Banistreiopsis caapi* bitkisi de harmin ve harmalin alkaloidleri içerir. Beynin kendi beta-karbolin'lerini üretebildiği ve insan beyinde doğal olarak harmin olduğu bulunmuştur [8]. Fakat bu kimyasalın fonksiyonu bilinmemektedir. Harmalin laboratuvar şartlarındaki hücre kültürlerinde nöronlarda toksik etki yaptığı belirlenmiş olup, bununla beraber ortaya çıkan bu güçlü etki insanlarda şimdiye kadar bildirilmemiştir [8].

Bu çalışmada üzerlik bitkisinin tercih edilmesinin sebepleri arasında; floresan özellikte olması, temininin kolay ve çok ucuz olması, tohum özütünün suya geçişinin kolay ve masrafsız olması gibi etkenler yatmaktadır.

1.2. Nanopartiküller ve AgNP'ler

Son yıllarda nanoboyutlu malzemeler üzerine gerçekleştirilen çalışmalar tek başına önemli bir alan olma yolunda büyük bir gelişme göstermektedir. Nanoboyutlu malzeme olarak tanımlanan yapılar; nanotüpler, nanokristaller, nanoteller, nanopartiküller, nano incelikte filmler veya nanoçubuklar gibi farklı sınıflara ayrılmaktadır. Bu alan üzerinde ilginin artmasının temel sebebi, maddeler nanoboyutlarda iken hacimsel yapısından dolayı normal malzemelerden farklı ve bazı üstün özelliklerini açığa çıkartmalarıdır.

100 nm'nin altındaki partiküller olarak tanımlanan nanopartiküller, nanoboyutlu malzeme ve buna bağlı olarak nanoteknolojinin temelini oluşturmaktadır. Bahsi geçen partiküller bilinen ticari malzemelerden genel olarak farklı ve üstün özellikler göstermektedir. Günümüzde bunları çekici kılan nedenler arasında ise; elektronik yapısı, yüksek yüzey/hacim oranı, yüzey atomlarının benzersiz karakteristik özellikleri yatmaktadır. Sentezlenen bu nanopartikül yapıların sergiledikleri olağandışı özellikler sebebiyle optik uygulamalar için özel teknolojik malzemeler, yüksek aktiviteli katalizörler, süper iletkenler, yüzey aktif maddeler, aşınmaya karşı katkıları, ilaç taşıyıcılar ve özel teşhis aletleri gibi birçok teknolojik ve farmakolojik ürünlerin oluşturulmasının yolunu açmıştır. Bunların yanı sıra, malzemelerin nanoboyut seviyesinde kontrolü nanotaşıyıcılar, nanomakineler, sensörler ve yüksek yoğunluklu veri depolama hücreleri gibi kendine özgü işlevselliğe sahip aygıtların gerçekleştirilmesine izin vermektedir. Bu durum şunu gösteriyor ki; bu nanoyapılı malzemelerin üretimi, kullanımı ve buna bağlı olarak üretilen cihazları kapsayan bu alandaki yeni gelişmeler için en önemli adım nanopartiküllerin üretimidir. Nanoteknolojik malzemelerin çıkış noktası olan nanopartiküller geniş bir kimyasal aralıkta ve morfolojide üretilebilirler. Günümüzde çubuk, boşluklu, çekirdek-kabuk, küresel ve sandviç benzeri gibi farklı morfolojilere sahip metal, metal alaşımı, seramik ve polimer esaslı veya bunların karışımından istenilen özelliklere sahip nanopartiküller hazırlanabilir [10].

Antik çağdan kalan bazı eserlere bakıldığında su ve sütün içine gümüş paralar atılmak suretiyle oda sıcaklığında raf ömrünün uzatıldığı, gümüş kap ve aletler kullanılarak gıda bozulmasının önüne geçildiği görülmektedir. NASA uzay mekiğinde ve Rus MIR uzay istasyonunda kullanılan içecek ve gıdalarda gümüşün antimikrobiyal ajan olarak kullanıldığı bildirilmektedir [11].

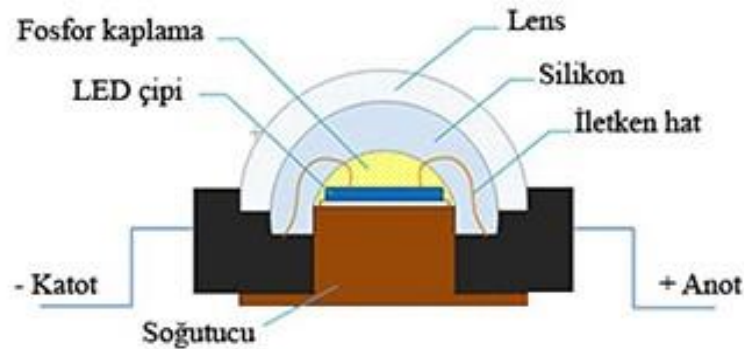
Gümüşün, suyu dezenfekte ettiği, kronik ülserlerin ve yanıkların tedavisinde kullanımının milattan önce 1000'li yıllara kadar uzandığı bilinmektedir [11]. Gümüşün 1800'lü yıllarda göz damlası olarak yaygın kullanılmış daha sonrasında penisilinin bulunması ile yaygınlığı azalmıştır ancak 1960'larda %0,5'lik gümüş nitrat çözeltisinin yanık tedavisinde kullanılmaya başlanmasıyla tekrar kullanımı artmıştır [11]. 1968 yılında gümüş nitrat sülfonimide birleştirilerek gümüş sülfadiazin krem elde edilmiştir. Bu krem pek çok mikroorganizma için inhibe edici özelliği olduğundan yanık tedavisinde yaygın olarak kullanılmıştır. Literatürde gümüş sülfadiazinin *E. coli*, *S. aureus*, *Klesiella sp.* ve

Pseudomonas sp. gibi bakterilere karşı etkin olduğu ayrıca antifungal ve antiviral özelliklere de sahip olduğu bildirilmektedir [11]. Gümüş nanopartiküllerin antimikrobiyal etkisi üzerine pek çok çalışma yapılmış olup bu özelliği ile birçok önemli avantaja sahiptir. Bu avantajlar; gümüşte bakteri direncinin neredeyse hiç bulunmaması, gümüşün çok geniş spektrumlu bir antibiyotik olması ve düşük derişimde toksik etkisinin olmamasıdır [11]. Metal nanopartiküller arasında özellikle gümüş nanopartiküller sahip oldukları özellikler sayesinde günümüzde malzeme bilimi, elektronik, nanotıp gibi yeni nesil teknolojilerde geniş kullanım alanına sahiptir [11]. Bundan dolayı bu gibi çalışmalar bilim adamlarının ilgisini çekmiştir.

1.3. LED'ler

Günümüz aydınlatma teknolojisinde LED'lerin birim güç başına sağladığı ışık akısı akkor flamanlı lambaların 10 katına, floresan armatürlerin ise 2 katına ulaşmıştır [12]. Bu kadar yüksek verimlilik, LED'lere olan ilgiyi arttırmış ve son yıllarda aydınlatma cihazlarında kullanımı çoğalmıştır. Geleneksel aydınlatma araçlarının çoğunda görünür ışık, metal flamanın ısıtılmasıyla veya bir gaz boşalmasındaki mor-ötesi ışımanın filtrelenerek görünür ışığa dönüştürülmesiyle ortaya çıkmıştır. LED'lerde ise bu iki durumun aksine, Şekil 1.3'te gösterildiği gibi elektrik akımı, ışık vermesine neden olacak şekilde kristalden oluşan bir LED çipinden geçirilir. Kullanılan kristaller iki bölgeden oluşur; elektron eksikliği olan yani pozitif bir p-tipi bölge ve elektronlarla aşırı dolu olan negatif bir n-tipi bölge. Aradaki geçiş bölgesine ise -p -n geçiş bölgesi ya da bariyer birleşme yeri olarak adlandırılır. Kristallere doğru akım uygulandığında elektronca zengin olan bölgeden, elektronca fakir olan bölgeye e^- akışı meydana gelir ve elektronca fakir olan bölge doyum noktasına geldiğinde iki bölge arasında doğrudan bir akım geçişi sağlanır. Kristal malzeme üzerindeki bu akım geçişi, ışık saçılmasına sebep olur. Elde edilen ışığın emisyon spektrumunun dalga boyu bant genişliği küçüktür. En yoğun çıkan dalga boyu ise yarı iletken olan kristal malzemenin yapısına bağlıdır. Aydınlatma uygulamaları için imal edilen LED'lerin kırmızı veya sarı olanları alüminyum indiyum galyum fosfat (AlInGaP) ve yeşil ya da mavi olanları indiyum galyum nitrat (InGaN) tabanlı olarak üretilmektedir [12]. Beyaz ışık, ışıldama dönüşümü veya renk karıştırma yoluyla üretilebilir. Işıldama boyaları yeşil ya da mavi LED'lerin yaydığı ışımayı soğurarak sarı-turuncu ışıma yayarlar. Bu ışımalar (emisyonlar) üst üste geldiğinde beyaz ışık olarak

algılanır. Bu sayede, renk sıcaklığı 3000 ile 7000 Kelvin arasında değişen beyaz LED'ler üretmek mümkün olmaktadır [12].



Şekil 1.3. LED'in şematik görünümü [13]

1.4. Literatür Özeti

Nanopartikül üretimi son yıllarda hızlı bir şekilde artmaktadır. Nanopartiküllerin biyomedikal, su arıtma, optik gibi farklı sektörlerde kullanımının artmasıyla araştırmacıların dikkatini daha çok çekmiştir. Nanopartikül üretimi ile ilgili son zamanlarda yapılan çalışmalar göz önüne alındığında bu çalışmaların çoğu yeşil sentez yöntemine dayanmaktadır. Tablo 1.1'de yapılan karşılaştırmada yeşil sentez yönteminin ile kimyasal sentez yönteminden daha avantajlı olduğu görülmektedir.

Tablo 1.1 Kimyasal sentez ve yeşil sentez yöntemlerinin karşılaştırılması

Kimyasal Sentez Yöntemi	Yeşil Sentez Yöntemi
Yüksek atık birikimi	Çok düşük atık birikimi
Potansiyel tehlikeli sentez adımları	Çok düşük tehlikeli sentez adımları
Yüksek maliyet	Düşük maliyet

Azizi ve ark. üzerlik tohumunun sulu ekstraktını kullanarak yeşil sentez yöntemiyle gümüş nanopartikül sentezini gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada Ag nanopartikülleri, UV-Vis, FT-IR, XRD, EDS, SEM ve TEM tekniklerini kullanarak karakterize etmişlerdir. Çalışma sonucunda yaklaşık 23 nm boyutunda nanopartikül üretimini

gerçekleştirmişlerdir. Sentezlenmiş AgNP'ler *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı anti bakteriyel aktivite göstermiştir [14].

Bir diğer çalışmada Das ve ark. gümüş nitrat çözeltisini etanol (C₂H₅OH) ile indirgeyerek kimyasal sentez yöntemiyle Ag nanopartiküller üretmişlerdir. Ag nanopartiküllerin karakterizasyonunu XRD, TEM ve UV-Vis tekniklerini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda 18 nm civarında nanopartikül elde etmiş ve 422 nm'de bir soğrulmanın (absorpsiyon) görüldüğü 470 nm'de ise bir ışımanın (emisyon) olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sayede AgNP'lerin floresan özelliğini göstermişlerdir [15].

Aygün ve ark. Işgın (*Rheum ribes*) bitki ekstraktını kullanarak yeşil sentez yöntemiyle Ag nanopartiküller üretmişlerdir. Elde edilen Ag nanopartiküllerini, XRD, XPS, TEM ve UV-Vis tekniklerini kullanarak karakterize etmişlerdir. Sonuçlar, düşük konsantrasyonlarda AgNP kullanımının kanser hücrelerinde toksik etki oluşturduğunu göstermiştir. Ayrıca elde edilen Ag NP'lerin gram pozitif (*Staphylococcus aureus*, Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus subtilis*) ve gram negatif (*Escherichia coli*) bakterilerine karşı yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Böylece AgNP'lerin potansiyel anti kanser ve anti bakteriyel ajanlar olarak kullanılabileceğini önermişlerdir [16].

Ghotekar ve ark. tropikal bir bitki olan *Leucaena leucocephala* bitki ekstraktından yeşil sentez yöntemiyle Ag nanopartiküller elde etmişlerdir. Ag nanopartiküllerin karakterizasyonunu XRD, FT-IR, EDS, TEM ve FESEM gerçekleştirmişlerdir. Nanopartiküllerin boyutlarının ise yaklaşık 40 nm civarında ve küresel bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte bazı bakteri türlerinde öldürücü etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, verimli bir şekilde sentezlenen AgNP'lerin, biyonanoteknoloji tabanlı endüstrilerde çeşitli tıbbi uygulamalar için kullanılabileceğini göstermiştir [17].

Balachandar ve ark. *Phyllanthus pinnatus* bitkisinin kök ekstraktını kullanarak çevre dostu ve uygun maliyetli AgNP sentezi yapmışlardır. AgNP'leri UV-Vis, SEM, XRD ve FT-IR tekniklerini kullanarak karakterize etmişlerdir. Nanopartiküllerin 50 nm boyutunda ve kübik morfolojiye sahip yapılar olduğunu görmüşlerdir. Çalışma

sonucunda oluşturulan AgNP'lerin anti bakteriyel aktivitesinin olduğunu gözlemlemişlerdir [18].

Vettumperumal ve ark. *Plumeria rubra* çiçeğinin beyaz ve kırmızı yapraklarından ayrı ayrı ekstrakt elde etmişlerdir. Kırmızı yapraklara sahip olan çiçeğin ekstraktında 300-370 nm dalga boyunda güçlü bir floresan etki görmüşler ve bu ekstraktın doğal boya olarak kullanılabilirliğini göstermişlerdir [19].

Zhu ve ark. basit ve düşük maliyetli bir yöntem kullanarak floresan özellikte karbon noktalar (CD) üretmişlerdir. Lotus, çınar ve çam bitkisi yapraklarından özüt hazırlayıp kuruttuktan sonra kalan küçük parçacıklardan CD üretmişlerdir. Ayrıca, plazma ve mikrodalga destekli teknikler kullanılarak CD'lerin floresan yoğunluğunu arttırmışlardır. CD'lerin karakterizasyonunu TEM, UV-Vis ve FTIR tekniklerini kullanarak karakterize etmişlerdir. CD'lerin 300 nm ışık altında yaklaşık 470 nm dalga boyunda ışık ürettiği ölçülmüştür. Üretilen CD'lerin biyogörüntüleme ve ilaç salımında kullanılabilirliğini göstermişlerdir [20].

Hemmati ve ark. *Fritillaria sp.* bitkisinin çiçek özütünü kullanarak Ag NP sentezini yapmışlardır. Ag NP'leri TEM, UV-Vis, FTIR, XRD, EDX ve SEM tekniklerini kullanarak karakterize etmişlerdir. 2 saatlik etkileşimde parçacık boyutunun ortalama 10 nm olduğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmanın devamında anti bakteriyel özellikleri incelenmiş ve bazı mikroorganizmalar (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* vb.) üzerinde AgNP'lerin öldürücü etkisi olduğu gözlemlenmiştir [21].

Gopinath ve ark. *Gloriosa subperba* bitkisinin yaprak ekstraktından Ag, Au ve Ag/Au olmak üzere 3 çeşit nanopartikül sentezlemişlerdir. Bu metal nanopartikülleri UV-Vis, FTIR, XRD, AFM, TEM ve SEM gibi teknikleri kullanarak karakterize etmişlerdir. Çalışma sonunda küresel morfolojiye sahip 20 nm civarında Au ve Ag NP'lerin olduğu gözlenmiştir. Ag/Au şeklinde sentez edilen malzemenin partikül boyutunun ise 10 nm civarında olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın mikrobiyal enfeksiyonlarla mücadeleye katkı sağlanabileceğini göstermişlerdir [22].

Eren ve ark. *Pistacia vera L.* (fıstık) yaprağı ekstraktından Ag NP sentezini yapmışlardır. Oluşan nanopartiküller, FTIR, UV-Vis, XRD, SEM, EDX ve TGA-DTA gibi spektroskopik yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda oluşan Ag NP'lerinin boyutunun yaklaşık olarak 16 nm olduğu belirlenmiştir. Bunun devamında Ag NP'lerin anti mikrobiyal etkisi çalışılmış; gram pozitif, gram negatif ve *fungus* (maya) bakterilerinin çoğalmasını önlediğini gözlemlemişlerdir [23].

Baran ve ark. *Prunus avium* (kiraz) yaprağının ekstraktını kullanarak Ag NP sentezini yapmışlardır. Nanopartikülleri FT-IR, UV-Vis, XRD, SEM, EDX ve TGA-DTA gibi ölçüm tekniklerini kullanılarak karakterize etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada elde edilen partiküllerin anti mikrobiyal etkisi incelenmiş ve bakterilerin çoğalmasını inhibe edici etki gösterdikleri tespit edilmiştir [24].

Elemike ve ark. *Solidago canadensis* (altın çubuk) bitkisi yaprağının ekstraktını kullanarak Ag, Au ve bimetalik (Ag-Au) nanopartiküller sentezlemişlerdir. Sentezlenen NP'lerin karakterizasyonu, FTIR ve UV-Vis tekniklerini kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda Au iyonlarının Ag iyonlarına göre biyomoleküller tarafından indirgenmeye daha yatkın olduklarını göstermiştir. Ag, Au ve bimetalik (Ag – Au) NP'lerinin sırasıyla 420, 560 ve 530 nm civarında boyuta sahip olduğu görülmüştür [25].

Baghizadeh ve ark. *Calendula officinalis* (aynısefa) tohum ekstraktını kullanarak biyolojik sentezli Ag NP elde etmişlerdir. Bu yapılar, UV-Vis, TEM, XRD ve FT-IR yöntemleri ile karakterize edilmiştir. UV-Vis spektrumunda AgNP'ler 440 nm'de iyi bir absorpsiyon zirvesi göstermiştir. TEM sonucuna göre gümüş nanopartiküllerin ortalama boyutunun 5-10 nm arasında değiştiği ve küresel ile kübik arası bir yapıda olduğu gösterilmiştir [26].

Annamalai ve ark. *Phyllanthus maderaspatensis L.* ekstraktını kullanarak Ag NP sentezi gerçekleştirmişlerdir. Nanopartiküllerin oluşumu 24 saat sürmüş ve UV-Vis, XRD, FT-IR yöntemleri kullanılarak karakterize edilmiştir. Partikül boyutunun yaklaşık 65 nm olduğu ölçülmüş ve kullanılan bitki ekstraktının ideal bir katalizör olduğu gösterilmiştir [27].

Sadeghi ve ark. *Pistacia atlantica* (atlas sakız ağacı) tohum ekstraktını kullanarak Ag NP sentezini yapmışlardır. Nanopartiküllerin karakterizasyonu için UV-Vis, XRD, FT-IR, TEM, SEM ve EDAX gibi yöntemleri kullanarak analiz yapmışlardır. Ag NP'lerin 35 dk zaman geçtikten sonra büyümesinin durduğu gözlemlenmiştir. Nanopartiküllerin boyutunun ise 40 nm boyutta ve küresel bir yapıda olduğu görülmüştür. Çalışmanın devamında bahsi geçen bitkinin anti bakteriyel etkisi gösterilmiştir [28].

Demirbaş ve ark. kırmızı lahana bitkisi ekstraktını kullanarak Ag NP sentezi yapmışlardır. Ag NP'ler, UV-Vis, SEM, EDX gibi yöntemler kullanılarak karakterize edilmiştir. Ag⁺ ve antosiyanin konsantrasyonlarının bir fonksiyonu olarak AgNP oluşumunu incelendi. Sonuçlar Ag⁺ ve AgNP'lerin kırmızı lahana ekstraktı antosiyaninin aktivitesini azalttığını göstermiştir [29].

Jia ve ark. yaptıkları çalışmada, Poliarilen Eter Nitril (PEN) ve gümüş nitrat (AgNO₃) kullanarak etkili bir şekilde gümüş nanopartikülleri sentezlemişlerdir. Nanopartikülleri TEM ve XRD ile karakterize etmiş ve yaklaşık 30 nm boyutunda olduğunu göstermişlerdir. Elde edilen Ag nanoyapıların 420 nm civarında floresan emisyon sergilediği görülmüş olup biyokimyasal algılama ve optik cihazlarda kullanılabileceği belirtilmiştir [30].

Barani ve ark. floresan gümüş nanopartikülleri, bir indirgeyici ve stabilize edici ajan olarak trisodyum sitrat kullanarak sentezlemişlerdir. Bu çalışmada mikrodalga destekli indirgeme işlemi, reaksiyon süresi, sıcaklık gibi sentezleme parametrelerinin etkisi, trisodyum sitrat konsantrasyonu (100, 200 ve 400 ppm) özellikleri ve floresan özellikleri incelenmiştir. Araştırmacılar sentezlenmiş AgNP'leri, UV-Vis, XRD, FTIR ve TEM gibi teknikleri kullanarak karakterize etmişlerdir. Sentezlenen AgNP'lerin 50 nm boyutunda küresel morfolojiye sahip olduğu gözlemlenmiş ve bunlara ait floresan emisyon spektrumları 335 nm civarında bir emisyon zirvesi göstermiştir [31].

Kumar ve ark. yaptıkları bir çalışmada Kara Kiraz (*Prunus serotina capuli*) bitki ekstraktını kullanılarak Ag NP'ler elde etmişlerdir. Nanopartiküller üretilirken iki farklı ışık kullanıp nanopartiküller üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Karakterizasyon ölçümlerini TEM, XRD, FT-IR ve UV-Vis tekniklerini kullanarak yapmışlardır. Beyaz

LED ışığı altında üretilen Ag NP'lerin ortalama çapı 40 nm olarak ölçülmüştür. Mavi LED ışığı altında üretilen Ag NP'lerin ortalama çapı ise 20 nm olarak ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda mavi LED ışığı kullanılarak üretilen nanopartiküllerin daha küçük boyutta ve daha yüksek bir antioksidan etkisine sahip olduğu gözlemlenmiştir [32].

Lin ve ark. Sodyum Borhidrür (NaBH_4) kullanarak indirgeme sentezi yapılmış ve Ag NP'leri kimyasal bir yöntemle oluşturmuşlardır. Ag NP'lerin mükemmel bir yüzey rezonans yapısına sahip olduğu gösterilmiştir. Ag NP'lerin floresan güçlendirici etkisi yaptığını ve özellikle Ag NP'lerin varlığı LCD'lerin parlaklığını iyileştirmesine katkı sağladığı belirlenmiştir. Uygulama yapılırken 32.63 lm/W'den 41.26 lm/W'ye bir artış olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın optik cihazlarda uygulama potansiyellerini arttırdığını belirtmişlerdir [33].

Sanchez ve ark. metalik bir anotun aprotik bir çözücü içinde çözünmesine dayanan elektrokimyasal bir prosedür ile 2-7 nm arasında değişen gümüş nanopartiküller elde etmişlerdir. Akım yoğunluğunu değiştirerek, farklı gümüş nanoparçacık boyutları elde edilmiştir. Oksijen varlığının reaksiyondaki etkisi ortamın yanı sıra kullanılan partikül stabilizatörünün tipi de araştırılmıştır. Parçacıkların karakterizasyonu TEM ve UV-Vis spektroskopi ile gerçekleştirilmiş, plazmon bandının ve bant genişliğinin her ikisinin de büyük ölçüde boyuta bağlı olduğu gözlemlenmiştir [34].

Soran-Erdem ve ark. Oligomer Nanopartikülleri (OL NPs) katılaştırarak mavi led üzerine katman şeklinde uygulamışlardır. Bütünleştirici küre yardımı ile OL nanopartiküllerin emisyon değerleri ölçülmüş ve kuantum verimliliği hesaplanmıştır. OL nanopartiküllerin kuantum verimliliğinin %43,5 olduğunu ve bunların aydınlatma sistemlerinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir [35].

Daha önce yapılan bir çalışmada (Azizi ve ark. 2017), *P. harmala* tohum özütünü kullanarak Ag nanopartikül üretimi gerçekleştirmişlerdir. Nanopartikülleri UV-vis, FT-IR, XRD, SEM, EDS ve TEM teknikleri ile karakterize etmişlerdir. Partikül boyutunun yaklaşık 23 nm ve küresel morfolojiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Üretilmiş olan nanopartiküllerin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri üzerinde anti bakteriyel etki yaptığı görülmüştür. Sunulan tez çalışmasında, *P. harmala* bitki tohumu

kullanılarak yeşil sentez yöntemi ile Ag nanopartikül sentezlenmiştir. Sentezlenen partiküllerin, UV-vis, DLS, EDX, XRD, FT-IR, SEM ve Raman gibi analiz yöntemleri kullanılarak karakterizasyonları yapılmıştır. Üretilmiş olan nanopartiküllerle LED üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen malzemenin floresan özellikleri incelenmiştir.



2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal

2.1.1. Bitki Örneği

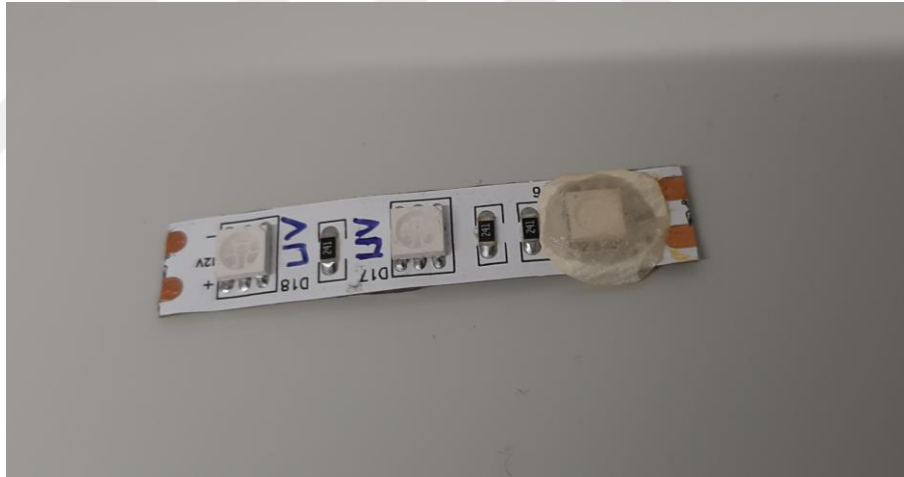
Bu alışmada AgNP'lerin sentezinde Üzerlik (*P. harmala*) bitkisinin çekirdekleri kullanılmıştır. Şekil 2.1'de kullanılan üzerlik bitkisi Kayseri İlinde bulunan bir aktardan temin edilmiştir. Alınan bitkinin u kısmında bulunan kapsüller kırılmıştır. Kapsüllerin içindeki çekirdekler çıkarılarak çalışmada kullanılmak üzere bir ortamda bırakılmıştır.



Şekil 2.1. Üzerlik bitkisi

2.1.2. UV LED

Farklı dalga boylarında ultraviyole ışık yayan çeşitli LED'ler mevcuttur. Genel olarak üç çeşit UV LED mevcuttur. Bunlar; UV-C (200-280 nm), UV-B (280-320 nm) ve UV-A (320-400 nm) diye adlandırılarak piyasada satılmaktadır [36]. Bu çalışmada, çıkarılan bitki ekstraktının bir aydınlatma sisteminde denenmesi için internet üzerinden UV şerit LED temin edilmiştir. Temin edilen LED'lerin verdiği ışığın dalga boyu yaklaşık 395 nm'dir. Çalışmada kullanılmak için Şekil 2.2'deki gibi şerit LED'den bir bölüm kesilmiştir. LED'lerin ışık verebilmesi için + ve - uçlardan elektrik beslemesi yapılmıştır. Kesilen bölüm, ayarlanabilir güç ünitesine bağlanmıştır. Güç ünitesi 12 V ve 1 mA değerine ayarlanmıştır. Ardından + ve - kutuplarına dikkat edilerek güç ünitesinin problemleri LED'in kutuplarına bağlanmış ve çalışmaya devam edilmiştir.



Şekil 2.2. UV Şerit LED'den kesilmiş bir parça

2.1.3. Nanopartikül Sentezi İçin Kullanılan Çözeltiler

Üzerlik Bitkisi Tohum Ekstraktının Eldesi: Kurutulmuş üzerlik tohumu 5 g olacak şekilde hassas terazi ile tartılmıştır. Tartılan üzerlik tohumu Şekil 2.3A'da görüldüğü gibi havanda dövülerek toz haline getirilmiştir. 5 g toz halindeki üzerlik tohumuna 50 ml distile su (dH₂O) eklenerek karıştırılmıştır. Karışım 4-5 saate bir karıştırılarak karanlık ortamda 24 saat bekletilmiştir. Elde edilen posalı ekstrakt, Şekil 2.3B'de filtre kâğıdı (Whatman No 1) kullanılarak süzülüş ve saf *P. harmala* sulu tohum ekstraktı elde

edildi. Ekstrakt 5000 rpm’de 5 dk santifürj edilmiş ve çöken kısım uzaklaştırılmıştır. Sonraki deneylerde kullanılmak için +4 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 2.3. A) Tohumun havanda dövülmesi ve B) ekstraktının çıkarılması

0,1 M AgNO_3 Çözeltisinin hazırlanması: 0,51 g AgNO_3 tuzu 30 ml distile suda, karıştırıcı cihazı yardımıyla yaklaşık 10 dk’da çözüldü. Aşağıdaki formül kullanılarak 30 ml’lik 0,1 M AgNO_3 çözeltisi hazırlandı. Bunun için yaklaşık 0,51 g AgNO_3 tuzu kullanılmıştır (AgNO_3 tuzunun molekül ağırlığı: 169,87 g/mol).

$$M (\text{molar}) = \frac{m (\text{kütle}) / M_A (\text{molekül ağırlığı})}{V (\text{hacim})}$$

$$0,1 M = \frac{m(\text{AgNO}_3) / 169,87 \text{ g/mol}}{0,03 \text{ l}}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = (0,1 * 0,03) * 169,87 \text{ g}$$

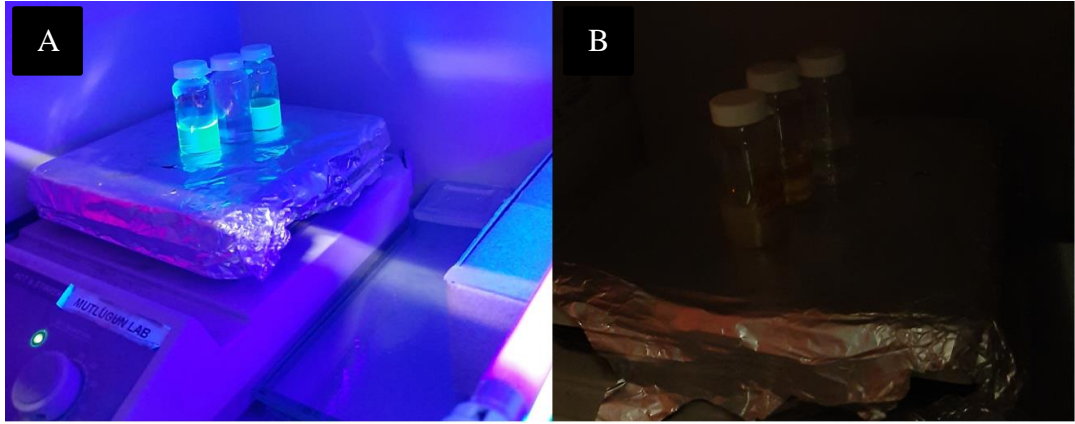
$$m(\text{AgNO}_3) \cong 0,51 \text{ g}$$

2.2. Gümüş Nanopartiküllerin (AgNP) Yeşil Sentezi

Nanopartiküllerin hangi koşul ve ortamda daha iyi oluştuğunu gözlemlemek için tohum ekstraktı ile AgNO_3 çözeltisi karışımı hazırlanmış ve bu karışım; UV ışığı, karıştırma süresi ve ekstrakt miktarı gibi parametreler değiştirilerek AgNP oluşumu kontrol edilmiştir. Deney ortamı ve tohum ekstraktının hacmine bağlı olarak Tablo 2.1'deki gibi 6 farklı örnek hazırlanmıştır. UV ortamında bırakılan örnekler için 390 nm dalga boyunda ışık yayan UV floresan lamba kullanılmış ve 600 rpm'de bir karıştırıcıda 48 saat bekletilmiştir. Karanlık ortamdaki örneklerin laboratuvar şişeleri ise alüminyum folyo ile kaplanmış ve 600 rpm'de farklı bir karıştırıcıda 48 saat bekletilmiştir. Deney koşulları Şekil 2.4'te gösterilmiştir. 1, 2 ve 3 numaralı örnekler "Karanlık Set"; 4, 5 ve 6 numaralı örnekler ise "UV Set" olarak adlandırılmıştır.

Tablo 2.1. Deney setleri ve çözeltilerin karıştırılma miktarı

	30 ml AgNO_3 için 4ml Ekstrakt	30 ml AgNO_3 için 8ml Ekstrakt	30 ml AgNO_3 için 16ml Ekstrakt
Karanlık Set	<u>1 Numaralı Örnek</u> 0,66 ml Ekstrakt + 5 ml AgNO_3 Çözeltisi	<u>2 Numaralı Örnek</u> 1,32 ml Ekstrakt + 5 ml AgNO_3 Çözeltisi	<u>3 Numaralı Örnek</u> 2,64 ml Ekstrakt + 5 ml AgNO_3 Çözeltisi
UV Set	<u>4 Numaralı Örnek</u> 0,66 ml Ekstrakt + 5 ml AgNO_3 Çözeltisi	<u>5 Numaralı Örnek</u> 1,32 ml Ekstrakt + 5 ml AgNO_3 Çözeltisi	<u>6 Numaralı Örnek</u> 2,64 ml Ekstrakt + 5 ml AgNO_3 Çözeltisi



Şekil 2.4. A) 4, 5 ve 6 numaralı örnekler UV ortamında ve B) 1, 2 ve 3 numaralı örneklerin karanlık ortamda hazırlanması

Deneyleerde kullanmaya yetecek kadar *P. harmala* özütü hazırlanmış ve 6500 rpm'de 15 dk boyunca santrifüj edildikten sonra 0,2 µm'lik tek kullanımlık hidrofilik filtreden geçirilmiştir. 60 ml 0,1 M AgNO₃ çözeltisi hazırlanmıştır. Bunun için 1,02 g AgNO₃ tuzu 60 ml distile suda çözdürülmüş ve 0.2 µm'lik filtreden geçirilmiştir. Deney setlerindeki değerlere göre laboratuvar şişelerine örnekler hazırlanmış ve içlerine manyetik balık konulmuştur. Ardından 48 saat boyunca 600 rpm'de manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Bu süre zarfında 0, 2, 4, 24 ve 48. saatlerde 200 µl örnek alınıp yıkandıktan sonra UV-Vis ölçümleri alınmıştır. Çalışmanın bütününde yıkama işlemi şu şekilde yapılmıştır; örnek çözeltiden 200 µl alınmıştır. 6500 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiş ve çöktürülmüştür. Sonra üst kısım atılmış ve çöken kısım üzerine 200 µl distile su eklenerek tüp karıştırıcı (vortex) ve ultrasonikasyon cihazlarının yardımıyla pelet dağıtılmıştır.

2.3. AgNP'lerin Karakterizasyonu

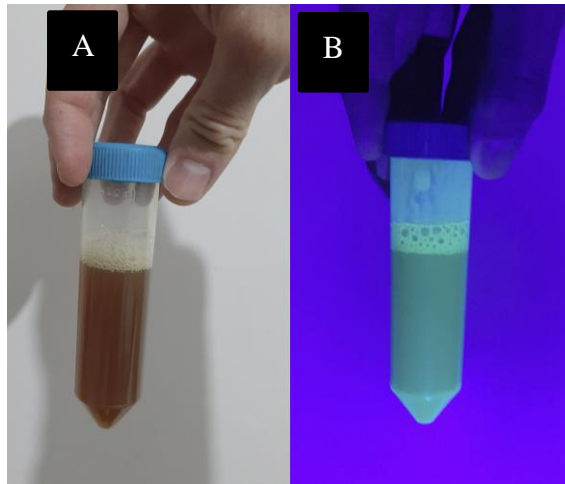
Nanopartiküllerin karakterizasyonu için yapılmış olan tüm ölçümler için referans olarak distile su kullanılmıştır. Hazırlanan *P. harmala* ve AgNO₃ çözeltisi karışımlarının 0, 2, 4, 24 ve 48. saatlerinde her bir örnekten 200 µl alınıp yıkandıktan sonra içinde 2 ml su bulunan kuvars küvete eklenmiş ve Jasco V-730 marka UV-Vis spektrofotometre cihazında ölçümleri yapılmıştır. 48. saatin sonunda oluşan AgNP'lerden tekrar 200 µl

örnek alınıp yıkandıktan sonra 2 ml suya eklenmiş ve kuvars küvet yardımıyla Malvern Zetasizer Nano Serisi cihazında DLS ölçümü yapılmıştır. Aynı örnekten 2 ml daha alınmış ve yıkanmıştır. Sonrasında bu örnek kullanılarak Raman, EDX (BRUKER) ve SEM ölçümleri Erciyes Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (ERNAM)'nde yapılmıştır.

XRD ölçümünün yapılabilmesi için örnekler toz hale getirilmiştir. Bunun için örnekler 6500 rpm'de santrifüj edilmiş ve 3 defa yıkandıktan sonra sıvı kısmı dökülerek ve oda koşullarında 24 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır. FT-IR ölçümünde ise referans olarak distile su kullanılıp ölçümü alındıktan sonra temizliği yapılmış olan 500 µl AgNP çözeltisinin ölçümü yapılmıştır. XRD (PANalytical Empyrean Multi-Function), FT-IR (PerkinElmer Spectrum 400) ölçümleri ise Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (TAUM)'nde yapılmıştır.

2.4. Tohum Ekstraktını Katılaştırma ve Floresan Ölçümü

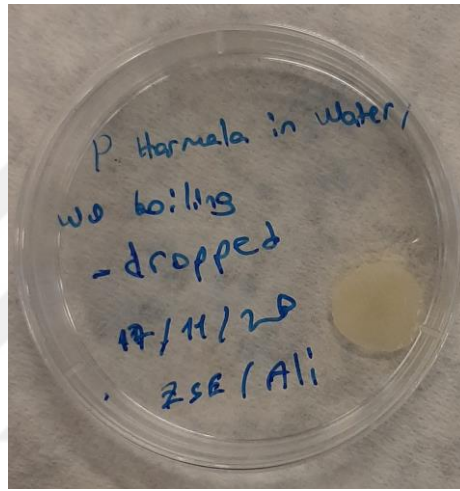
Tohum ekstraktının Şekil 2.5B'deki gibi UV ışığı altında yeşil renk yaydığı görülmüştür. LED üzerinde kullanabilmek ve kuantum verimliliğini ölçebilmek için katılaştırma yöntemi uygulanmıştır. Bunlar, kaba filtre kâğıdında katılaştırma, kâğıt havluda katılaştırma ve pamukta katılaştırma şeklindedir.



Şekil 2.5. A) Beyaz ışık altında ve B) UV ışığı altında, tohum ekstraktının görünümü

2.4.1. Tohum Ekstraktının Kaba Filtre Kâğıdında Katılaştırılması

Bu yöntemde laboratuvarlarda kullanılan kaba filtre kâğıdından faydalanılmıştır. Kaba filtre kâğıdından 2 adet 2 cm çapında daireler kesilmiştir. Bir tanesi tohum özütünde 2 dk boyunca bekletilmiş, diğeri ise kontrol olması için sadece suya batırılmıştır. Ardından bu iki kâğıt aynı ortamda ve oda sıcaklığında, Şekil 2.6'daki gibi kuruması için 1 hafta boyunca bekletilmiştir.



Şekil 2.6. Kaba filtre kağıdından kesilen örnek

2.4.2. Tohum Ekstraktının Kâğıt Havluda Katılaştırılması

Bu yöntemde ise kâğıt havludan faydalanılmıştır. Kâğıt havludan 2 adet 2 cm çapında daireler kesilmiştir. Bir tanesi tohum özütünde 2 dk boyunca bekletilmiş, diğeri ise kontrol olması için sadece suya batırılmıştır. Ardından bu iki kâğıt aynı ortamda ve oda sıcaklığında, kuruması için 1 hafta boyunca bekletilmiştir.

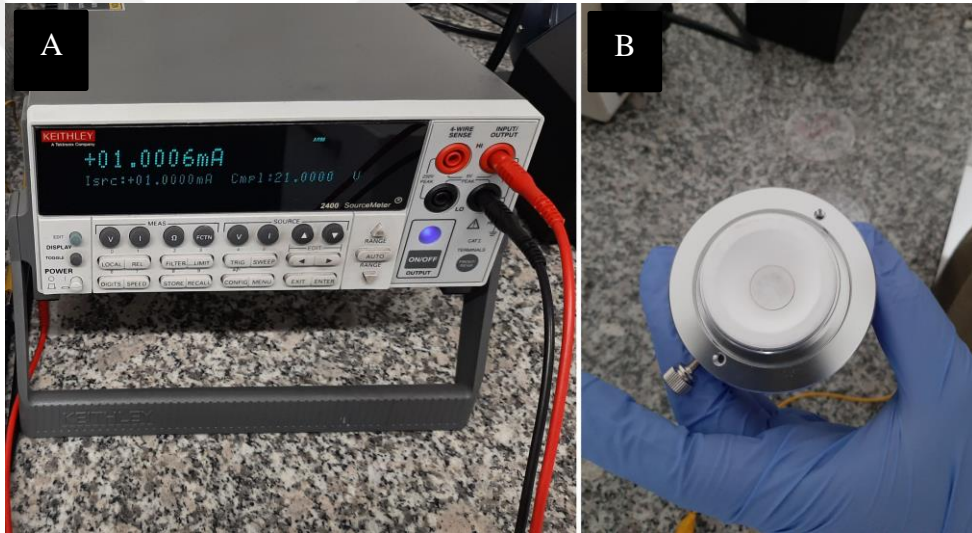
2.4.3. Tohum Ekstraktının Pamukta Katılaştırılması

Bu yöntemde makyaj amaçlı olarak kullanılan makyaj pamuğundan faydalanılmıştır. Makyaj pamuğundan 2 adet 2 cm çapında daireler kesilmiştir. Bir tanesi tohum özütünde 2 dk boyunca bekletilmiş, diğeri ise kontrol olması için sadece suya batırılmıştır.

Ardından bu iki kâğıt aynı ortamda ve oda sıcaklığında, kuruması için 1 hafta boyunca bekletilmiştir.

2.4.4. Kurutulmuş Örneklerin Floresan Ölçümleri

Tohum özütünün kaba filtre kâğıdında, kâğıt havluda ve pamukta kurutulmuş örneklerinin Şekil 2.7B'deki gibi toplayıcı küre (integrating sphere) cihazı ile analizi Abdullah Gül Üniversitesi (AGÜ) merkez laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.7. A) Güç ünitesi ve B) Toplayıcı küre içerisine yerleştirilmiş örnek

2.5. Kuantum Verimliliği Hesabı

Kuantum verimliliği (QE), bir malzemenin ışık verimliliğidir yani malzeme tarafından soğrulan foton sayısı başına malzemenin saçtığı foton sayısı hesaplanarak elde edilir.

Referans malzemenin foton sayısından numunenin foton sayısını çıkarabilmek için maksimum pik değerlerinin izdüşümünün aynı seviyeye getirilmesi gerekir bunun için ikisi arasındaki oran (c) hesaplanmıştır.

$$c = \frac{\text{numune örneğinin maximum absorbans değeri}}{\text{referans örneğinin maximum absorbans değeri}}$$

$$A (\text{soğrulan foton sayısı}) = c * \int_{200}^{900} \text{referans_örnek } d\lambda$$

$$E (\text{saçılan foton sayısı}) = \int_{200}^{900} \text{numune_örnek } d\lambda - A$$

$$QE = 100 * \frac{E}{A} \%$$

Yukarıdaki formül referans alınarak MATLAB programı aracılığıyla aşağıdaki kod yazılmış ve örneklerin teker teker kuantum verimliliği hesaplanmıştır.

```

file_extension = '.txp';
file_name_ref = 'PaperControl';
file_name_samp1 = 'Paper';

file_name_r = strcat(file_name_ref,file_extension);
A=importdata(file_name_r);
x0=A(:,1);
y0=A(:,2);

file_name_1 = strcat(file_name_samp1,file_extension);
B=importdata(file_name_1);
x1=B(:,1);
y1=B(:,2);

result = quantumECalc(y0,y1);

plot(x0,y0, x1,y1 , 'LineWidth',2); grid minor; hold on;
xlim([200,900]);
title(sprintf('%s QE = %s %f',file_name_samp1,"%",result))
xlabel('Wavelength(nm)')
ylabel('Photon Count')
legend(file_name_ref, file_name_samp1)

function[q_efficiency]= quantumECalc(y,t)
    pik_dot_ref = max(y(1:1024));
    pik_dot_samp = max(t(1:1024));
    c_rate = pik_dot_samp / pik_dot_ref;

    ref_integral=0;
    for i=1:1024
        ref_integral = ref_integral + y(i);
    end

    new_y = c_rate * y;
    ref_integral_new=0;
    for i=1:1024
        ref_integral_new = ref_integral_new + new_y(i);
    end

    samp_integral=0;
    for i=1:1024
        samp_integral = samp_integral + t(i);
    end

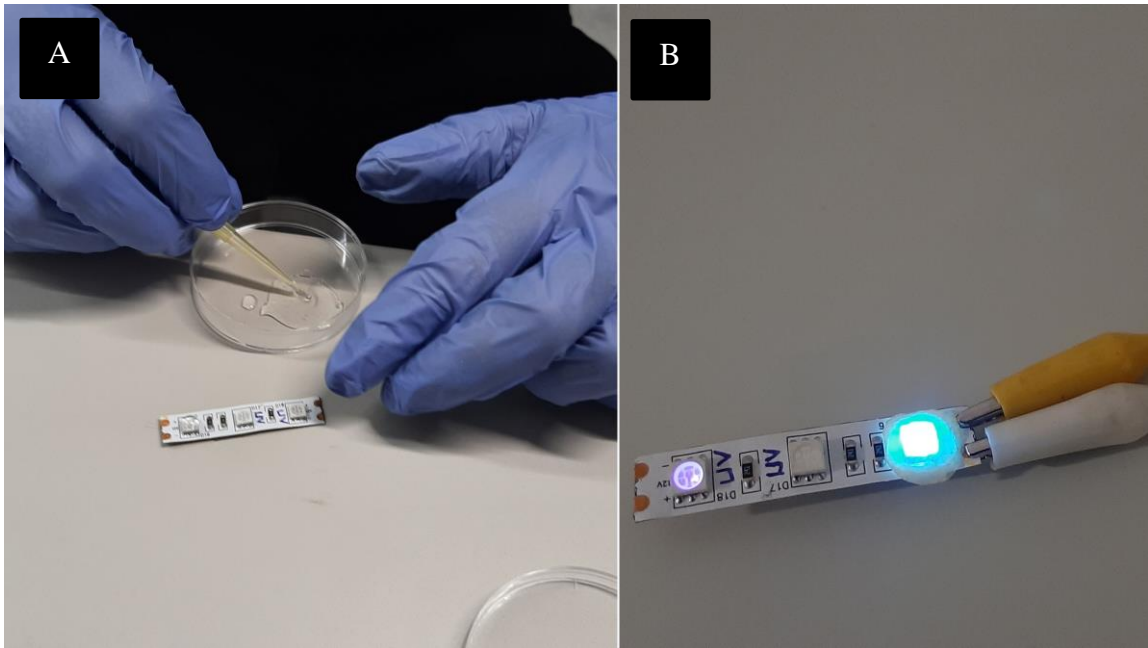
    emit = samp_integral - ref_integral_new;
    absorb = ref_integral - ref_integral_new;

    q_efficiency = (emit/absorb)*100;
end

```

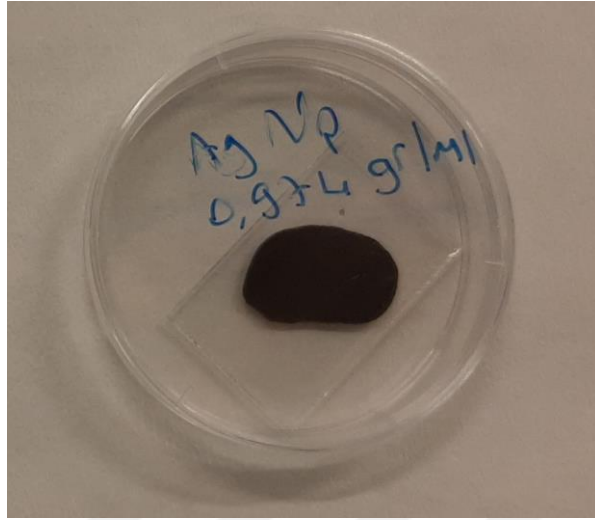
2.6. LED Üzerine Uygulamanın Yapılması

Bu aşamada tohum özütü içeren kurutulmuş örnekler Şekil 2.8A'daki gibi LED üzerine epoksi reçine ile yapıştırılmış ve epoksi reçine kuruduktan sonra toplayıcı küre yardımı ile farklı akım değerlerinde emisyon değeri ölçülmüştür.



Şekil 2.8. A) LED üzerine epoksi sürülmesi ve B) Kurutulmuş örneğin LED üzerine yapıştırılması

Kurutulmuş tohum özütünün LED üzerine uygulanması işlemine benzer bir çalışma da tohum özütü ile elde edilmiş AgNP'ler ile uygulanmıştır. 3 ml AgNP çözeltisi distile su ile yıkandıktan sonra 1,5 ml su eklenip homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Karıştırmadan sonra elde edilen çözeltinin konsantrasyonu 974 mg/ml olarak ölçülmüştür. AgNP sulu çözeltisi 2 mm kalınlığında 1 x 2 cm ebatlarında Şekil 2.9'daki gibi mikroskop camının üzerine mikro pipet yardımı ile 200 μ l yavaş yavaş damlatılmış ve bir bölümü kaplanmıştır. Ardından AgNP çözeltisinin kuruması için 50 °C sıcak tabla (hot plate) üzerinde 2 saat bekletilmiştir. AgNP çözeltisi kuruduktan sonra mikroskop camı ile birlikte bütünleştirici küreye yerleştirilip kuantum emisyon değeri ölçülmüştür.



Şekil 2.9. Mikroskop camı üzerindeki AgNP çözeltisi

3. BÖLÜM

BULGULAR

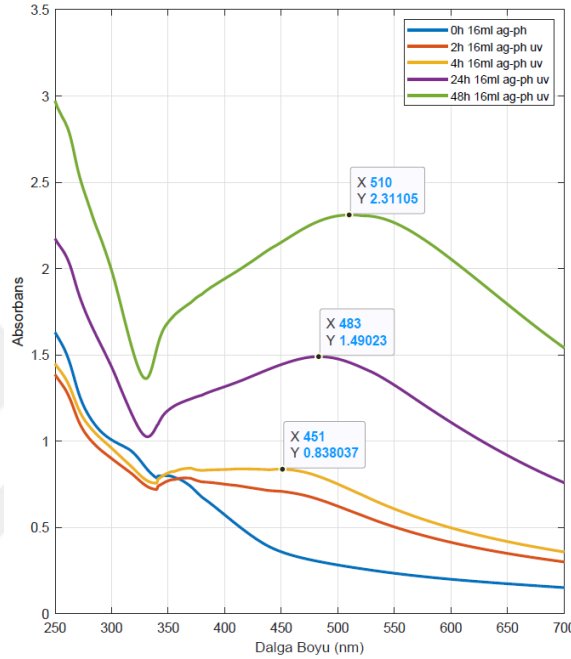
3.1. Farklı Parametrelerin AgNP Üzerindeki Etkisi

Gümüş nanopartikülleri optimum koşullarda oluşturmak için ultraviyole ışığın etkisi, bitki ekstraktının hacmi ve karıştırma süresi gibi parametreler dikkate alınmıştır. Bu parametrelerin aynı örnekler üzerinde farklı konulmasının bir diğer sebebi de nanopartikül oluşumuna etki eden faktörü bulmaktır. Deneyin devamında UV ışığı altında hazırlanan örnekte UV-Vis spektrumunda 510 nm’de güçlü bir soğrulma gözlemlenirken, karanlık ortamda hazırlanan örnekte ise herhangi bir soğrulma gözlemlenmemiştir. Karıştırma süresi farklı olan örneklerde ise karıştırma süresi 4 saat olan örneğin UV-Vis spektrumu 460 nm’de zayıf soğurma oluştururken, karıştırma süresi 48 saat olan örneğin UV-Vis spektrumu ise 510 nm’de güçlü bir soğurma oluşturmuştur. Ekstrakt hacmi farklılığı olan örneklerde ise ekstrakt miktarı 4 ml ve 16 ml olan örneklerinin ikisi de UV-Vis spektrumları 510 nm’de soğurma oluşturmuş ancak 16 ml ekstrakt barındıran örneğin soğurma değeri 4 ml ekstrakt barındıran örneğe göre daha fazla olmuştur.

3.1.1. Karıştırma Süresinin Etkisi

AgNO₃ çözeltisinin *P. harmala* tohum ekstraktı ile oda sıcaklığında karıştırılması sonucu çözeltinin açık sarıdan koyu kahverengiye dönüştüğü görülmüştür. Bu karıştırma aşamasında 0. saatte (0h), 2. saatte (2h), 4. saatte (4h), 24. saatte (24h) ve 48. saatte (48h) her bir örnekten 200 µl alındı ve çöktürüldü. Üstte kalan kısım döküldü ve çökelti kısmına 2 ml dH₂O eklenerek karıştırıldı. Ardından tekrar çökelti üzerine 2 ml dH₂O

eklenmiştir. Bu temizleme işlemi 2 defa yapılmıştır. Temizleme işlemi bittikten sonra Şekil 3.1’de görüldüğü gibi UV-Vis spektrum ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, UV ışığı altında karıştırma devam ettikçe 48. saate kadar nanopartikül oluşumunun devam ettiğini göstermiştir.

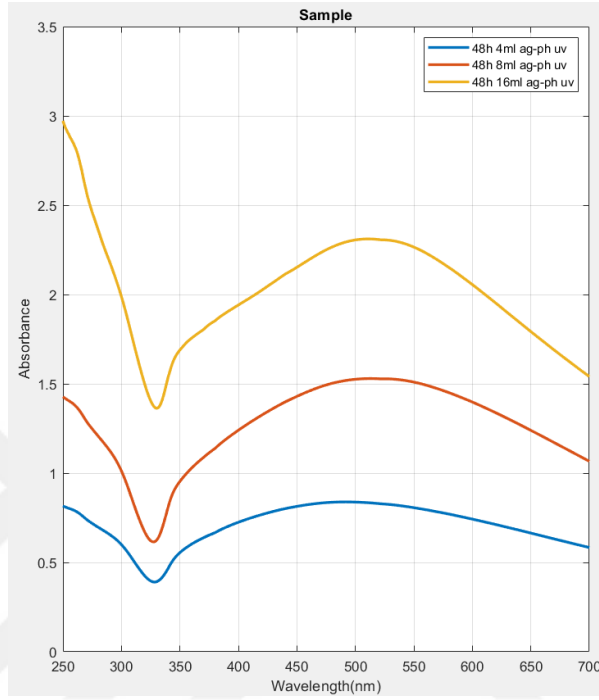


Şekil 3.1. Farklı karıştırma sürelerine ait UV-Vis spektrumları

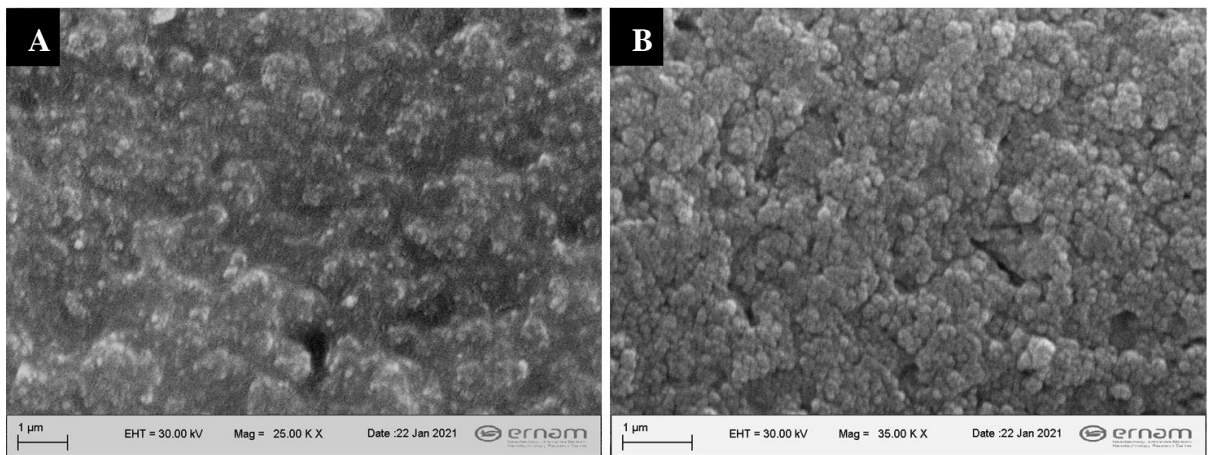
3.1.2. Bitki Ekstraktı Hacminin Etkisi

Farklı miktardaki bitki ekstraktının partiküller üzerindeki etkisini görmek için üç farklı örnek hazırlanmıştır; 30 ml AgNO_3 çözeltisi için 16 ml ekstrakt (16 ml Ag-Ph), 30 ml AgNO_3 çözeltisi için 8 ml ekstrakt (8 ml Ag-Ph) ve 30 ml AgNO_3 çözeltisi için 4 ml ekstrakt (4 ml Ag-Ph) gibi farklı hacimlerde ekstrakt bulunduran örnekler hazırlanmıştır. 3 adet 20 ml’lik laboratuvar şişelerine 5’er ml’lik AgNO_3 çözeltisi eklenmiş ve ardından 16 ml Ag-Ph için 2,66 ml ekstrakt, 8 ml Ag-Ph için 1,33 ml ekstrakt, 4 ml Ag-Ph için ise 0,66 ml ekstrakt eklenerek üç örnek hazırlanmıştır (Tablo 2.1). Bu örneklerin UV-Vis spektrumları Şekil 3.2’de verilmiştir. Şekil 3.3A ve Şekil 3.3B’de ise sırasıyla 8 ml Ag-Ph ve 16 ml Ag-Ph örneklerine ait SEM görüntüleri verilmiştir. 16 ml Ag-Ph

örneğinde AgNP'lerin yaklaşık 150 nm seviyesinde olduğu ve 8 ml Ag-Ph örneğine göre daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir.



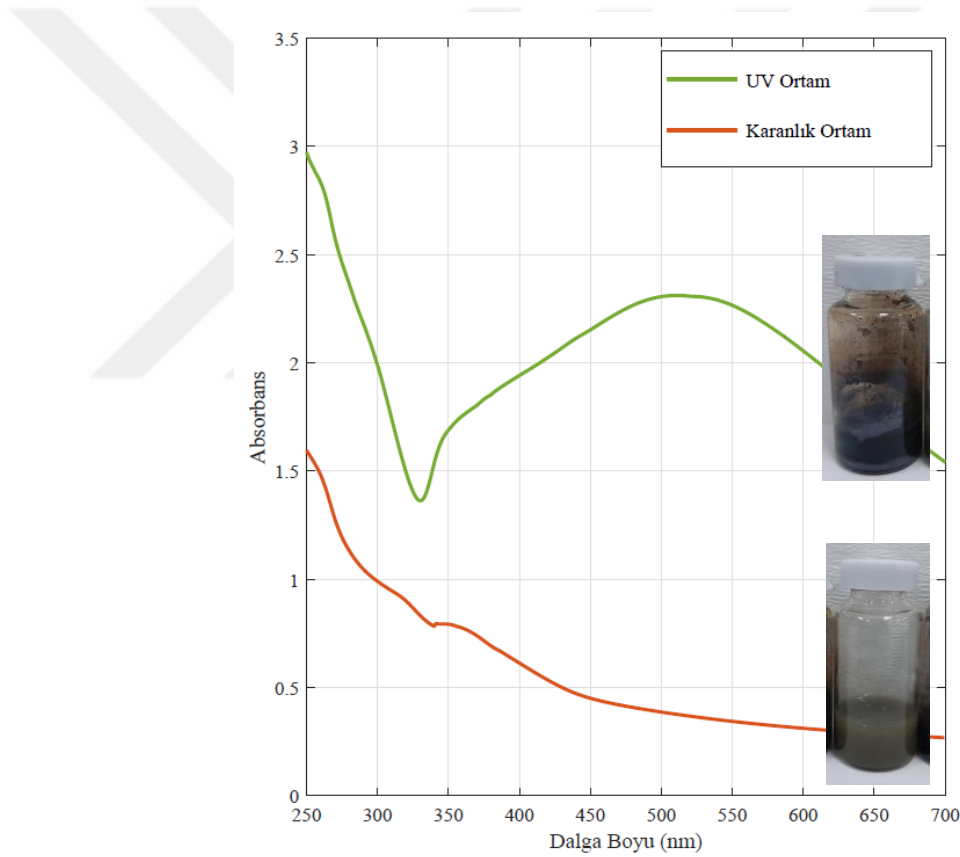
Şekil 3.2. Farklı hacimlerde özüt için örneklerin UV-Vis spektrumları



Şekil 3.3. A) 8 ml ekstrakt barındıran ve B) 16 ml ekstrakt barındıran örneklere ait SEM görüntüleri

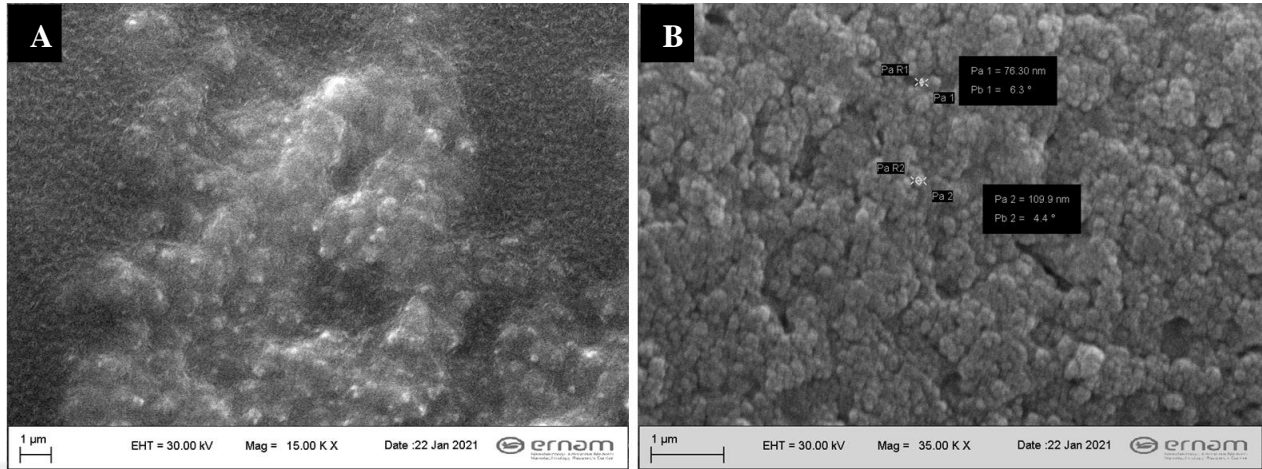
3.1.3. UV ve Karanlık Ortamların Etkisi

Nanopartikül oluşumuna etki eden faktörlerden biri de çözeltinin hazırlandığı ortamdır. *P. harmala* ekstraktı, AgNO_3 çözeltisi karışımları karanlık ve UV ortamlarda 48 saat boyunca karıştırılmıştır. Deneyin 3. saatinden itibaren UV ışığı altında karıştırılan çözeltide açık sarıdan koyu kahverengiye doğru renk değişimi görülmüştür. Buna karşın, karanlık ortamda karıştırmaya bırakılan çözeltide ise buna eşdeğer bir renk değişimi gözlemlenmemiştir. UV ışığı altında hazırlanan çözeltinin renk koyulaşması AgNP'lerin oluşumunu göstermektedir. Şekil 3.4'teki AgNP'lerin UV-Vis spektrumları ve örneklere ait fotoğraflar da bu sonucu desteklemektedir.



Şekil 3.4. UV ve karanlık ortamlarda hazırlanan örneklerin UV-Vis spektrumları

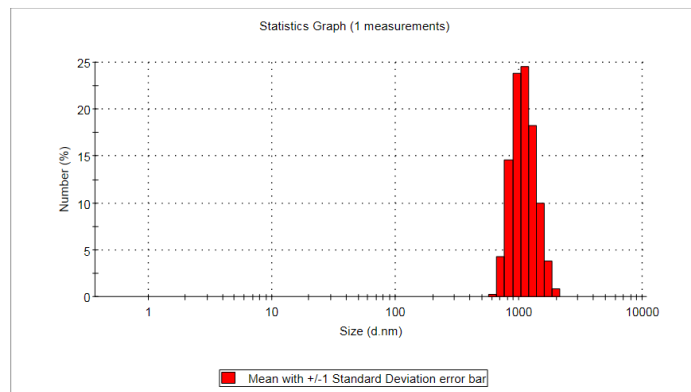
Bu iki örneğin Şekil 3.5'te SEM görüntüleri incelendiğinde, karanlık ortamda hazırlanan örneğin (Şekil 3.5A) düzensiz bir yapıda olduğu ve nanopartikül oluşmadığı gözlemlenmiştir. UV ışığı altında hazırlanan örnekte (Şekil 3.5B) ise 76 nm boyutlarında nanopartiküllere rastlanmaktadır.



Şekil 3.5. A) Karanlık ve B) UV ışık altında hazırlanan örneklerin SEM görüntüleri

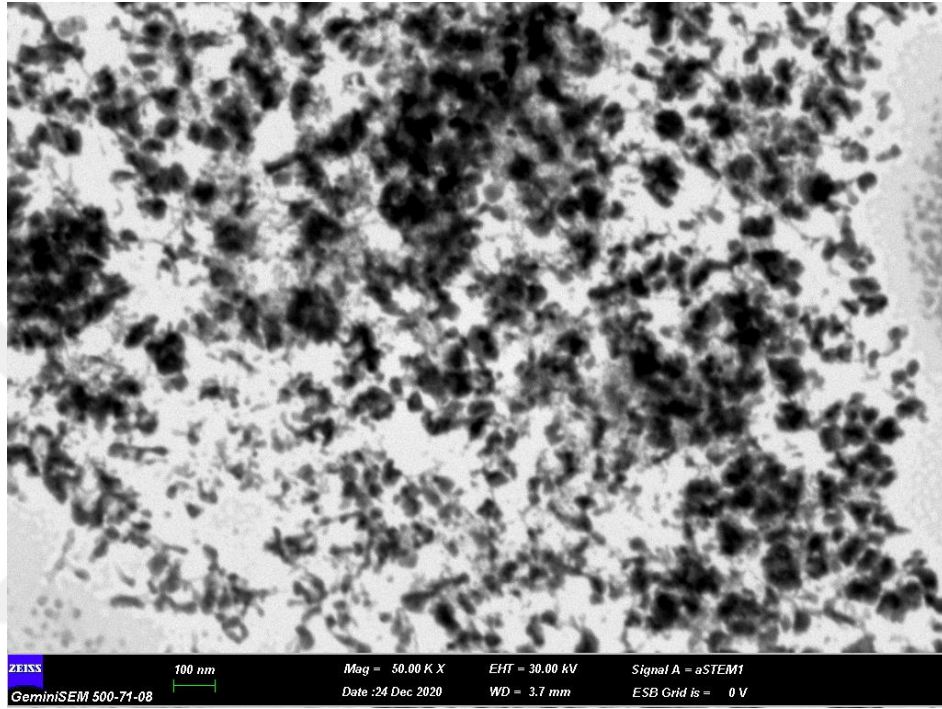
3.2. AgNP'lerin Karakterizasyonu

Dinamik ışık saçılımı metodu (DLS) seyreltik çözelti içerisindeki küçük parçacıklardan saçılan ışığın şiddetinin ve değişiminin ölçülmesi temeline dayanır. DLS yöntemi hidrodinamik büyüklük, difüzyon katsayısı, dağılım indeksi ve parçacık büyüklüğü dağılımının elde edilmesinde kullanılır. Çalışma sonunda yeşil sentez yöntemiyle elde edilen AgNP çözeltisi partikül boyutu yoğunluğuna göre DLS yöntemi kullanılarak karakterize edilmiştir. Şekil 3.6'da parçacık boyut dağılım grafiğine bakıldığında sentezlenen partiküllerin yaklaşık %50'sinin boyutunun 1000 nm civarında olduğu görülmüştür.



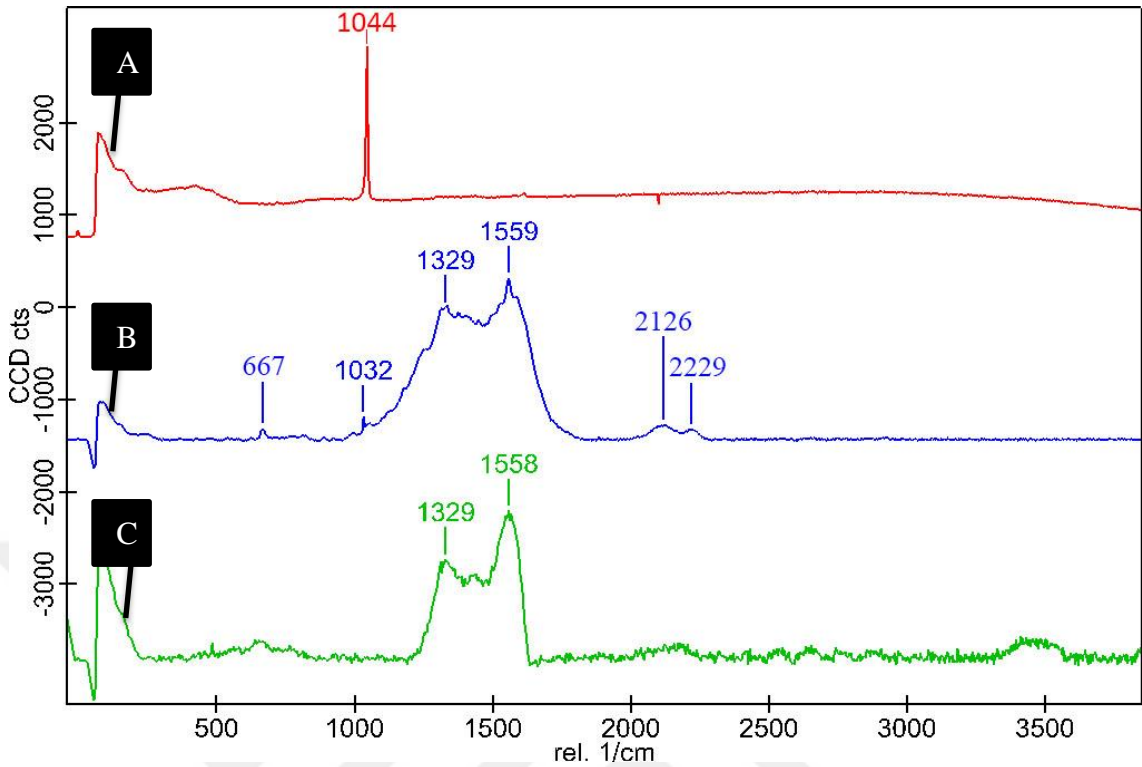
Şekil 3.6. AgNP'lerin DLS ölçümlerine göre parçacık boyut dağılım grafiği

Sentezlenen gümüş nanopartiküllerin morfolojisi ve boyutu SEM görüntüleri ile belirlenmiş ve Şekil 3.7'de gösterilmiştir. Oluşan parçacıkların çoğunlukla küre şeklinde olduğu ve boyutlarının 50–100 nm aralığında değiştiği gözlemlenmiştir.



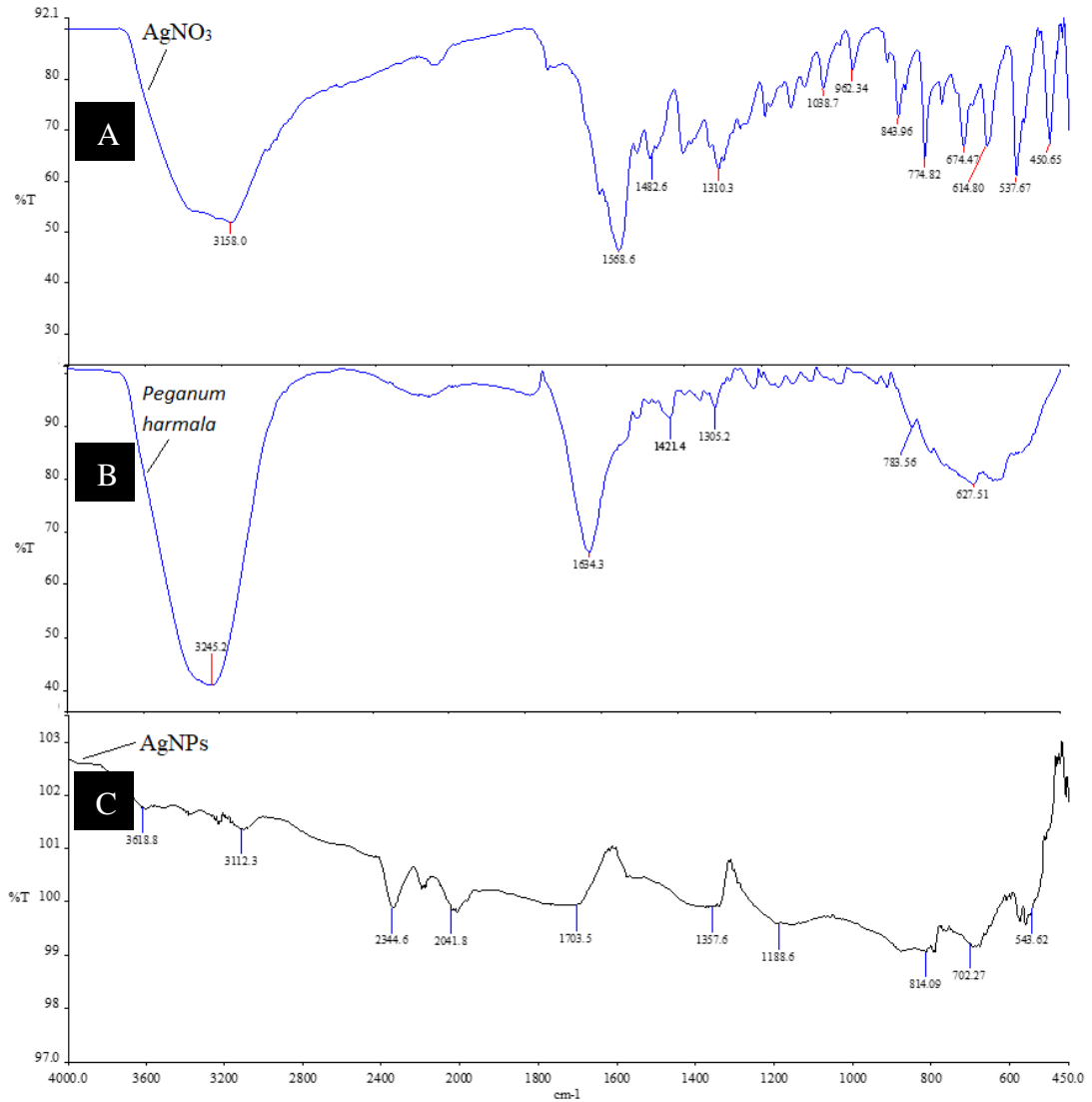
Şekil 3.7. AgNP'lerin SEM görüntüsü

AgNO₃, *P. harmala* ve nihayi ürün (AgNP) örneklerinin Raman spektrumuna ait verileri Şekil 3.8'de verilmiştir. Saf AgNO₃'e ait 1044 cm⁻¹ dalga boyunda görülen spektrum literatürce doğrulanmış ve kanıtlanmıştır [37]. Ekstraksiyon yolu ile elde edilen organik faza spektrum sonucunda D ve G bandlarında sırasıyla 1329 ve 1558 cm⁻¹ dalga boylarında spektrum elde edilmiştir. Sentez basamakları sonrasında elde edilen nihai türe ait spektrumda, organik türün yapısını koruduğu ve nihai üründe baskın düzeyde spektrumlarını sergilediği elde edilen Raman spektrumlarında gözlemlenmiştir. AgNP örneğinde gözlenen 667, 1032, 2126 ve 2229 cm⁻¹ dalga boyunda görülen küçük spektrumların organik fazdan gelen kirliliklerden kaynaklandığı ve bazı hücrel örneklerde gözlemlendiği literatürdeki çalışmalar ile sabittir [38].



Şekil 3.8. A) AgNO₃, B) AgNP'ler ve C) *P. harmala* ekstraktının Raman spektrumları

Kimyasal bağlar kızılötesi ışınları ile etkileştiklerinde bir takım titreşim hareketleri yaparlar. Atomlar arasındaki bağlar bu titreşimleri yaparken kızılötesi ışınlarını soğurur. Yapıdaki fonksiyonel gruplara göre kızılötesi ışınının belirli frekanslarını soğurarak detektöre ulaşan ışın miktarını değiştirir. Bu sayede FT-IR spektroskopisi ile bir örneğin içindeki fonksiyonel gruplar belirlenebilir. Şekil 3.9B'de *P. harmala* özütünün 3245 cm⁻¹ frekansında %40 geçirgenliğe sahip bir pik görülmüştür. Bu pik değerindeki kızılötesi ışını O-H gerilimini oluşturduğundan dolayı *P. harmala* örneğinde O-H fonksiyonel grubu olduğu söylenebilir. 1634 cm⁻¹ frekansında %60 geçirgenliğe sahip ikinci bir pik görülmektedir. Bu da C=O gerilimini oluşturduğundan dolayı *P. harmala* örneğinde C=O (karbonil) fonksiyonel grubu olduğu söylenebilir [14]. Şekil 3.9C'de AgNP örneğinin spektrumunda ise bütün değerlerinde herhangi bir soğrulma olmadığından dolayı fonksiyonel grubu hakkında bilgi vermemiştir.



Şekil 3.9. A) AgNO_3 , B) *P. harmala* ve C) AgNP'lerin FT-IR spektrumu

X-Işını Kırınım yöntemi (XRD), her bir kristalin, fazın kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak, X-ışınlarını karakteristik bir düzen içerisinde kırması esasına dayanır. Her bir kristalin faz için bu kırınım profilleri bir nevi parmak izi gibi o kristali tanımlar. X-Işını Kırınım cihazıyla kristal malzemelerin, ince filmlerin ve polimerlerin nitel ve nicel incelemeleri yapılabilir. AgNP'lerin daha iyi incelenmesi için Şekil 3.10'da AgNO_3 ve Şekil 3.11'de *P. harmala* tohum ekstraktının XRD ölçümleri alınmıştır. Şekil 3.12'de AgNP'lerin XRD spektrumunda 2θ değerinde 4 tane yoğun pik (Pik açıları: $38,17^\circ$ | $44,27^\circ$ | $64,21^\circ$ | $77,33^\circ$) gözlenmiştir. Bragg kanunu ile her bir pik noktasında bu hesaplamalar yapıldığında malzemenin katmanları arasındaki mesafe (d) bulunabilir. (X

ışınları birinci dereceden yansımaları alındığı için m değeri 1 alınır, $\alpha_n =$ Yüzey merkezli kübün bir kenarı, $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$)

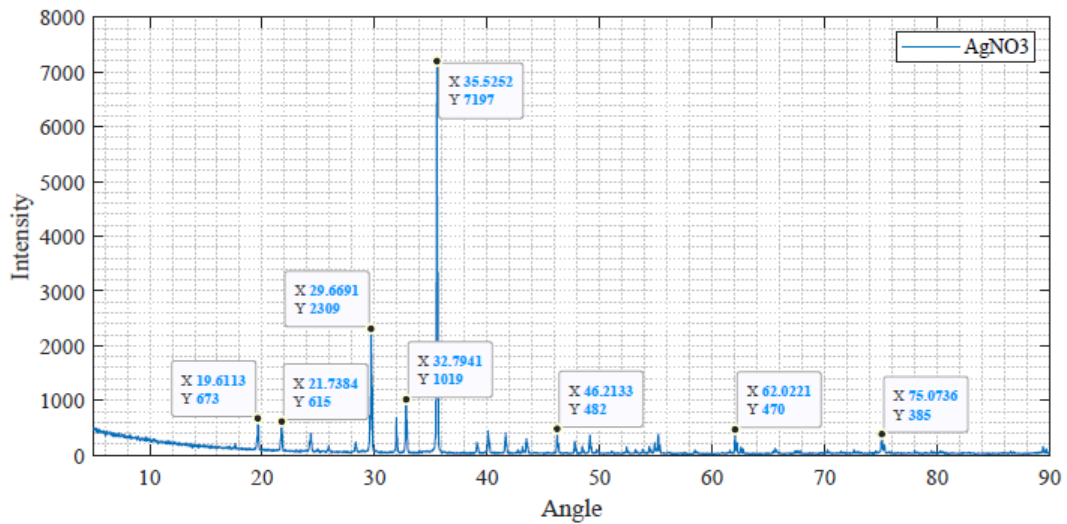
$$m\lambda = 2d \sin\theta$$

$$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$$

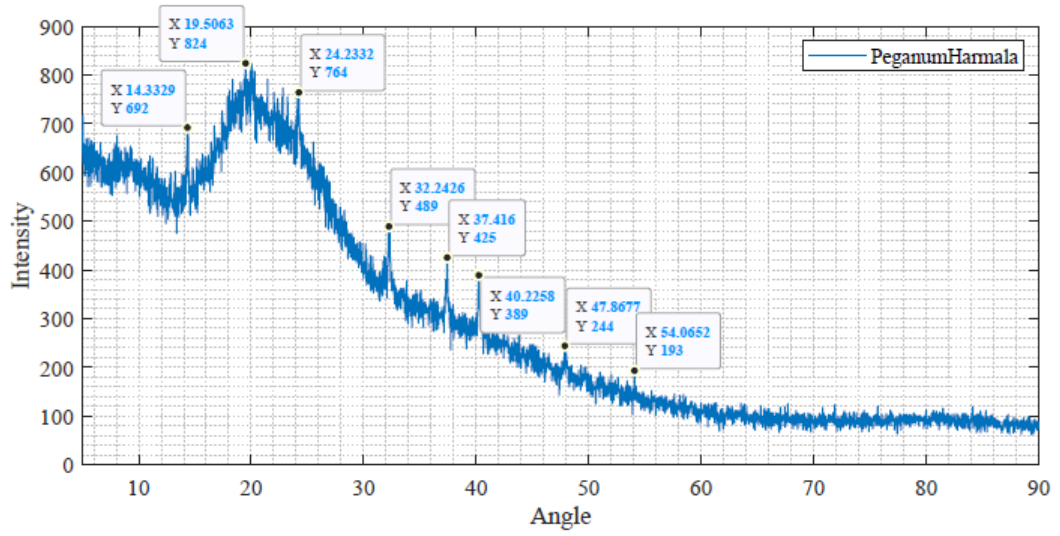
$$d_1 = 0,28 \mid d_2 = 0,24 \mid d_3 = 0,19 \mid d_4 = 0,14 \text{ (nm)}$$

$$\alpha_n = d_n \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}, R = \frac{\alpha \sqrt{2}}{4}$$

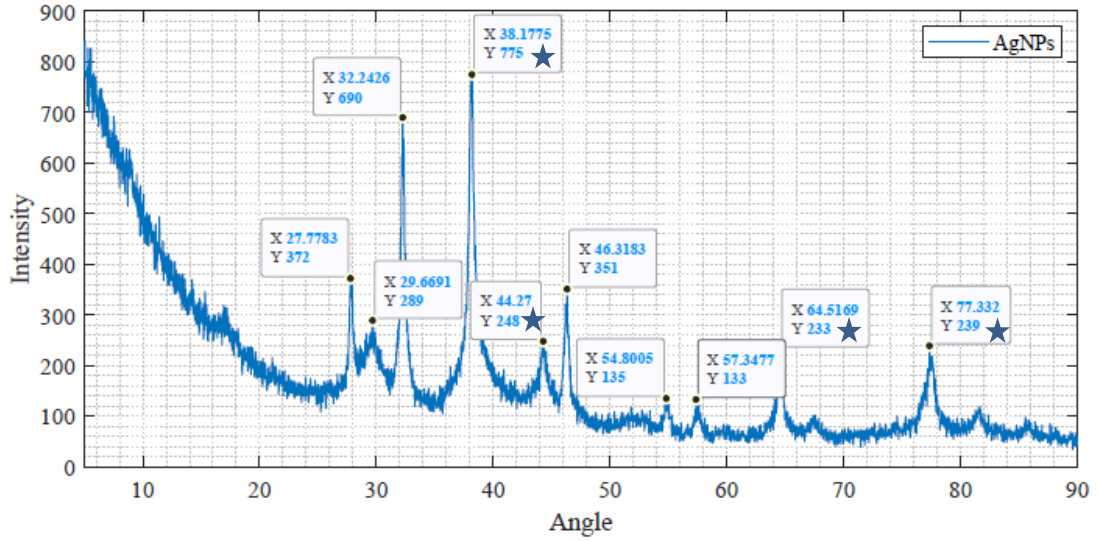
Gümüşün yüzey merkezli kübik (FCC) yapısından dolayı α ilk dört yansıması ((h,k,l): (1,1,1), (2,0,0), (2,2,0), (3,1,1)) sırasıyla indekslenerek malzemedeki atom yarıçapına (R) erişilebilir. Bu hesaplamalar yapıldığında malzemedeki atom yarıçapı 4 indis değerinde de gümüşün atomik yarıçapına (0,14 nm) yakın bir değer bulunmuştur. Bu ölçüm gümüş partiküllerin varlığını ortaya koymuştur.



Şekil 3.10. AgNO3 tuzunun XRD spektrumu



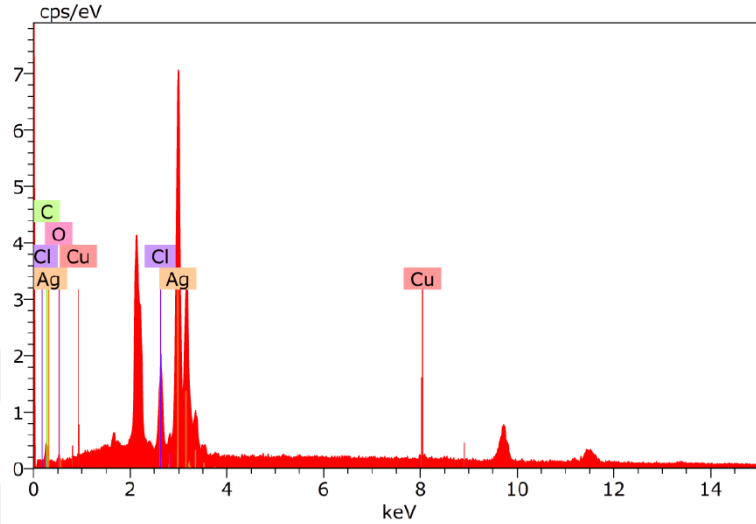
Şekil 3.11. *P. harmala* tohum tozunun XRD spektrumu



Şekil 3.12. AgNP'lerin XRD spektrumu

Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (EDX) numunelerin elementel analizlerini yapar. Böylece malzemenin içinde barındırdığı elementlerin oranlarını çıkarır. Şekil 3.13'te AgNP örneğinin EDX spektrum dağılımı incelendiğinde Ag, Cl ve Cu gibi elementlerin

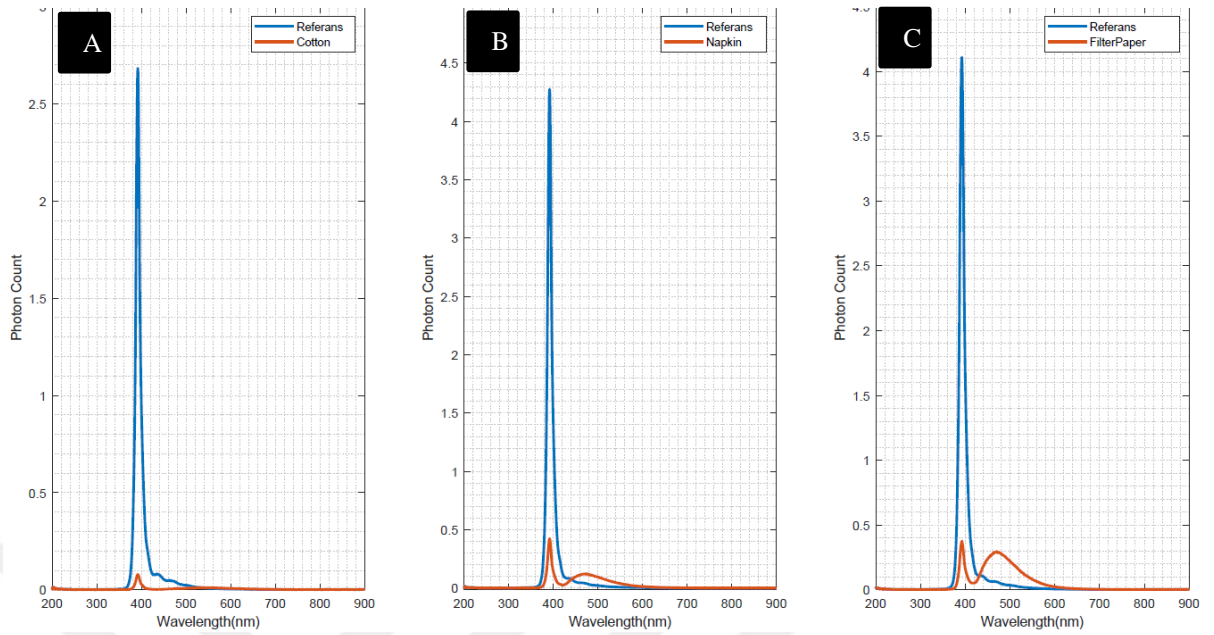
varlığı görülmektedir. EDX spektrumu, numunenin içindeki Ag elementinin %74,20 oranı ile diğer elementlerden daha fazla olduğunu göstermiştir.



Şekil 3.13. AgNP'lerin EDX spektrumları

3.3. Katı Haldeki Tohum Ekstraktının Işık Verimliliğine Etkisi

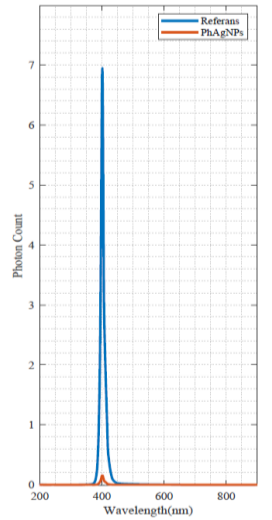
Fitre kâğıdında, pamukta ve kâğıt havluda katılaştırılmış tohum ekstraktı için Şekil 3.14'te görüldüğü gibi üç farklı sonuç elde edilmiştir. 2 dk süre ile ekstrakt içinde bekleyen filtre kâğıdının (Filter Paper) ışık verimliliği %44,5 bulunmuştur, pamuk örneğinin (Cotton) ışık verimliliği %6 ve kâğıt havlu örneğinin (Napkin) ışık verimliliği ise %21,5 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre filtre kâğıdında tohum ekstraktının katılaştırılması ışık verimliliği kaybını azalttığı görülmüştür.



Şekil 3.14. Pamukta kurutulmuş (A), Peçetede kurutulmuş (B) ve Filtre kağıdında kurutulmuş (C) katı *P. harmala* tohum ekstraktının ışık emisyon eğrileri

3.4. AgNP'lerin Işık Verimliliğine Etkisi

Çalışma sonucunda katılaştırılmış AgNP'lerin Şekil 3.15'te ışık emisyon eğrileri incelenmiş ancak emisyon değerinin çok zayıf olduğu görülmüş ve kuantum verimliliği ise %0,22 olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.15. AgNP'lerin ışık emisyon eğrisi

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Sunulan tez çalışmasında, öncelikle *P. harmala*'nın su içindeki ekstraktı kullanılarak gümüş nanopartiküller sentezlenmiştir. UV-vis spektroskopisi analizinde 0, 2, 4, 24 ve 48 olmak üzere farklı saatlerde alınan örneklerde gümüş nanoparçacıklarının oluştuğu gözlemlenmiştir. Oda sıcaklığında belirli zaman aralıkları ile alınan numunelerin soğurma spektrum değerleri ölçülerek 4, 24 ve 48. saatlerde sırasıyla maksimum 451 nm, 483 nm ve 510 nm'de belirgin plazmon rezonansı belirlenmiştir. Azizi ve ark. Tarafından yapılan bir çalışmada, *P. harmala* bitki özütü kullanılarak üretilen gümüş nanoparçacıkların UV-vis analizi sonucunda 447 nm'de maksimum değer rapor etmişlerdir. Bir başka çalışmada da Baran ve ark. (2019), fıstık (*Pistacia vera*) yaprağı özütünü kullanarak UV-vis analiz sonucunu 460 nm'de maksimum soğurma belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da 4. saatte alınan UV-Vis spektrumu 451 nm değerinde olup diğer çalışmalara benzerlik göstermiştir. 4. saatten sonra devam eden çözelti karıştırması spektrumun kaymasına sebep olmuştur.

AgNP'lerin XRD spektrumunda 2θ değerinde 4 tane yoğun pik gözlemlenmiştir. Küresel yapılarının (111), (200), (220) ve (311) tabakalarındaki yansımaları sırasıyla $38,17^\circ$, $44,27^\circ$, $64,21^\circ$, $77,33^\circ$ olarak gözlemlenmiştir. Azizi ve ark. (2017) *P. harmala* bitki özütünü kullanarak ürettikleri AgNP'lerin (111), (200), (220) ve (311) tabakalarındaki yansımaları 2θ değerinde 38° , 44° , 64° ve 77° değerleri ile AgNP'lerin kristal yapıya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Azizi ve ark. (2017) yaptığı çalışmada AgNP'lerin XRD spektrumunda belirli açılarda oluşan pikler bizim çalışmamızda da görülmüştür.

DLS analizinde parçacıkların yaklaşık %50 oranında boyutlarının 1000 nm civarında olduğu görülmüştür. Azizi ve ark. (2017), Baran ve ark. (2019), Sadeghi ve ark. (2015)

ve Baghizadeh ve ark. (2015) yeşil sentez yöntemiyle farklı bitki özütleri kullanarak AgNP üretmişlerdir. Hepsinin de üretmiş olduğu nanopartiküllerin boyutu 50 nm'nin altında bulunmuştur. Nanopartikülleri üretirken izledikleri yöntem ve deneyin aşamalarının bir tanesi hariç, diğer aşamalar bizim çalışmamız ile benzerdir. Çalışmamızdaki deney aşamalarının diğer çalışmalardan eksik olan şey ise, bitki özütü AgNO₃ çözeltisine eklendiğinde karışır halde olmaması ve damla damla yavaş bir şekilde eklenmemesidir. Bahsi geçen diğer çalışmalarda 600 rpm'de dönen AgNO₃ çözeltisi üzerine damla damla bitki özütü eklenerek deney yapılmıştır. Bu sayede üretmiş oldukları nanopartiküller 50 nm'nin altında bir boyuta sahip olmuştur. Çalışmamızdaki partikül boyutunun büyük olması bundan kaynaklanıyor olabilir.

Üretilmiş olan AgNP'lerin FTIR analizinde bütün frekans değerlerinde numune tarafından soğrulan ışın gözlemlenmemiştir. Çünkü cihaz tarafından numuneye gönderilen ışığın %99'u dedektöre ulaşmıştır bu da numune tarafından soğrulmanın olmadığını göstermiştir. Bundan dolayı numunenin fonksiyonel yapısı hakkında bilgiye ulaşamamıştır.

EDX sonuçlarına göre %74 oranında element içeriğinin gümüşe ait olduğu görülmüştür. Hemmati ve ark. (2018), *Fritillaria* çiçek özütünü kullanarak üretmiş oldukları nanopartiküllerin %70, Sadeghi ve ark. (2015) *Pistacia atlantica* bitki ekstraktını kullanarak ürettikleri nanopartiküllerin %73, Baghizadeh ve ark. (2015) *Calendula* bitki ekstraktını kullanarak üretmiş oldukları nanopartiküllerin ise %75 oranında element içeriğinin gümüşe ait olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, AgNO₃ çözeltisinin ekstrakt ile tepkimeye girerek ve Ag atomlarının partikül oluşumunda etkili olmuştur. Gümüşün varlığı AgNO₃ şeklinde olsaydı çözeltinin 5 dk santrifüj ile yıkanması aşamasında AgNO₃ çökmeyecek ve su ile beraber ayrılacaktı, bunun sebebi santrifüj ile AgNO₃'ün çökmesinin uzun zaman almasıdır.

P. harmala tohum özütünden elde edilen AgNP'lerin morfolojik özellikleri SEM kullanılarak incelenmiştir. Gümüş nanopartiküllerin düzensiz şekillerde 40-120 nm boyutlar arasında olduğu belirlenmiştir. Eren ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada Fıstık (*Pistacia vera L.*) bitki özütünden elde edilen AgNP'lerin SEM sonuçlarına göre, AgNP'lerin küresel görünümde ve kristal boyutunun 16 nm olduğunu belirtmişlerdir. Hemmati ve ark. (2018) *Fritillaria* çiçek özütünden ürettikleri AgNP'lerin küresel yapıda ve 10 nm boyutunda olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızdaki partiküllerin düzensiz yapıda ve büyük boyutlarda olmasının sebebinin,

tohum özütünü $AgNO_3$ çözeltisine eklerken çözeltinin karışır halde olmamasından kaynaklandığı düşünülmekle beraber bahsi geçen çalışmalarda AgNP'lerin oluşma süresi için Eren ve ark. 30 dk, Hemmati ve ark. ise 2 h süre belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda ise bu süre 48 h olarak belirlenmiştir. Uzun süre karıştırmanın partiküllerin koagülasyonuna sebep olduğu ve partikül büyüklüğünü arttırmış olabileceği düşünülmektedir.

SEM görüntüsünde AgNP'lerin yüzey analizi yapılmıştır. Oluşan partiküllerin bağımsız olmadığı, birçoğunun sudan daha yoğun sıvı ile bir-birine yapışık olduğu ve büyük partikülleri (50-200 nm) oluşturduğu görülmüştür. Hemmati ve ark. (2018), *Fritillaria* çiçek özütü kullanarak küresel yapıda ve 10 nm boyutunda AgNP üretmişlerdir. Bizim çalışmamızda partiküllerin birbirine yapışık olmasının sebebini yıkama işleminin az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

P. harmala tohum özütünün filtre kağıdında katılaştırılan örneğinin UV LED üzerinde katman şeklinde uygulanarak soğrulma ve saçılma değerleri ölçülmüştür. Bu değerler kullanılarak kuantum verimliliği MATLAB ortamında hesaplanmıştır. *P. harmala* tohum özütünün filtre kağıdında katılaştırılan örneğinin kuantum verimliliği %44,5 olarak hesaplanmıştır. Soran-Erdem ve ark. (2016), sentezledikleri oligomer nanopartiküller ile yaptıkları LED çalışmasında kuantum verimliliği %43,5 olarak hesaplamış ve aydınlatma sistemlerinde kullanılabilirliğini savunmuşlardır. Bu da bizim çalışmamızda kullandığımız tohum özütünün de aydınlatma sistemlerinde kullanılabileceğini göstermiştir.

P. harmala tohum özütü ile üretilen AgNP'ler katılaştırılıp UV LED üzerinde ölçümler alınmış ancak AgNP'lerden herhangi bir emisyon gözlemlenmemiştir. Kuantum verimliliği %0,22 olarak hesaplanmış ve aydınlatma sistemlerinde bunun uygulanmasının uygun olmadığı görülmüştür.

4.2. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde yeşil sentez yöntemi ile nanopartikül üretimi ucuz ve çevre dostu olmasından dolayı dikkat çekmektedir. Bu özellikleri nedeniyle nanopartiküllerin sağlık alanında kullanımı artmıştır. Nanopartiküllerin en önemli özelliklerinden birisi, tek başlarına etkinlikleri düşük iken başka malzemelerle birlikte olduğunda etkinlikleri çok daha fazla olmaktadır.

Bu çalışmada *P. harmala* bitkisinin tohum özütü kullanılarak AgNP'lerin biyolojik sentezi gerçekleştirilmiştir. Su içerisinde çözdürülen 0,51 g AgNO₃ tuzu ile 0,1 M AgNO₃ çözeltisi hazırlanmış ve tohum özütü ile UV ışığı altında renk değişimi tamamlanana kadar karıştırılmıştır. Nanopartiküllerin oluşumunu göstermek için spektrofotometre cihazı ile ölçüm yapılmış olup nanopartiküllerin spektrumu 510 nm olarak gözlemlenmiştir. Nanopartiküllerin çözelti içerisindeki boyut dağılım grafiği ise DLS analizi kullanılarak belirlenmiştir. DLS analizine göre parçacıkların ortalama büyüklüğü 1100 nm olarak belirlenmiştir. AgNP çözeltisindeki elementlerin dağılımını görmek için EDX analizi yapılmıştır. EDX analiz sonucunda Ag elementi miktarının oranının %74,20 olduğu gözlemlenmiş olup çözeltinin içindeki partiküllerde Ag elementinin olduğunu kanıtlamıştır.

SEM görüntülerinde partiküllerin yoğun ve katman şeklinde olduğu görülmüştür. Ayrıca örnek üzerinde 76 nm boyutunda partiküllere de rastlanıldığı görülmüştür.

P. harmala tohum özütünün floresan aktivitesini görmek için tohum özütü, filtre kâğıdı, kâğıt havlu ve pamuğa emdirilmiş ve hemen ardından kurutulmuştur. Kurutulmuş örneklerin 395 nm dalga boyu ışık altında bütünleştirici küre yardımı ile emisyon ölçümü alınmıştır. Ölçüm sonucunda *P. harmala* tohum özütünün kurutulmuş örneklerinin yaklaşık 475 nm dalga boyunda ışık yaydığı gözlemlenmiştir. Kurutulmuş olan örneklerden yayılan ışık miktarının kuantum verimlilikleri hesaplanmış ve filtre kâğıdının %44,6 oranı ile verimliliğinin diğer örneklerden daha fazla olduğu görülmüştür. *P. harmala* AgNP'lerin ışık verimliliğini de görmek için AgNP çözeltisi cam üzerinde kurutulmuş ve tekrar bütünleştirici küre yardımı ile emisyon değerleri ölçülmüştür ancak ışık yaymadığı görülmüş olup kuantum verimliliği %0,22 olarak ölçülmüştür.

Sentezlenen gümüş nanopartiküllerin parmak izi XRD analizi ile belirlenmiştir. AgNP'lerin XRD spektrumunda 2θ değerinde 4 tane yoğun pik (Pik açıları: 32,24° | 38,17° | 46,32° | 64,52°) gözlenmiştir. Ag⁺ iyonlarının Ag⁰'a indirgenmesiyle AgNP oluşturduğu düşünülen fonksiyonel gruplar FTIR analizi ile belirlenmiştir. *P. harmala* örneğinin FTIR spektrumuna göre 3245 cm⁻¹ frekansında %40 geçirgenliğe sahip pikin O-H fonksiyonel grubuna ait olduğu; 1634 cm⁻¹ frekansında %60 geçirgenliğe sahip ikinci pikin ise C=O fonksiyonel grubuna ait olduğu belirlenmiştir. AgNP örneğinin FTIR spektrumunda ise bütün frekans değerlerinde geçirgenliğin %99'un üstünde olduğu görülmüştür. Böylelikle oluşan yapı, kızılötesi ışınlarını soğurmadığı için malzemenin fonksiyonel yapısı ile ilgili bir bilgi vermemiştir.

Üretilen AgNP'ler UV LED üzerine yerleştirilmiş ve bütünleştirici küre yardımı ile emisyon değerleri ölçülmüştür. Ancak hiçbir emisyon gözlemlenmemiştir. Bundan önceki deneylerde *P. harmala* bitki özütünün floresan özelliği görülmüştü. Ancak bitki özütünden AgNP elde edildikten sonra bu floresan özelliğin kaybolduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak *P. harmala* tohum ekstraktı ile üretilmiş AgNP'lerin floresan malzeme olarak kullanılamayacağı ancak saf tohum ekstraktının katılaştırılmış halinin yüksek kuantum verimliliğinden dolayı floresan malzemelerde ve aydınlatma sistemlerinde kullanılabilirliği gösterilmiştir.



KAYNAKÇA

1. Perker, S., 2010. Nanoteknoloji ve yapı malzemesi alanına etkileri. **Engineering Sciences**, **5** (4), 639-648
2. http://bilsenbesergil.blogspot.com/p/9_3.html, (Erişim Tarihi: 11 Mart 2021)
3. Ateş, H., 2015. Nano parçacıklar ve nano teller. **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, **3** (1):437-442
4. https://www.researchgate.net/figure/Example-of-top-down-and-bottom-up-strategies-for-synthesis-of-NPs-Based-on-18_fig1_319361710 , (Erişim Tarihi: 28 Mayıs 2021)
5. Ren, S., Zhao, G., Wang, Y., Wang, B., Wang, Q. 2015. Enhanced photocatalytic performance of sandwiched ZnO@ Ag@ Cu₂O nanorod films: the distinct role of Ag NPs in the visible light and UV region. **Nanotechnology**, **26** (12), 125403.
6. Jiang, S., Hu, Z., Chen, Z., Fu, X., Jiang, X., Jiao, Q., Zhang, G. 2013. Resonant absorption and scattering suppression of localized surface plasmons in Ag particles on green LED. **Optics express**, **21** (10), 12100-12110.
7. Cho, K. H., Park, J. E., Osaka, T., & Park, S. G. 2005. The study of antimicrobial activity and preservative effects of nanosilver ingredient. **Electrochimica Acta**, **51** (5), 956-960.
8. Kırıcı, S., Kayıran, S. D., Tokuz, G. 2018. Doğu Akdeniz bölgesinde üzerlik (*Peganum harmala L.*) bitkisinin tütsü olarak kullanımı. **Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi**, **8** (1), 1-12.
9. Kaplan, M. 2020. Halk Hekimliğinde Holistik/Bütüncül Yaklaşım: Üzerlik Otu (*Peganum harmala*) Örneği. **Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi**, **60** (1), 415-430.
10. Gürmen, S., Ebin, B., İTÜ, M. 2008. Nanopartiküller ve üretim yöntemleri-1. **Metalurji Dergisi**, **150**, 31-38.
11. Beykaya, M., Çağlar, A. 2016. Bitkisel özütler kullanılarak gümüş-nanopartikül (AgNP) sentezlenmesi ve antimikrobiyal etkinlikleri üzerine bir araştırma. **Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, **16** (3), 631-641.

12. Çolak, İ., Sefa, İ., Bayındır, R., Demirtaş, M. 2007. Güneş enerjisi kaynaklı LED armatür tasarımı. **Politeknik Dergisi**, **10** (4), 347-352.
13. <https://www.blenerji.com/blog/13/led-dunyasi-ve-aydinlatma-sistemlerine-giris>, (Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2021)
14. Azizi, M., Sedaghat, S., Tahvildari, K., Derakhshi, P., Ghaemi, A. 2017. Synthesis of silver nanoparticles using *Peganum harmala* extract as a green route. **Green Chemistry Letters and Reviews**, **10** (4), 420-427.
15. Das, R., Nath, S. S., Chakdar, D., Gope, G., Bhattacharjee, R. 2010. Synthesis of silver nanoparticles and their optical properties. **Journal of Experimental Nanoscience**, **5** (4), 357-362.
16. Aygün, A., Gülbağça, F., Nas, M. S., Alma, M. H., Çalimli, M. H., Ustaoglu, B., Şen, F. 2020. Biological synthesis of silver nanoparticles using *Rheum ribes* and evaluation of their anticarcinogenic and antimicrobial potential: a novel approach in phytonanotechnology. **Journal of pharmaceutical and biomedical analysis**, **179**, 113012.
17. Ghotekar, S., Savale, A., Pansambal, S. 2018. Phytofabrication of fluorescent silver nanoparticles from *Leucaena leucocephala* L. leaves and their biological activities. **Journal of Water and Environmental Nanotechnology**, **3** (2), 95-105.
18. Balachandar, R., Gurumoorthy, P., Karmegam, N., Barabadi, H., Subbaiya, R., Anand, K., Saravanan, M. 2019. Plant-mediated synthesis, characterization and bactericidal potential of emerging silver nanoparticles using stem extract of *Phyllanthus pinnatus*: a recent advance in phytonanotechnology. **Journal of Cluster Science**, **30** (6), 1481-1488.
19. Vettumperumal, R., Kalyanaraman, S., Selvan, G. T., Selvakumar, P. M. 2018. Fluorescence analysis of natural dyes from *Plumeria rubra* (red and white) flowers. **Optik**, **159**, 108-114.
20. Zhu, L., Yin, Y., Wang, C. F., & Chen, S., 2013. Plant leaf-derived fluorescent carbon dots for sensing, patterning and coding. **Journal of Materials Chemistry C**, **1**(32), 4925-4932.
21. Hemmati, S., Rashtiani, A., Zangeneh, M. M., Mohammadi, P., Zangeneh, A., Veisi, H. 2019. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using

- Fritillaria flower extract and their antibacterial activity against some human pathogens. **Polyhedron**, **158**, 8-14.
22. Gopinath, K., Kumaraguru, S., Bhakayaraj, K., Mohan, S., Venkatesh, K. S., Esakkirajan, M., Arumugam, A. 2016. Green synthesis of silver, gold and silver/gold bimetallic nanoparticles using the *Gloriosa superba* leaf extract and their antibacterial and antibiofilm activities. **Microbial pathogenesis**, **101**, 1-11.
23. Abdullah, Eren., Baran, M. 2019. Fıstık (*Pistacia vera L.*) Yaprğından Gümüş Nanopartikül (AgNP)'lerin Sentezi, Karakterizasyonu ve Antimikrobiyal Aktivitesinin İncelenmesi. **Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi**, **6** (2), 165-173.
24. Fırat Baran, M. 2019. *Prunus avium* kiraz yaprağı özütü ile gümüş nanopartikül (AgNP) sentezi ve antimikrobiyal etkisinin incelenmesi. **Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi**, **10** (1), 221-227.
25. Elemike, E. E., Onwudiwe, D. C., Fayemi, O. E., Botha, T. L. 2019. Green synthesis and electrochemistry of Ag, Au, and Ag–Au bimetallic nanoparticles using golden rod (*Solidago canadensis*) leaf extract. **Applied Physics A**, **125** (1), 42.
26. Baghizadeh, A., Ranjbar, S., Gupta, V. K., Asif, M., Pourseyedi, S., Karimi, M. J., Mohammadinejad, R. 2015. Green synthesis of silver nanoparticles using seed extract of *Calendula officinalis* in liquid phase. **Journal of molecular liquids**, **207**, 159-163.
27. Annamalai, A., Christina, V. L. P., Christina, V., Lakshmi, P. T. V. 2014. Green synthesis and characterisation of Ag NPs using aqueous extract of *Phyllanthus maderaspatensis L.* **Journal of Experimental Nanoscience**, **9** (2), 113-119.
28. Sadeghi, B., Rostami, A., Momeni, S. S. 2015. Facile green synthesis of silver nanoparticles using seed aqueous extract of *Pistacia atlantica* and its antibacterial activity. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, **134**, 326-332.
29. Demirbas, A., Welt, B. A., Ocoy, I. 2016. Biosynthesis of red cabbage extract directed Ag NPs and their effect on the loss of antioxidant activity. **Materials Letters**, **179**, 20-23.

30. Jia, K., Shou, H., Wang, P., Zhou, X., Liu, X. 2016. Controlled synthesis of silver nanostructures stabilized by fluorescent polyarylene ether nitrile. **Applied Surface Science**, **377**, 180-183.
31. Barani, H., Mahltig, B. 2020. Microwave-Assisted Synthesis of Silver Nanoparticles: Effect of Reaction Temperature and Precursor Concentration on Fluorescent Property. **Journal of Cluster Science**, 1-11.
32. Kumar, B., Angulo, Y., Smita, K., Cumbal, L., Debut, A. 2016. *Capuli* cherry-mediated green synthesis of silver nanoparticles under white solar and blue LED light. **Particuology**, **24**, 123-128.
33. Lin, S., Wang, Z., Zhang, Y., Huang, Y., Yuan, R., Xiang, W., Zhou, Y. 2017. Easy synthesis of silver nanoparticles-orange emissive carbon dots hybrids exhibiting enhanced fluorescence for white light emitting diodes. **Journal of Alloys and Compounds**, **700**, 75-82.
34. Rodriguez-Sanchez, L., Blanco, M. C., Lopez-Quintela, M. A. 2000. Electrochemical synthesis of silver nanoparticles. **The Journal of Physical Chemistry B**, **104** (41), 9683-9688.
35. Soran-Erdem, Z., Erdem, T., Gungor, K., Pennakalathil, J., Tuncel, D., & Demir, H. V. 2016. High-Stability, High-Efficiency Organic Monoliths Made of Oligomer Nanoparticles Wrapped in Organic Matrix. **ACS nano**, 10(5), 5333-5339.
36. <https://www.sektorumdergisi.com/uv-ultraviyole-nedir-cesitleri-nelerdir-nerelerde-kullanilir/> , (Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2021)
37. Hou, Y., Nie, B., & Li, Z. 2020. Raman spectroscopy of AgNO₃ complex encapsulated fullerene (C₆₀) microcube. **Vibrational Spectroscopy**, 109, 103089.
38. Wang, L., Tuschel, D., & Asher, S. A. 2011. 229 nm UV photochemical degradation of energetic molecules. **CBRNE Sensing XII**, 8018, 80181B.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Ali ÖRENÇ
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri:
Medeni Durum:
e-mail:
Yazışma Adresi:

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Nanobilim ve Nanoteknoloji	2021
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği	2018
Lise	Midyat Anadolu Lisesi, Mardin	2013

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2021-Halen	Erciyes Teknopark	4 Ay
2019-2019	MEİSSA TIBBİ CİHAZLAR	3 Ay

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR