



T.C.
SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***PYRUS ELAEGNİFOLIA L. (AHLAT) MEYVE EKSTRAKTINDA
SENTEZLENEN GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİ (AGNP)+ZEİN İÇEREN
FİLMİN ANTIOKSİDAN VE ANTİBAKTERİYAL ETKİNLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI***

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSMAİL ESAT YILMAZ

(20189232013)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nevcihan GÜRSOY

SIVAS

ARALIK 2022

İsmail Esat YILMAZ'ın hazırladığı ve "**PYRUS ELAEAGNIFOLIA L. (AHLAT) MEYVE EKSTRAKTINDA SENTEZLENEN GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİ (AGNP)+ZEİN İÇEREN FİLMİN ANTIOKSİDAN VE ANTİBAKTERİYAL ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı **Prof. Dr. Nevcihan GÜRSOY**
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyesi **Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Burcu AKTAŞ**
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyesi **Dr. Öğr. Üyesi Bülent ZORLUGENÇ**
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nevcihan GÜRSOY
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.

*Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından **M-794** Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.*



Bütün hakları saklıdır.

Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© İsmail Esat YILMAZ, 2022

ETİK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

15.12.2022

İsmail Esat YILMAZ

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Lisans eğitim hayatım boyunca ve yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında engin bilgi ve birikimlerini aktaran, deneysel sürecimi gerçekleştirirken benden tecrübelerini ve emeğini esirgemeyen, saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Nevcihan GÜRSOY'a, tez çalışmamı gerçekleştirdiğim süreç boyunca benden yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi A. Burcu AKTAŞ hocama, Gıda Yüksek Mühendisi Pelin ÇAĞILTI ve Gıda Mühendisi Mustafa TOPRAK arkadaşlarıma, Laboratuvar Sorumlusu Mustafa ŞAHİN'e, deneysel süreçte lazım olan kimyasalları ve çalışmamı gerçekleştirdiğim laboratuvar ortam teminini sağlayan Sivas Cumhuriyet Üniversitesine, Mühendislik Fakültesine ve Fen Bilimleri Enstitüsüne, tez projem için gerekli maddi desteği sağlayan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP)'ne, gerek lisans gerekse yüksek lisans eğitimimde bilgi ve birikimleri ile destekçim olan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarıma, maddi ve manevi desteklerini, sevgilerini benden esirgemeyen her türlü süreçte yanımda olan canım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

PYRUS ELAEAGNİFOLİA L. (AHLAT) MEYVE EKSTRAKTINDA SENTEZLENEN GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİ (AGNP)+ZEİN İÇEREN FİLMİN ANTİOKSİDAN VE ANTİBAKTERİYAL ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

İsmail Esat YILMAZ

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nevcihan GÜRSOY

2022, 39+xvi sayfa

Bu çalışmada Sivas ilinin Koyulhisar ilçesi florasına ait *Pyrus elaeagnifolia L.* (Ahlat) meyvesi ekstraktında gümüş nanopartikül (AgNP) sentezi yapılarak farklı konsantrasyonlarda (%1, %2 ve %3) yenilebilir (mısır proteini) zein filmi içerisine eklenerek, sentetik içeriği bulunmayan, insan sağlığı üzerinde olumsuz etki yaratmayan, çevre dostu ambalaj ya da kaplama materyali ve katkı maddesi olarak kullanılabilen antibakteriyal özelliğe sahip film oluşumunun sağlanması amaçlanmıştır. Mevsiminde toplanan meyvelerin ekstrakt eldesi için katı-sıvı ekstraksiyon yöntemi kullanılarak, sentezlenen AgNP'lerin karakterizasyonunu belirlemede UV-VIS Spektrofotometri, Atomik Güç Mikroskop (AFM) ve Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) görüntüleme cihazları kullanılmıştır. Yenilebilir zein filmlerde su tutma kapasitesi ölçülerek, antioksidan özelliğinin belirlenmesinde DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) yöntemi, fenolik madde içeriklerinin belirlenmesinde Folin- Ciocalteu metodu ve in vitro antibakteriyal etkilerinin belirlenmesinde Kirby-Bauer disk difüzyon testi kullanılmıştır. Ahlat ekstraktında sentezlenen AgNP'lerin UV-VIS spektrum ölçümü 445 nm, AFM ölçüm sonucunda 59,688 ve 194,727 nm boyutunda, SEM ölçüm sonucunda minimum 47,82 nm ve maksimum 64,93 nm, yenilebilir zein filmlerde su tutma kapasitesi %1, %2 ve %3 için sırasıyla %27,86, %46,55 ve %53,11, DPPH radikalini giderme bakımından antioksidan madde miktarı %1, %2 ve %3 için 11,258, 12,418 ve 12,798 (%TAC), toplam fenolik madde içeriği %1, %2 ve %3 için sırası ile 35,45, 37,7 ve 52,2 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g örnek bulunmuştur. Antibakteriyal analiz sonucunda *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* üzerinde benzer etki gösterdiği tespit

edilmiştir. Antibakteriyal analizin istatistiki değerlendirmesinde iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi SPSS 22.0 yazılım programı kullanılmış ($p > 0,05$) olduğu için önemli düzeyde farklılık gözlemlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pyrus elaeagnifolia L.* (Ahlat), Zein, Yenilebilir film, AgNP, Antibakteriyal, Antioksidan



ABSTRACT

INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF FILM CONTAINING SILVER NANOPARTICLES (AGNP)+ZEIN SYNTHETIC IN *PYRUS ELAEAGNIFOLIA L.* (AHLAT) FRUIT EXTRACT

İsmail Esat YILMAZ

Master of Science Thesis,

Department of Food Engineer

Supervisor: Prof. Dr. Nevcihan GÜRSOY

2022, 39+xvi pages

In this study, silver nanoparticle (AgNP) was synthesized in the extract of *Pyrus elaeagnifolia L.* (Ahlata) fruit belonging to the Koyulhisar district flora of Sivas province and added to the edible (corn protein) zein film at different concentrations (1%, 2% and 3%), which has no synthetic content, It is aimed to provide the formation of films with antibacterial properties that can be used as an environmentally friendly packaging or coating material and additive that does not have a negative impact on human health. UV-VIS Spectrophotometer, Atomic Force Microscope (AFM) and Scanning Electron Microscope (SEM) imaging devices were used to determine the characterization of the synthesized AgNPs by using solid-liquid extraction method to obtain the extract of fruits collected in the season. By measuring the water holding capacity of edible zein films, the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) method was used to determine the antioxidant properties, the Folin-Ciocalteu method to determine the phenolic substance content, and the Kirby-Bauer disc diffusion test to determine the in vitro antibacterial effects. UV-VIS spectrum measurement of AgNPs synthesized in the Ahlat extract is 445 nm, 59,688 and 194,727 nm size as a result of AFM measurement, minimum 47.82 nm and maximum 64.93 nm as a result of SEM measurement, water holding capacity of edible zein films is 1%, 2% and For 3%, 27.86%, 46.55% and 53.11%, antioxidant substance content in terms of DPPH radical removal 1%, 2% and 3% for 12,798, 12,418 and 11,258 (%TAC), total phenolic content % 35.45, 37.7 and 52.2 mg gallic

acid equivalent (GAE)/g sample were found for 1, 2% and 3%, respectively. As a result of the antibacterial analysis, it was determined that it had similar effects on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. In the statistical evaluation of the antibacterial analysis, the significance test of the difference between the two averages, SPSS 22.0 software program, was used. Since ($p > 0.05$), no significant difference was observed.

Keywords: *Pyrus elaeagnifolia* L. (Ahlat), Zein, Edible film, AgNP, Antibacterial, Antioxidant



İÇİNDEKİLER

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR	VI
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Ahlat Meyvesi	2
1.1.1 Ahlat Meyvesi Çeşitleri	3
1.2 Besinsel Kompozisyon	4
1.2.1 Ahlatın Besinsel Kompozisyonu	4
1.3 Bakteriler	4
1.3.1 <i>Escherichia coli</i>	4
1.3.2 <i>Staphylococcus aureus</i>	5
1.4 Zein.....	5
2. MATERYAL VE METOD	7
2.1 Materyal.....	7
2.1.1 Ahlat Meyve Örnek Temini	7
2.1.2 Mikroorganizmalar.....	7
2.1.3 Kimyasallar	8
2.2 Metod.....	8
2.2.1 Ahlat Meyve Ekstrakt Eldesi	8

2.2.2 Ahlat Meyve Ekstraktında AgNP Sentezi	9
2.2.3 Sentezlenen Gümüş Nanopartiküllerin Karakterizasyonu.....	9
2.2.3.1 UV-VIS Spektrofotometri Analizi.....	9
2.2.3.2 Atomik Kuvvet Mikroskop (AFM) Analizi.....	10
2.2.3.3 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi	10
2.2.4 Ahlat Meyve Ekstraktında +AgNP Zein Yenilebilir Film Eldesi	10
2.2.5 Filmlerin Su Tutma Kapasitesi	11
2.2.6 Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	12
2.2.6.1 DPPH Testi.....	12
2.2.7 Toplam Fenolik Konsantrasyon Tayini	13
2.2.8 Bakteri Gelişimi İçin Besiyeri Ortamının Hazırlanması	13
2.2.9 Antibakteriyal Aktivite Tayini.....	14
2.2.9.1 Ahlat Meyve Ekstraktı +AgNP Zein Yenilebilir Filminde Antibakteriyal Aktivite.....	14
2.2.10 İstatiksel Analiz	15
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	16
3.1 Ahlat Meyve Ekstraktında AgNP Sentezi	16
3.2. Sentezlenen Gümüş Nanopartiküllerin Karakterizasyonu	17
3.2.1 UV-VIS Spektrofotometri Analizi.....	17
3.2.2 Atomik Güç Mikroskop (AFM) Analizi.....	18
3.2.3 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi.....	20
3.3 Zein Filminin Su Tutma Kapasitesinin Ölçülmesi	21
3.4 Antioksidan Aktivite	23
3.4.1 DPPH Test Sonucu	23
3.5 Toplam Fenolik Madde	24
3.6 Ahlat Meyve Ekstraktı +AgNP Zein Yenilebilir Filminde Antibakteriyal Aktivite	26

3.7 İstatistiksel Analiz	29
4. SONUÇ.....	31
KAYNAKÇA	32
ÖZGEÇMİŞ.....	39



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Ahlat meyvesi	7
Şekil 2.2 Ahlat meyvesi, Meyve ekstraktı	8
Şekil 2.3 SI-600 masaüstü çalkalayıcı	9
Şekil 2.4 Spektrofotometri (Shimadzu UV-2600/2700)	9
Şekil 2.5 AFM (Park Systems XE-100E)	10
Şekil 2.6 Farklı Konsantrasyonlarda (%1, %2, %3) hazırlanan zein filmleri.....	11
Şekil 2.7 %1, %2 ve %3 konsantrasyonlarda hazırlanmış film kesitleri	11
Şekil 2.8 İklimlendirme cihazı (SIEMENS MIT-120)	12
Şekil 2.9 DPPH	12
Şekil 2.10 Folin-Ciocalteu ve sodyum karbonat.....	13
Şekil 2.11 Bakteri gelişimi için besiyeri ortamı.....	14
Şekil 3.1 Ahlat ekstrakt çözeltileri ve AgNO ₃ eklenmiş ahlat	16
Şekil 3.2 Ahlat meyve ekstraktında sentezlenen AgNP'nin UV-Vis ölçüm değeri ..	17
Şekil 3.3 Ahlat+AgNP'lerin AFM verileri	19
Şekil 3.4 Ahlat+AgNP'lerin topografyası	19
Şekil 3.5 Ahlat+AgNP'lerin SEM görüntüsü	20
Şekil 3.6 Ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein yenilebilir filmlerin yaş ve kuru tartım ağırlığı	21
Şekil 3.7 Ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein yenilebilir filmlerin su tutma kapasitesi grafığı	22
Şekil 3.8 Su tutma kapasitesi (Moradi vd., 2016).....	22
Şekil 3.9 Ahlat+AgNP zein yenilebilir filmlerin antioksidan aktivite sonucu	23
Şekil 3.10 Gallik asit standart grafığı	25
Şekil 3.11 Toplam fenolik madde miktarı (Siripatrawan vd., 2010)	26
Şekil 3.12 <i>E. coli</i> zon çapları (cm).....	27
Şekil 3.13 <i>E. coli</i> üzerindeki disk difüzyon testi	27
Şekil 3.14 <i>S. aureus</i> zon çapları (cm)	27
Şekil 3.15 <i>S. aureus</i> üzerindeki disk difüzyon testi	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Ahlat lif içeriği.....	4
Çizelge 3.1 Ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein yenilebilir filmin su tutma kapasitesi.....	22
Çizelge 3.2 Bağımsız iki grup arasındaki karşılaştırmaya yönelik bulgular	29
Çizelge 3.3 Birbirine bağlı iki grup arasındaki karşılaştırmaya yönelik bulgular	29
Çizelge 3.4 Gruplar arasındaki karşılaştırmaya yönelik bulgular.....	30



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AgNP	: Gümüş nanopartikül
AFM	: Atomik güç mikroskop
SEM	: Taramalı elektron mikroskop
UV-VIS	: Ultraviyole ve görünür ışık
ATCC	: American Type Cell Collection
SCÜ	: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
DPPH	: 2,2- Difenil-1- pikrilhidrazil
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
TFM	: Toplam fenolik madde miktarı
TAC	: Toplam antioksidan kapasitesi
MHA	: Mueller hinton agar
NA	: Nutrient agar
µg	: Mikrogram
nm	: nanometre
mm	: milimetre
cm	: santimetre
mL	: mililitre
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
PPO	: Polifenoloksidaz

1. GİRİŞ

Avrupa ve Orta Doğu'nun en zengin ülkelerinden biri olan Türkiye, eşsiz florası, iklimi ve coğrafi konumu nedeniyle yaklaşık on bin türe ev sahipliği yapmaktadır. Bu dünya coğrafyasında yenilebilir bitkiler eski çağlardan beri önemli besin kaynakları olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu yabancı türler yerel ekonomide önemli rol oynamaktadır (Doğan ve ark., 2004).

Sistemik olarak Gülgiller (*Rosaceae*) familyasından olan ülkemizde de tabii olarak yetişen ahlat, yabancı armut ve badem yapraklı ahlat, *Pomoideae* alt familyasında incelenir (Davis, 1972; Anşin vd., 1993).

Kuraklığa ve hava kirliliğine dayanıklı bir tür olan ahlat, Anadolunun hemen her yerinde bulunabilen bir ağaç türü olarak karşımıza çıkar. Kurak alanlarda, orman yayılmalarında, otlaklarda ve özellikle ormandan arındırılmış alanlardaki çeşitli alıç (*Crataegus*) türleri ile yaygındır. Yetiştirme şartlarına bağlı olarak değişen 2-20 metre boylanabilen bir ağaçtır. Derin verimli toprak isteyen türleri olduğu gibi çorak topraklara uyumlanmış çeşitleri de vardır. Yaprakları dar, gri-yeşil, yoğun tüylü, tam kenarlıdır. Nisanda çiçek açar ve sonbaharda meyve verir (Kartal, 2013; Ketenoğlu vd., 2006).

Ahlat türünün geçmişi ortalama 3000 yıl önceye dayandığı ve bu zamana kadar botanikçilerce 24 çeşitten fazla ahlat türü tespit edildiği belirtilmektedir. Bu taksonlar çok amaçlı olma özelliklerinden dolayı son derece önemli odunsu taksonlardır. Bu önem, geniş yapraklı odunsu taksonlar olarak meyvelerinin insan ve hayvanlar için besin kaynağı olması, alternatif ve modern tıpta kullanılması ve yaygın kök sistemi nedeniyle erozyon kontrol araştırmalarında kullanılmasından dolayıdır. Bununla beraber, böcek ve hastalıklara karşı dayanıklı olmaları, farklı taç formlarından dolayı peyzaj çalışmalarındaki estetik değer oluşturmaları, farklı toprak yapısı ve iklim özelliklerine adapte olma yeteneklerinin yüksek oluşu bu taksonların önemini artırmaktadır. Bunların içinden ahlat ve badem yapraklı ahlat pürüzlü, dikenli ve zayıf görünüşlüdür (Gültekin ve ark., 2006).

-30 °C'de kış aylarında soğuk bir ortamda yetiştiği ve ortamdan yüksek oranda Zn (çinko) ve Fe (demir) alma yeteneği ile kloroza, yani yüksek pH'ya çok fazla dayanıklı olduğu ve bu sebepten de öteki birçok *Pyrus* türünün yetişmesi ve

büyümesi için uygun olmayan kurak ve kireçli şartlara çok iyi adapte olmuştur. Ahlat anaç olarak kullanıldığı zaman armutlar ile çok iyi uyum sağlar ve bilhassa kloroza karşı dayanıklı armut anacı ıslahında önemli bir yere sahiptir (Keçeci 2018).

Aynı zamanda ilkbaharda ilk çiçek açan ağaçlardan biridir. Dalların uçlarında beyaz/pembe kümeler halinde çiçekler yapraklardan önce belirir. Bağırsak ülserlerini, mide bulantısını ve çarpıntıyı tedavi etmek için kabuğun bir infüzyonu kullanılır. Hemoroid, bağırsak rahatsızlıkları ve ishal için kullanılır. Tüm bu özellikleri, yaban armutunu gıda endüstrisinde çok önemli kılmaktadır. Bir diğer önemli nokta ise bu meyvenin polifenoloksidaz (PPO) enzimini içermesidir (Yerlitürk vd., 2008).

Bu tez çalışmasında *Pyrus elaeagnifolia* L. (Ahlat) meyvesi ekstraktında gümüş nanopartikül (AgNP) sentezi yapılarak farklı konsantrasyonlarda (%1, %2 ve %3) yenilebilir (mısır proteini) zein filmi içerisine eklenerek, sentetik içeriği bulunmayan, insan sağlığı üzerinde olumsuz etki yaratmayan, çevre dostu ambalaj ya da kaplama materyali ve katkı maddesi olarak kullanılabilen antibakteriyal özelliğe sahip film oluşumunun sağlanması hedeflenmiştir.

1.1 Ahlat Meyvesi

Ülkemizde doğal olarak yetişen ahlat, Anadolu'da hemen her bölgede doğal olarak yetişen badem yapraklı ahlat ve yabani armut taksonları sistematikte Gülgiller (*Rosaceae*) familyası, *Pomoideae* alt familyası içerisinde incelenmektedir (Gültekin vd., 2006).

Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*; gülgiller familyası), Anadolu'nun hemen her bölgesinde doğal olarak kendiliğinden yetişen yabani armut ağacının meyvesidir. Bazı yörelerde çördük ve çakal armudu gibi yerel adları da vardır (Kartal, 2013; Ketenoğlu ve ark., 2006).

Meyveler olgunlaştığında sert olup, hasattan sonra kahverengi, yumuşak, tatlı ve yenilebilir bir hal alırlar. Yaygın olarak konserve olarak tüketilirler ve bazen salamura edilir ve kurutulurlar. Meyveler ayrıca halk ilacı olarak, öncelikle ishal tedavisinde ve detoksifikasyon için zehirli yılan ısırıklarında kullanılır. Meyve buzdolabında saklandığında hoş olmayan renkler ve tatlar geliştirir ve kızardığında besin maddelerini kaybeder. Bu nedenle, *Pyrus elaeagnifolia*'da esmerleşmeyi kontrol

etmek için daha etkili yöntemler geliştirmek için PPO'yu karakterize etmek gereklidir (Yerlitürk, 2008).

Meyvelerin enzimatik esmerleşmesi, fenolik endojen bileşiklerin, daha sonra kahverengi, kırmızı ve siyah pigmentlere polimerize olan oldukça kararsız kinonlara oksidasyonu ile ilgilidir (Blumenthal ve ark. 2000).

5-6 m boyunda yuvarlak tepeli, dikenli, beyaz çiçekli, yabani bir ağaçtır. Taşlık yamaçlarda, orman açıklıklarında ve yol kenarlarında doğal yetişir. Meyvesi 3-4 cm çapında ve uzun saplı, tatlımsı, buruktur. Güzel kokulu meyvesi bazen dallarda olgunlaşır ve yere düşer ama genelde toplandıktan sonra bir süre sonra olgunlaşır. Ancak meyvesi yenemeyecek kadar kuru ve çekirdekli olanları da vardır. Ahlat'ın meyvesi C ve B1 vitaminleri, şeker, pektin, asitler ve karoten içerir. Yapraklarında ise C vitamini, çeşitli asitler, flavonoidler, glikozitler ve alkolitler bulundurulur. Sinirleri sakinleştiren ve idrar söktürücü etkileri vardır. Yaprakları kaynatılıp içildiği zaman idrar yollarını temizler buralardaki taşları eritir. Olgunlaşmamış meyveler sıcak suda haşlanarak yenirse; bunun ishali durduran etkisi vardır, hatta gereğinden fazla yenirse kabızlığa sebep olur. Ağacın taze filizleri de zehirli hayvan ısırıklarında dövülerek cilde sarılır (Url-1).

1.1.1 Ahlat Meyvesi Çeşitleri

Ahlat'ın anayurdu Anadolu'dur. Yayılması Anadolu'dan Kafkas'lar üzerinden Kırım'a kadar uzanmaktadır. Arid (kurak) iklim şartlarına uyum sağlamış ve ülkemizin birçok bölgesinde yetişmektedir. Doğal veya yapay kırmalardan ve türler arasındaki hibritasyonlardan oluşmuşlardır (Özbek, 1978).

Ülkemizin farklı bölgelerinde doğal olarak yetişmekte olan ahlat taksonları Gülgiller (Rosaceae) familyası, *Pomoideae* alt familyası içerisinde bulunmaktadır. Hummer ve Postman (2003)'a göre, 24 çeşitten fazla ahlat türünün saptandığı belirtilmektedir (Gültekin ve ark., 2006).

1.2 Besinsel Kompozisyon

1.2.1 Ahlatın Besinsel Kompozisyonu

Ahlat yüksek lif içeriğine sahip bir meyvedir.

Çizelge 1.1 Ahlat lif içeriği

Özellik	Ahlat lif içerik miktarları
Çözünmeyen besinsel lif (%)	39,2
Direk yoğunluk (g/mL)	0,47
Çözünür besinsel lif (%)	7,4
Su bağlama (%)	272
Kitle yoğunluğu (g/mL)	0,63
Çözünürlük (%)	26,2
Kül (%)	3,20
Şişme derecesi (g/g)	3,42
Yağ bağlama (mL yağ/100 g örnek)	14,0
Rutubet (%)	9,7
Toplam besinsel lif (%)	46,6

Kaynak: (Kartal, 2013).

1.3 Bakteriler

1.3.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli, Enterobacteriaceae ailesine ait ve *Escherichia* cinsi içerisinde yer alan bir Gram negatif, spor oluşturmeyen, fakültatif anaerobik, hareketli bir bakteridir (Ewers vd., 2004). Mezofilik bir bakteri olan *E. coli*' nin gelişim sıcaklığı 7 ile 45 °C arasında gözlemlenmektedir. Optimum olarak 37 °C' de üreyen bakterinin pH değeri nötre yakındır (Halkman, 2019).

E. coli için risk grubu olan gıdalar; az pişmiş et ürünleri, yıkama işlemi iyi yapılmayan salatalar, pastörizasyon işlemi uygulanmamış süt ve süt ürünleri, meyve suyu ve sularda, gıda zehirlenmelerinde ise *E. coli* kontaminasyon kaynaklı kanatlı etlerinde, elma sırasında, parçalanmış veya kıyma haline getirilmiş etlerde, hamburger ve sandviç gibi ürünlerde bulunmaktadır (Şahin, 2006).

1.3.2 *Staphylococcus aureus*

S. aureus, Micrococcaceae familyasında yer alan *Staphylococcus* cinsinin bir üyesi olup sporsuz ve durağan kok formundaki bakteri Gram pozitif ve katalaz pozitif özelliktedir. Mezofil karakterli ve fakültatif anaerob gelişim göstermektedir. *S. aureus* suşları optimum 30-37 °C' de, 7,0 -7,5 pH' yı yeğleyen bakteri 4,0-9,3 pH sınırları arasında da gelişmesini sürdürmektedir. *S. aureus*' un dört önemli özelliği mevcuttur. Bunlar; koagulaz üretimi, enterotoksin oluşturması, lesitinaz ve termonukleaz aktivitesidir (Halkman, 2019).

S. aureus insanlarda birçok enfeksiyonlara sebep olan bir bakteri türüdür. Çevre şartlarına dayanıklı oldukları için doğada yaygın olarak bulunmaktadır. İnsanlarda enfeksiyona sebep olan patojen stafilocokların kaynağında yine insanlar vardır. Doğal olarak en fazla burun ve boğaz boşluğunda, insan ve hayvan dışkılarında, ciltte apseli yaralarda ve sivilcelerde yoğunlukla bulunmaktadır. Ayrıca gıdalarda ve gıda işletmelerinde, el ile gıda hazırlayanlarda, hastane personeli ve hastane ortamlarında da yaygın olarak bulunmaktadır. Nazal stafilocoklar, taşıyıcılarla ortama yayılarak tehlike oluşturmaktadır. Taşıyıcı olan ve özellikle gıda sektöründe kendi elleriyle gıda hazırlayan kişiler stafilocok besin zehirlenmelerinin önemli kaynaklarıdır (Hacıbektaşoğlu vd., 1993; Bilgehan, 2000).

1.4 Zein

Epey parlak ve sert bir yapıya sahip olan zein, yağ bariyer özelliğine sahip film ve kaplamaların hazırlanma aşamasında yaygın olarak kullanılan bir biyopolimerdir (Gennadios vd., 1990).

Mısır proteini olan zein bitkinin endosperminde bulunan bir prolamin olup alkolde erimektedir (Luo vd., 2012).

Zein tek başına suda çözünmezken suda ve bazı alkollerde ikili çözücü halinde olduğu ortamlarda çözünür özelliğe sahiptir. Prolamin sınıflandırması ve alkollerin kolay uzaklaştırılması sebebiyle sulu alkoller en çok kullanılan zein çözücüler olarak bilinir (Shukla vd. 2001).

Zeini etanol ve asetonda çözerek, gerilme ve su buharı bariyer özellikleri iyi olan biyobozunur zein filmlerine ulaşılabilir. Nanoteknoloji yaklaşımlarının, zein için özel

gıdalarda ve biyobozunur plastik endüstrisi içersinde yeni uygulamalar meydana getireceği düşünölmektedir. Zein, örneğın formaldehit ile muameleden sonra mikrobiyolojik açıdan dirençli ve durağan olan, tübular yapılardan meydana gelen bir ağ örgüsü oluşturabilir. Ek olarak, zein nano boncukları veya nano partikülleri plastik veya biyoaktif gıda ambalajlarının dayanıklılığını geliştirmek için olduğu gibi, flavor bileşenleri veya nutrasötiklerin enkapsülasyonu için yenilebilir araçlar olarak da kullanılabilir (Dursun vd., 2010).

Zein 3/4 oranda lipofilik ve 1/4 oranda hidrofilik amino asit kalıntılara sahiptir (Luo vd., 2012).

Zeinin hidrofobik karakteristiğı, yapısında barındırdığı yüksek polar olmayan amino asitlerle ilgilidir (Bourtoom, 2008; Shukla vd., 2001).

Zein yenilebilir film oluşturmada eşsiz bir materyaldir; molekül yapısı ve fizikokimyasal özellikleri nedeniyle özellikle son yıllarda endüstride ve bilimsel çalışmalarda zeine yönelim artış göstermektedir (Bilici, 2019).

Bir protein olan zein GRAS (Generally recognized as safe) listesinde yer almaktadır ve FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından gıda sınıfı bir bileşen olarak sınıflandırılır. Yenilebilir filmler oluşturma kabiliyetine sahip zein gıda ve ilaç endüstrileri için cazip bir materyaldir. Kapsülleme, ilaç dağıtım tabanı ve doku uygulanması araştırılmıştır (Nonthanum vd., 2012).

Zein ilaç salımı, gıda koruması, antioksidan ve emülgatör gibi katkı maddesi formunda pek çok çalışmada kullanılır (Wu vd., 2012).

Biyobozunur özellikteki zein eczacılık ve gıda uygulamalarında biyoaktif bileşikleri kapsayan kendiliğinden bir araya getirilmiş nanopartiküller oluşturma kabiliyeti nedeniyle kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır (Luo vd., 2012).

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Gıda Mikrobiyolojisi ve Nano Gıda Teknolojisi Araştırma Laboratuvar'ında yapılmıştır.

2.1 Materyal

2.1.1 Ahlat Meyve Örnekleme

Ham madde olarak kullanılan ahlat Sivas ilinin Koyulhisar bölgesinden temin edilip getirilmiş ve işleninceye kadar +4 °C'de buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir. Analizlerde kullanılan tüm kimyasal maddeler ve solventler analitik saflık ve niteliktedir.



Şekil 2.1 Ahlat meyvesi

2.1.2 Mikroorganizmalar

Bakteri türleri olarak Gram(+)’de *S. aureus* (ATCC 25923), Gram(-)’de *E. coli* (ATCC 8739) ATCC’den ticari olarak satın alınmıştır. SCÜ Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Mikrobiyoloji ve Nano Gıda Teknolojisi Araştırma Laboratuvarı'nda gelişim için uygun koşul ve ortamlarda yayma tekniği kullanılarak MHA (Mueller-Hinton agar) besiyerinde bakterilerin canlandırması yapılmıştır.

2.1.3 Kimyasallar

Analizlerde kullanılan tüm kimyasal maddeler ve solventler analitik saflık ve niteliktedir.

Gümüş nitrat

Zein

Etanol

Gliserol

DPPH

Metanol

Folin-Ciocalteu

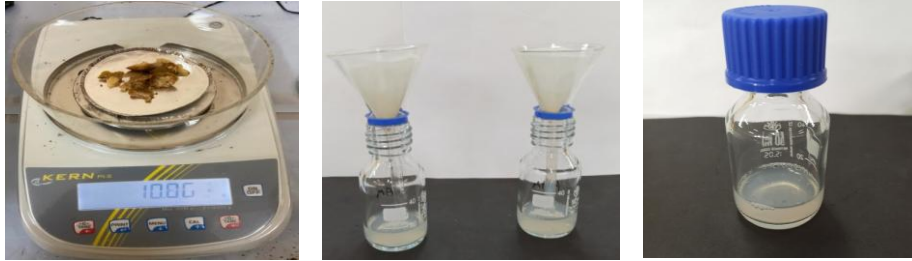
Gallik asit

Sodyum karbonat

2.2 Metod

2.2.1 Ahlat Meyve Ekstrakt Eldesi

Ahlat meyve ekstraktının eldesi için katı-sıvı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Ahlat meyvesi işlem görmeden önce distile sudan geçirilmiş ve daha sonra 10 g meyve eti tartılarak havanda dövülmüştür. Daha sonra üzerine 20 mL saf su eklenerek manyetik ısıtıcıda 80 °C ayarlanarak ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Oda sıcaklığında soğutulmuş ardından Whatman no.3 filtre kağıdı kullanılarak süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstrakt kullanılana kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 2.2 Ahlat meyvesi, Meyve ekstraktı

2.2.2 Ahlat Meyve Ekstraktında AgNP Sentezi

1 mM gümüş nitrat (AgNO_3) sulu çözeltisi hazırlamak için 0.017 g AgNO_3 tartılarak 100 mL'lik balon jodede distile su ile çözdürülmüştür. Ahlat meyve ekstraktından %1, %2, %3'lük konsantrasyonlar elde etmek için, hazırlanan AgNO_3 çözeltisinden 1:1, 1:2 ve 1:3 oranında ekleme yapılarak 50 mL'lik steril otoklavlanabilen mavi kapaklı cam şişelerde 1200 rpm'de çalkalamalı karıştırıcıda (SI-600 masaüstü çalkalayıcı) renk değişimi gözlemlenene kadar karıştırılmıştır.

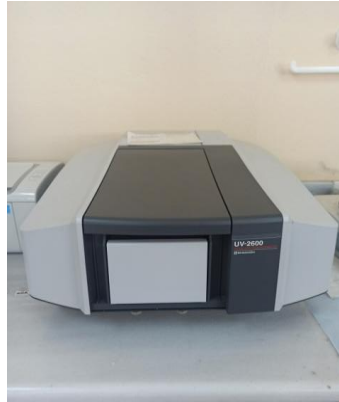


Şekil 2.3 SI-600 masaüstü çalkalayıcı

2.2.3 Sentezlenen Gümüş Nanopartiküllerin Karakterizasyonu

2.2.3.1 UV-VIS Spektrofotometri Analizi

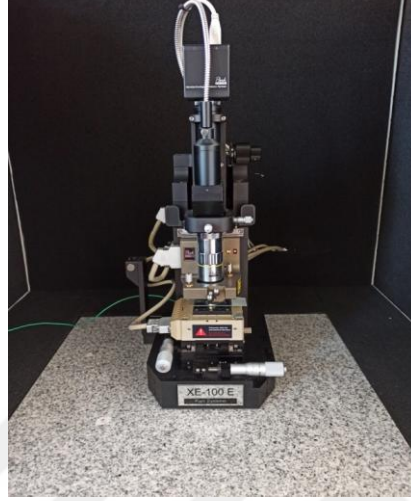
Üretilen AgNP'lerin absorbans spektrum ölçümleri UV-VIS (Shimadzu UV-2600/2700) spektrofotometri 300-500 nm'de kullanılarak gümüş nanopartiküllerin oluşumu gözlemlenmiştir.



Şekil 2.4 Spektrofotometri (Shimadzu UV-2600/2700)

2.2.3.2 Atomik Kuvvet Mikroskop (AFM) Analizi

Üretilen AgNP'lerin 3 boyutlu görüntüleri AFM (Park Systems XE-100E) kullanılarak elde edilmiştir. Sentezlenen AgNP'ler silikon film üzerine kaplanarak boyut özellikleri ve yüzey topografyası belirlenmiştir.



Şekil 2.5 AFM (Park Systems XE-100E)

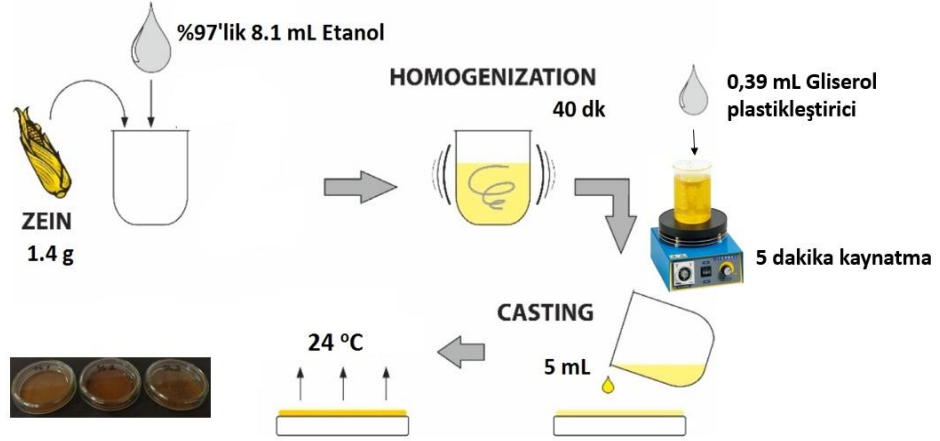
2.2.3.3 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi

Sıvı haldeki örnekler ince bir tabaka halinde karbon yapışkanlı kalıplara damlatıldıktan sonra üzerleri ince bir altın tabaka ile kaplanmış ve üretilen AgNP'lerin partikül boyut ve şekil özelliklerinin mikroskopik değerlendirilmesinde Tescan Mira 3 XMU Scanning Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılarak elde edilmiştir.

2.2.4 Ahlat Meyve Ekstraktında +AgNP Zein Yenilebilir Film

Eldesi

%97'lik 8,1 mL etanol içerisinde 1,4 g zein 40 dakika oda sıcaklığında çalkalanarak çözüldürülmüştür. Çözeltiye 0,39 mL gliserol plastikleştirici eklenip 5 dakika kaynatılmıştır. Solüsyon oda sıcaklığına geldikten sonra içerisine önceden hazırlanmış olan ahlat meyve ekstraktına %1, %2 ve %3 oranlarında AgNP eklenmiştir. Steril cam petrilere yaklaşık 5 mL dökülmüş ve 24 °C'de bir gece kurumaya bırakılmıştır (Mecitoğlu ve ark. 2006).



Şekil 2.6 Farklı Konsantrasyonlarda (%1, %2, %3) hazırlanan zein filmleri

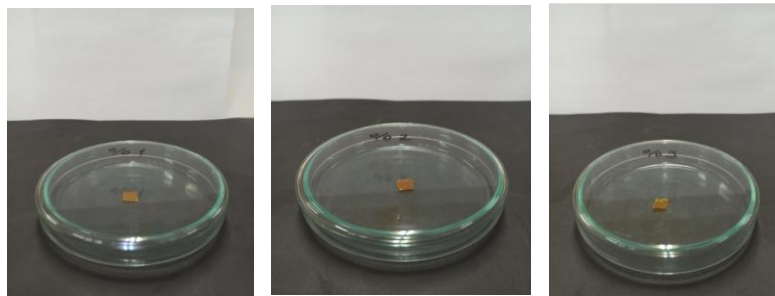
2.2.5 Filmlerin Su Tutma Kapasitesi

1,5 x 15 mm boyutunda filmler bistüri ile kesilip ağırlıkları tartılmıştır. Tartılan parçalar 30 mL distile su içeren petri içerisine alınarak (SIEMENS MIT-120) iklimlendirme cihazında %40-45 nem içeren ortamda 25 ± 2 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Bekletilen film parçaları hassas bir şekilde filtre kağıdı üzerine alınarak tekrar tartılmıştır. Hesaplama (Mayachiew P., Devahastin S., 2010)'da bildirilen formül'e göre yapılmıştır (Moradi ve ark. 2016).

$$SI(\%) = [(W_y - W_k) / W_k] \times 100$$

W_k = Kuru filmin ağırlığı, gram

W_y = Yaş filmin ağırlığı, gram



Şekil 2.7 %1, %2 ve %3 konsantrasyonlarda hazırlanmış film kesitleri



Şekil 2.8 İklimlendirme cihazı (SIEMENS MIT-120)

2.2.6 Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Ahlat meyve ekstraktında sentezlenen AgNP ve zein yenilebilir filminin antioksidan aktivite tayininde DPPH metodu kullanılmıştır.

2.2.6.1 DPPH Testi

Örneklerin antioksidan özellikleri DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikali yakalama mekanizmasından yararlanılarak Bolis metoduna göre yapılmıştır (Bolis, 1958). Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan 2,8 mL film ekstraktları üzerine 2 mL 6×10^{-5} M metanollü DPPH çözeltisi eklenmiştir ve oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika inkübe edildikten sonra 517 nm'de metanolden oluşan köre karşı okunmuştur. DPPH serbest radikal giderme aktivitesi aşağıdaki eşitlikten faydalanılarak hesaplanmıştır (Siripatrawan ve ark., 2010).

$$\text{DPPH yakalama aktivitesi (\%)} = [(A_{S_{\text{kont}}} - A_{S_{\text{ekst}}}) / A_{S_{\text{kont}}} \times 100$$

A_{kont} : Kontrol örneğinin absorbans

A_{ekst} : Ahlat meyve ekstraktı +zein yenilebilir film örneğinin absorbansı



Şekil 2.9 DPPH

2.2.7 Toplam Fenolik Konsantrasyon Tayini

Toplam fenolik içerik tayini Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak yapılmıştır ve standart fenolik bileşik olarak Gallik asit (Merck 8.42649.0025) kullanılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Hazırladığımız her bir yenilebilir filmde 25 mg örnek, 3 mL distile su içerisinde çözündürülmüştür. Hazırlanan ekstraktan 0,1 mL alınıp 7 mL distile su ve 0,5 mL Folin-Ciocalteu (Merck 1.0900-1.0500) reaktifi eklenip oda sıcaklığında 8 dakika çalkalanmış, 1,5 mL sodyum karbonat solüsyonu ve 0,9 mL distile su ilave edilmiştir. 2 saat boyunca karanlık ortamda, oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Örneğin absorbans spektrum ölçümleri Shimadzu UV-2600/2700 UV- Vis Spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Örnekteki toplam fenolik bileşik miktarı mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/ g örnek olarak ifade edilmiştir (Siripatrawan ve ark., 2010).



Şekil 2.10 Folin-Ciocalteu ve sodyum karbonat

2.2.8 Bakteri Gelişimi İçin Besiyeri Ortamının Hazırlanması

Bakteri gelişmesi için 20,0 g/L NA (Nutrient Agar) ve 34,0 g/L MHA (Mueller-Hinton agar) konsantrasyonda besiyerleri ayrı ayrı damıtılmış su içerisinde ısıtma işlemi gerçekleştirilerek (Wisestir MSH-20A, Almanya), homojen karışması sağlanmıştır. Besi ortamlarının sterilizasyonu için NA 121 °C'de 15 dakika, MHA 115 °C'de 10 dakika otoklavda (Hirayama Hiclave HV-85L, Japonya) sterilize edilmiştir. Sterilize edilen besi ortamları 45-50 °C'de soğutulurken steril kabinde (2000, ClasII, Microbiological Safety Cabinet Herasafe KS, Portekiz), 100 mm steril cam petrilere 15 mL dökülerek oda sıcaklığında katılaşması beklenmiştir.



Şekil 2.11 Bakteri gelişimi için besiyeri ortamı

2.2.9 Antibakteriyal Aktivite Tayini

2.2.9.1 Ahlat Meyve Ekstraktı +AgNP Zein Yenilebilir Filminde Antibakteriyal Aktivite

Antibakteriyal aktivite çalışmalarında Kirby-Bauer disk diffüzyon testi sonucunda bakteri duyarlılığına bağlı olarak oluşan zon gelişimleri değerlendirilmiştir. İnhibisyon zonu oluşumu ve çap büyüklüğünün bakterinin duyarlılığı hakkında bilgi verdiği, oluşan zon mm cinsinden ölçülerek gerekli değerlendirmelerin yapılabileceği ifade edilmiştir (L' Antibiogramme, 1985; Lee vd., 1976).

Bu çalışmada, MHA besiyeri ortamı kullanılarak 2 bakteri türü *S. aureus* (Gram+) ve *E. coli* (Gram-) üzerinde antibakteriyal etki gözlemlenmiştir. Bu amaçla 3 kontrol, 3 farklı konsantrasyonda hazırlanmış olan ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein karışımından oluşturulmuş yenilebilir filmler, olmak üzere toplam 6 grup oluşturulmuştur.

Kontrol₁: Zein

Kontrol₂: Ahlat meyve ekstraktı + zein filmi

Pozitif Kontrol₃: Ampisilin

Grup 1: %1 AgNP+ Ahlat meyve ekstraktı+ zein

Grup 2: %2 AgNP+ Ahlat meyve ekstraktı+ zein

Grup 3: %3 AgNP+ Ahlat meyve ekstraktı+ zein

Hazırlanan %1, %2 ve %3 oranlarında ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein filmlerden 10 mm çapında kesitler çıkartılmıştır. Çıkartılan filmlerin antibakteriyal etkilerini

görmek için, petrilere 15 mL MHA dökülmüştür ve besiyeri donduktan sonra bakteri yayma yöntemi kullanılarak, petrilere ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan petrilere uygun aralıklarla film kesitleri yerleştirilip 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Her bir film ve kontrol grupları için oluşan zon çapları kumpas ile ölçülerek karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

2.2.10 İstatiksel Analiz

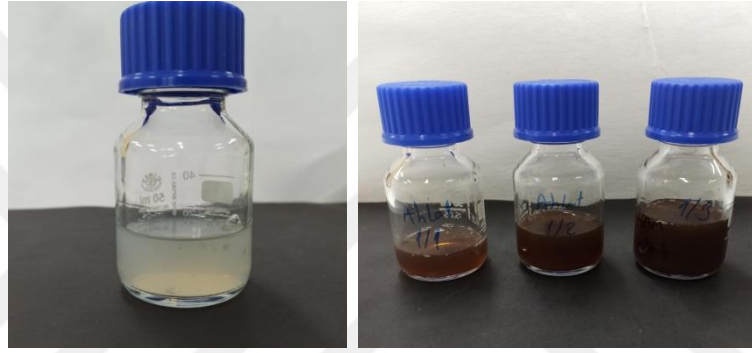
Kirby- Bauer disk difüzyon tekniği kullanılarak elde edilen verilerde yerleştirilen diskler arasındaki istatiksel değerlendirme SPSS 22.0 (USA: SPSS IBM Corp) paket programı kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki önemli fark ise $p < 0,05$ güven aralığında analiz edilmiştir. İstatiksel anlamda iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi sonucuna göre yorumlama yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Ahlat Meyve Ekstraktında AgNP Sentezi

Hazırlanan 1 mM AgNO₃ sulu çözeltisi ile ahlat meyve ekstraktı oda sıcaklığında karıştırılmış ve reaksiyonu gerçekleşen çözeltinin renk değişimi periyodik olarak kontrol edilerek Şekil 3.1’de görüldüğü gibi şeffaftan koyu kahverengiye dönüşmüştür.

Elde edilen bu renk değişikliği nanopartiküllerin oluştuğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir (Geethalakshmi ve Sarada 2010; Al-ogaidi vd., 2017).



Şekil 3.1 Ahlat ekstrekt çözeltileri ve AgNO₃ eklenmiş ahlat

Yapılan literatür araştırmalarında daha önce ahlat meyve ekstraktı üzerinde AgNP sentezlendiğine dair bilgiye rastlanılmadığından, çalışma konusuna benzer farklı bitki özütleri kullanılarak elde edilen sonuçların karşılaştırması yapılmıştır.

Li vd., (2021), *Pyrus betulifolia Bunge* bitki ekstraktında yaptığı çalışmada AgNO₃ çözeltisi eklendikten sonra şeffaf renkten açık kahverengiye daha sonra tamamen kahverengiye dönüştüğünü, Mahmood vd., (2022), *Pyrus comminus* (armut) bitki özünün kabuk ve tohumlarında yaptığı çalışmada 6 mL ekstrekt içerisine 10 mL sulu AgNO₃ çözeltisi ekleyip 24 saat oda sıcaklığında beklettikten sonra renk değişimi olduğunu bildirmişlerdir.

Ediz vd., (2021), *Phaseolus vulgaris L.* (fasulye) ekstraktında yaptığı çalışmada AgNO₃ eklendikten sonra şeffaf renkte olan ekstrekt bir süre sonra kahverengiye dönüştüğünü, Kumar vd., (2017), *Physalis angulata* (Çukurova fener otu) bitki özütü üzerinde yapılan çalışmada şeffaf renkten koyu kahverengiye, Diler ve Leblebicier (2020), *Mespilus germanica L.* (muşmula) özütü üzerinde yaptığı

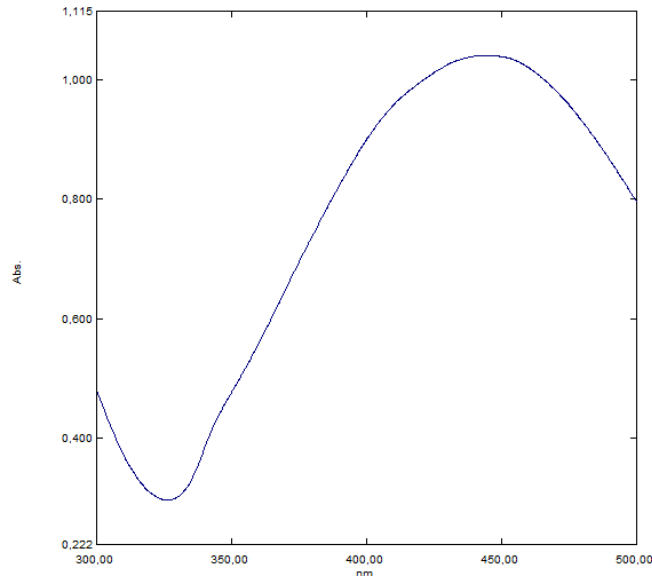
çalışmada bitkisel özüt ve AgNO₃ çözeltisinin başlangıçtaki ve karıştırma süresi sonundaki rengin açık sarıdan koyu kahverengiye, Pirtarighat ve ark., (2017), *Melissa officinalis* (limon otu) ekstresi üzerinde yaptığı çalışmada bitki özütüne AgNO₃ ekleyip oda sıcaklığında 1 saat karıştırdıktan sonra sarımtırak yeşil renkten, mor kırmızıya dönüştüğünü gözlemlemişlerdir. Bu renk değişiminin AgNP'lerin oluşumunun göstergesi olarak kabul edildiğini bildirmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada gözlemlenen şeffaf renkten koyu kahverengiye renk değişiminin, araştırma sonuçlarına göre AgNP sentezinin gerçekleştiğinin kanaatine varılmıştır.

3.2. Sentezlenen Gümüş Nanopartiküllerin Karakterizasyonu

3.2.1 UV-VIS Spektrofotometri Analizi

Çalışmada oda sıcaklığında 1mM AgNO₃ ve 30 mL ahlat ekstrakt konsantrasyonunda sentez gerçekleştirilmiştir. AgNP'lerin spektrum ölçümleri UV-Vis spektrofotometri kullanılarak 300 ile 500 nm arasında okuma yapılmıştır. Spektrofotometrik okumada en yüksek pik değeri Şekil 3.2'de görüldüğü gibi 445 nm dalga boyunda elde edilmiştir.



Şekil 3.2 Ahlat meyve ekstraktında sentezlenen AgNP'nin UV-Vis ölçüm değeri

Yapılan literatür araştırmasında AgNP'lerin max. absorbans verdiği aralık 400-500 nm arasında olduğu tespit edilmiştir (Kumar vd., 2017).

Mahmood vd., (2022), *Pyrus comminus* (armut) bitki özünün kabuk ve tohumlarında sentezlediği AgNP'lerin UV-VIS ölçümlerini 200-1100 nm dalga boyu aralığında kabuk için 460 nm, tohum için 433 nm'de karakteristik absorbans değeri elde ettiğini bildirmiştir.

Banerjee vd., (2014), Hint bitkilerinden sentezlenen AgNP'lerin 425 ile 475 nm aralığında yüzey plazmon rezonansı (SPR) nedeniyle maksimum absorbansa sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Li vd., (2021), *Pyrus betulifolia Bunge* bitki ekstraktında yaptığı çalışmada sentezlediği AgNP'lerin UV-VIS ölçümlerini 300-700 nm dalga boyu aralığında gözlemleyerek, 425 nm'de karakteristik absorbans değeri ile AgNP'lerin sentezlendiğini bildirmiştir.

Diler ve Leblebicier (2020), *Mespilus germanica L.* (muşmula) özütü üzerinde yaptığı çalışmada UV-Görünür bölge spektrofotometresinde 250-800 nm dalga boyu aralığında absorbans ölçümü yapmış okuma sonucunda 430 nm'de görülen karakteristik absorbans değeri ile AgNP'lerin sentezlendiğini ispatlamıştır.

Karakaya (2021), *Ruscus Aculeatus L.* (tavşanmemesi) bitkisini kullanarak sentezlediği AgNP'lerin UV-VIS ölçümlerini 300-786 nm dalga boyu aralığında yapmış olup 1. saat sonunda gümüş plazmon rezonansının 426 nm'de, 24. saat sonunda 444 nm'de ve 48. saat sonunda ise 444 nm'de gerçekleştiğini ve tepkime süreleri arttıkça tepe dalga boyunun sürekli olarak artış gösterdiğini gözlemlemiştir.

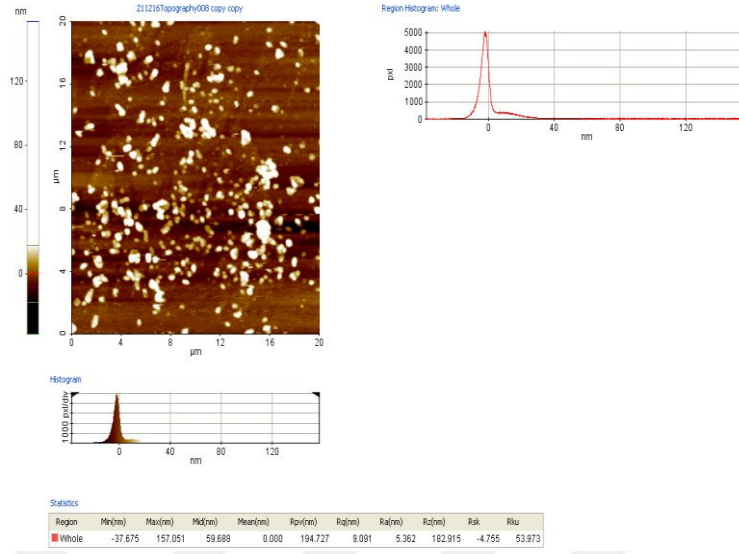
Pirtarighat ve ark., (2017), *Melissa officinalis* (limon otu) ekstresi üzerinde yaptığı çalışmada dalga boyu aralığını 300-600 nm de gözlemleyerek, 450 nm de karakteristik absorbans değeri ile AgNP'lerin sentezlendiğini ispatlamıştır.

Bu çalışmada elde edilen 445 nm de oluşan absorbans değerinin yapılan araştırma sonuçlarına bağlı olarak AgNP sentezlendiği gözlemlenmiştir.

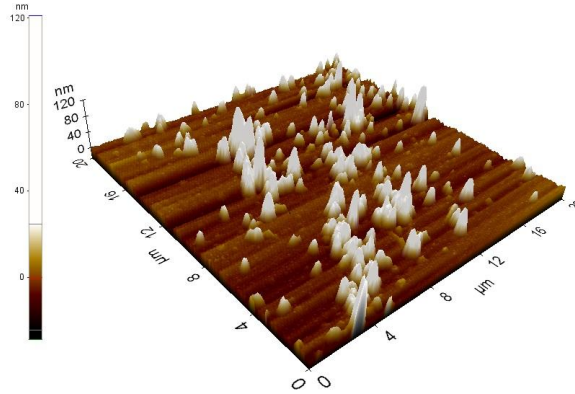
3.2.2 Atomik Güç Mikroskop (AFM) Analizi

Ahlat meyve ekstraktında sentezlenen AgNP'lerin görüntüleri Şekil 3.3 ve 3.4'de verilmiştir. AFM ile tespiti yapılan görüntülerin nanopartikül boyutu, hacmi ve partikül ağırlığı değerleri belirlenebilmektedir. Sentezi gerçekleştirilen ahlat+AgNP'lerinin yüzey ve boyut özellikleri AFM analizi sonucunda taranan bölgelerde 59,688-194,727 nm boyutlarında ve partiküller arasında kümeleşme

olduğu tespit edilmiştir. Bu kümeleşmenin nedeni meyvenin pH'sına ve reaksiyon süresine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.



Şekil 3.3 Ahlat+AgNP'lerin AFM verileri



Şekil 3.4 Ahlat+AgNP'lerin topografyası

Mahmood vd., (2022), *Pyrus comminus* (armut) bitki özünün kabuk ve tohumlarında sentezlediği AgNP'lerin yüzey topografyası özelliklerini AFM analizi sonucunda kabuk için 85.51 nm, tohum için 62.50 nm olduğunu bildirmiştir.

Kumar vd., (2017), *Physalis angulata* (Çukurova fener otu) bitki özütü üzerinde yapılan çalışmadaki AFM görüntülerinde AgNP'lerin maksimum profil tepe yüksekliği ve vadi derinliği sırasıyla 17.5 nm ve 14.3 nm olduğunu ve AgNP'lerin küresel olduğunu belirtmişlerdir.

Gürsoy vd., (2020), *Polygonum cognatum* Meissn. (madımak) bitkisi üzerinde yapılan çalışmada madımak+AgNP'lerinin boyut ve yüzey özellikleri AFM analizi

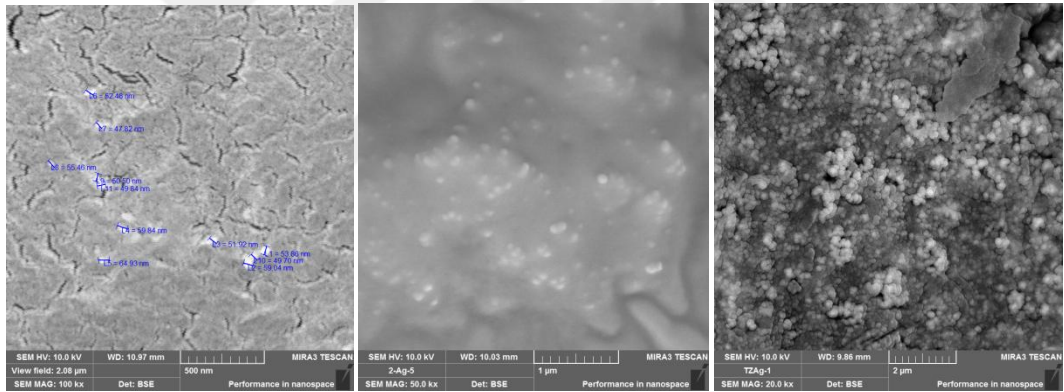
sonucunda 18.347-235.600 nm boyutlarında küresel partikül oluşumları ve partiküllerde kümeleşme olduğunu belirtmişlerdir.

Mossa vd., (2015), *Aloe Vera* bitkisinin yaprak özütünü kullanarak yaptığı çalışmadaki AFM görüntülerinde AgNP'lerin 34-102 nm arasında küresel şekilde olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada 59,688-194,727 nm boyutunda görülen kümeleşmenin yapılan araştırmalarla karşılaştırması yapıldığında ortalama değerde olduğu tespit edilmiştir.

3.2.3 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi

Ahlat meyve ekstraktındaki AgNP'lerin yüzey morfolojilerindeki değişiklik ve partikül boyut dağılımları taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile belirlenmiştir. Yapılan görüntüleme sonucunda AgNP'lerin minimum boyutu 47,82 nm, maksimum boyutu 64,93 nm olarak bulunmuştur. Nanoparçacıkların küresel biçimde olduğu açıkça Şekil 3.5'de görülmektedir.



Şekil 3.5 Ahlat+AgNP'lerin SEM görüntüsü

Daha önceki çalışmalarda Umaz ve ark., (2019), *Hypericum triquetrifolium* bitkisinden sentezledikleri gümüş nanopartiküllerin SEM analizi sonucu AgNP'lerin küresel biçimli yapıda olduklarını ve 100 nm'nin altında olduğunu belirtmişlerdir.

Babu ve Prabu, (2011), *Calotropis procera* çiçeğinden sentezlenen AgNP'lerin boyutunun 35 nm olduğunu belirtmişlerdir.

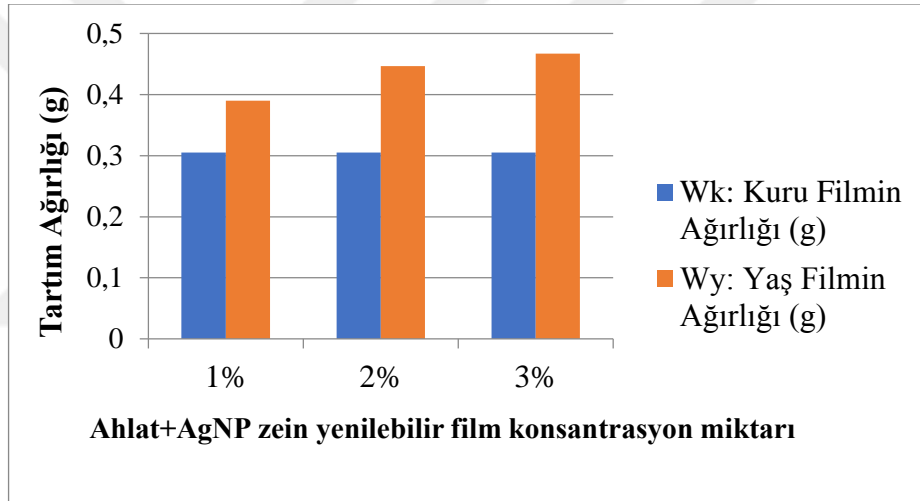
Baran M. F., (2019), *Prunus avium* (kiraz yaprağı) özütü ile gümüş nanopartikül sentezi sonucunda AgNP'lerin küresel görünümde olduklarını belirtmişlerdir.

Gopinath vd., (2017), *Orchid Leaf* (orkide yaprağı) özütü ile yapılan bir çalışmada ise 15-40 nm arasında değişen küresel görünümlü AgNP'ler elde ettiklerini belirtmişlerdir.

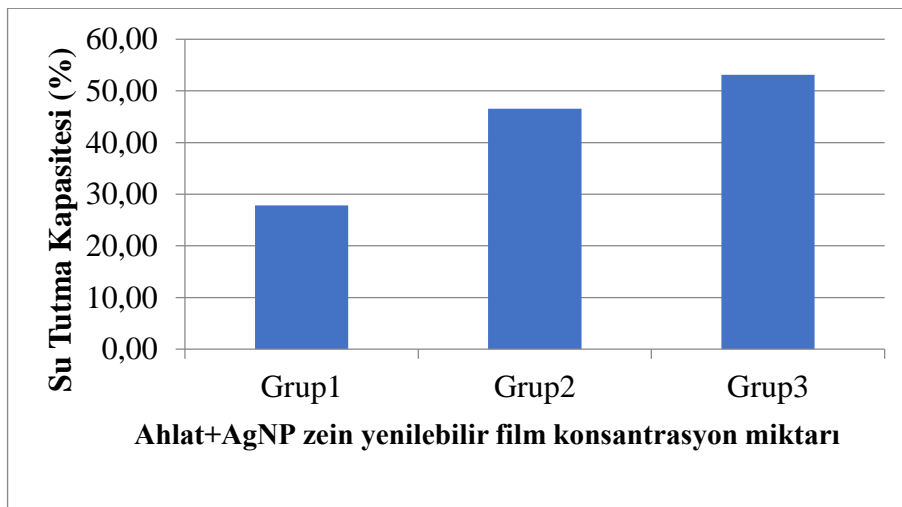
Bitkisel ekstraktlar üzerinde AgNP sentezi birçok çalışmada farklı boyutlarda ve küresel yapıli nanopartikül oluşumlarının olduğu tespit edildi. Bu çalışmayla karşılaştırıldığında diğer çalışmalar gibi AgNP'lerin küresel biçimli yapıda oldukları görülmektedir.

3.3 Zein Filminin Su Tutma Kapasitesinin Ölçülmesi

Filmlerin kuru ağırlığı ve 24 saat sonundaki yaş ağırlığının tartım sonuçları Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6 Ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein yenilebilir filmlerin yaş ve kuru tartım ağırlığı



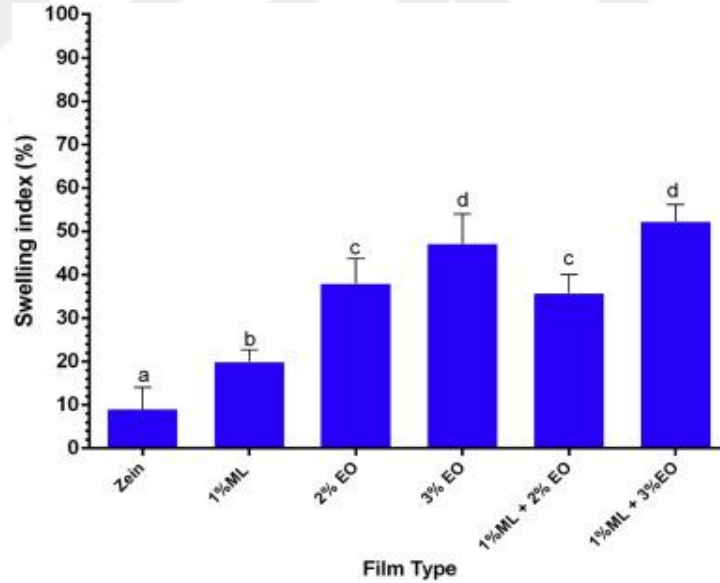
Şekil 3.7 Ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein yenilebilir filmlerin su tutma kapasitesi grafiği

Çizelge 3.1 Ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein yenilebilir filmin su tutma kapasitesi

Konsantrasyon Miktarı (%)	Ahlat meyve ekstraktı	AgNO ₃	Su tutma kapasitesi (%)
1	5 mL	5 mL	27,86
2	5 mL	10 mL	46,55
3	5 mL	15 mL	53,11

Farklı konsantrasyonlara sahip zein filmlerinin su tutma kapasiteleri metod kısmında verilen formüle göre hesaplaması yapılmıştır.

Yapılan bir çalışmada %1 monolaurin (ML), %2 ve %3 *Zataria multiflora* Boiss. bitkisinden elde edilen uçucu yağ (ZEO), zein filmine eklenmiş ve su tutma kapasitesi belirlenmiştir.



Şekil 3.8 Su tutma kapasitesi (Moradi vd., 2016)

En yüksek su tutma kapasitesine sahip olan %1 ML+ %3 ZEO'dur. Su tutma kapasitesini %52.3 olarak belirtmiştir (Moradi vd., 2016).

Hidrofobik yapısından dolayı zein filmlerin genelde su buharı geçirgenliğinin azaltılmasında kullanılabileceği düşünülmüştür. Kullanılan plastikleştirici çeşidi ve konsantrasyonu ile test koşullarının filmin yapısal özelliklerini önemli derecede etkilediği belirtilmiştir (Krochta, 2002).

Zein kaplamaları fındık, şeker, şekerleme ürünleri başta olmak üzere diğer gıdalar için oksijen, lipid ve nem bariyeri olarak kullanılmaktadır. Plastikleştirici olarak gliserol kullanıldığında plastikleştirilmemiş zein filmlerinin beş kat daha fazla su aktivitesine sahip olduğu ve bunun gliserolün hidrofilik özelliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Dursun ve Erkan, 2009).

Zeinle kaplanan domateslerin parlaklığı ve nem geçirgenliği azaltmakta, renk değişimini de yavaşlattığını belirtmiştir (Küçük vd., 2017)

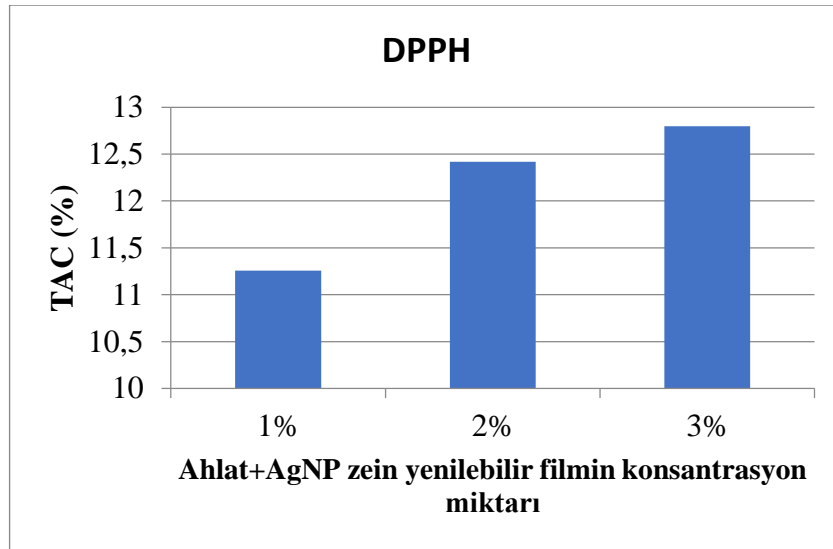
Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar, Moradi vd., (2016), tarafından yapılan çalışmadaki sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda, zein filmlerinin hidrofobik olurken, içerisinde plastikleştirici olarak kullanılan gliserolün hidrofilik yapıda olması analiz sonucunda su tutma kapasitesinin yüksek olmasına neden olduğu düşünülmektedir.

3.4 Antioksidan Aktivite

3.4.1 DPPH Test Sonucu

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde filmlerin serbest radikallere karşı etkinliğinin daha iyi belirlenmesi için filmler metanolde çözülmüştür. Farklı konsantrasyonlara sahip (%1, %2, %3) filmlerin antioksidan miktarları sırasıyla (%TAC) 11.258, 12.418, 12.798 bulunmuştur.



Şekil 3.9 Ahlat+AgNP zein yenilebilir filmlerin antioksidan aktivite sonucu

Yapılan bir çalışmada ahlat meyvesinin DPPH yöntemine göre antioksidan kapasitesi %12.275 olarak bulunmuştur (Tüysüz vd., 2020).

Güdücü (2014), tarafından yapılan çalışmada, DPPH metoduna göre ahlat meyvesinin antioksidan kapasitesi 100 µg/mL konsantrasyon için aseton ekstraksiyonunda %22.345, metanol ekstraksiyonunda ise %13.89 değerlerinde olduğunu bildirmiştir.

Murathan vd., (2019), tarafından yürütülen bir araştırmada ise ahlat meyvesinin antioksidan kapasitesini belirlemede ABTS metodu uygulanmış ve sonuç %48.2 olarak belirtmişlerdir.

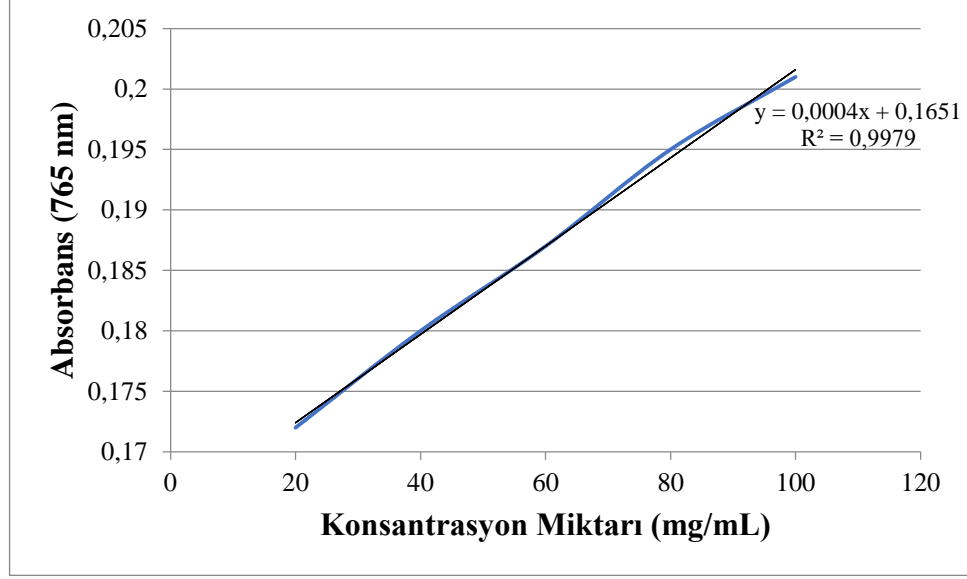
Baltas (2017), Antalya'dan temin ettiği *Pyrus elaeagnifolia* meyvesinin DPPH metodu ve ABTS metodunu kullanarak örneğin %50 inhibisyon konsantrasyonu SC₅₀ (mg/mL) olarak DPPH için 3.49, ABTS için 5.01 olarak ifade etmiştir.

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlara sahip (%1, %2, %3) filmlerin antioksidan miktarlarının birbirine yakın değerler bulunmasının Güdücü (2014), tarafından yapılan çalışmayla karşılaştırması yapıldığında, ekstraksiyon için kullanılan çözücünün farkına ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda her konsantrasyon için çözücü olarak metanol kullanılmıştır. %3 konsantrasyonda ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein yenilebilir filminin en yüksek miktara sahip olmasının meyve konsantrasyonuna bağlı olarak yüksek olduğu düşünülmektedir.

3.5 Toplam Fenolik Madde

Örneklerin Folin-Ciocalteu yöntemi uygulanarak elde edilen toplam fenolik madde miktarları verilmiştir.

Hesaplamalar için gallik asit kullanılarak standart gallik asit grafiği hazırlanmıştır (Şekil 3.10). Bu standart grafikten elde edilen doğru denklemi ile örneklerin toplam fenolik madde miktarları mg GAE/g örnek eşdeğeri şeklinde hesaplanmıştır.



Şekil 3.10 Gallik asit standart grafiği

Farklı konsantrasyonlara sahip (%1, %2 ve %3) filmlerin toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 35.45 mg GAE/g örnek, 37.7 mg GAE/g örnek ve 52.2 mg GAE/g örnek olarak bulunmuştur.

Güdücü (2014), nün yapmış olduğu çalışmada ahlat meyvesinden elde edilen aseton ve metanol ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı, meyvenin aseton ekstraktında 49.81 µg GAE/mg, metanol ekstraktında ise 28.91 µg GAE/mg olarak bildirilmiştir.

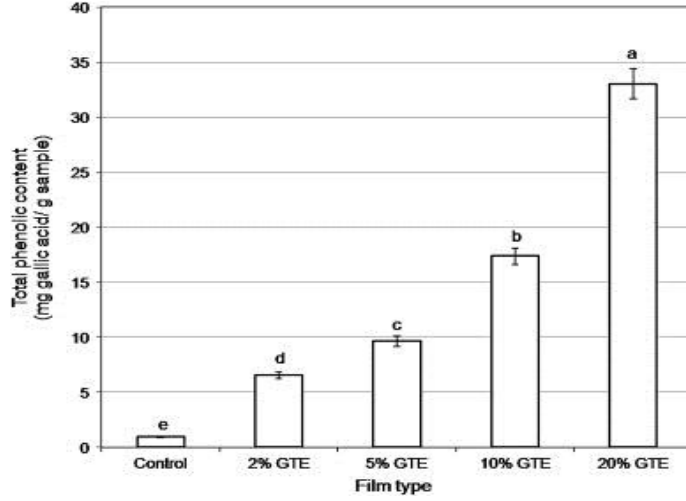
Yılmaz vd., (2015), tarafından yürütülen bir diğer araştırmada ahlat meyvesinin toplam fenolik madde içeriği 42.79 ile 119.14 mg GAE/100 g (taze ağırlık) aralığında saptanmıştır. Murathan vd., (2019), ahlat meyvesinin toplam fenolik madde içeriğini 174.2 mg GAE/100 g (taze ağırlık) olarak bulunmuştur.

Tüysüz vd., (2020), ahlat meyvesinin toplam fenolik madde içeriğini 493 mg GAE/100 g olarak saptamıştır.

Baltas (2017), Antalya'dan temin ettiği ahlat meyvelerinin toplam fenolik madde içeriğini 4.98 mg GAE/g ekstrakt olarak tespit etmiştir.

Polat (2012), ise ahlat meyvesinin toplam fenolik madde içeriğini 18.1 mg GAE/g kuru ekstrakt olarak bulmuştur.

Siripatrawan vd., (2010), çalışmasında farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış %2, %5, %10 ve %20 yeşil çay özü, kitosan filmlerine eklenmiştir. En yüksek toplam fenolik konsantrasyon 33.5 mg GAE/g örnek olan %20'lik yeşil çay özlü kitosan filmi olduğu bildirilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Toplam fenolik madde miktarı (Siripatrawan vd., 2010)

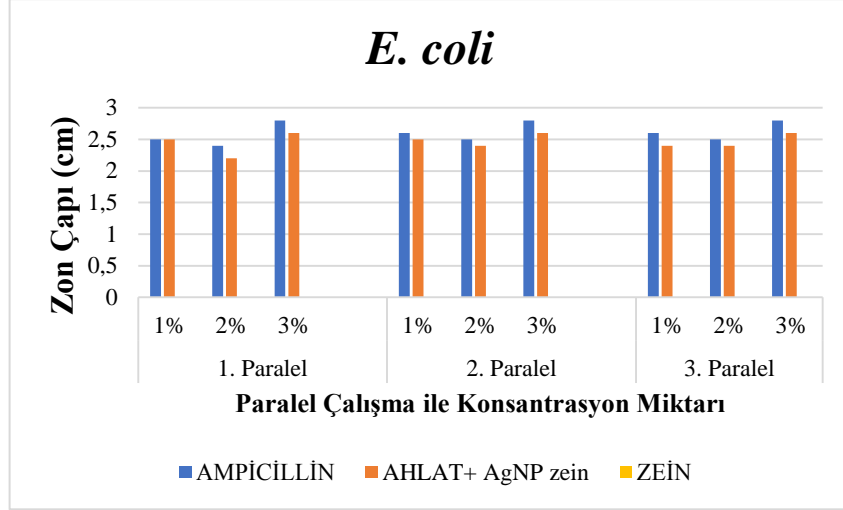
Bitkilerin içerdiği fenolik bileşiklerin miktarı yetiştirme ortamının toprak yapısına, iklimsel koşullarına, hasat zamanına, bitkinin güneş ışığından yararlanma süresine, depolama şartlarına ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değişebilmektedir. Aynı zamanda in vitro koşullarda kullanılan çözücüye ve metoda göre değişiklik göstermektedir (Heimler vd., 2006).

Yapılan çalışma, literatürde bulunan çalışmalarla karşılaştırıldığında ahlat meyvesinin içerdiği fenolik madde miktarının zein eklenmesi sonucunda bu içeriğin değişkenlik gösterebileceği buna ek olarak meyvenin yetiştirme koşullarına, toprak yapısına, güneş ışığından yararlanmasına ve meyvenin hasat döneminde temin edilmesine bağlı olarak yüksek olduğu varsayılmıştır.

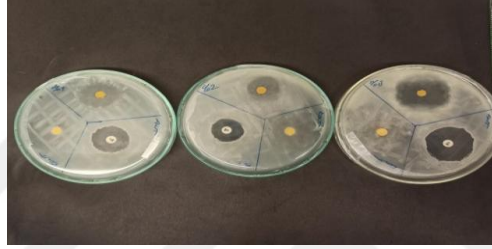
3.6 Ahlat Meyve Ekstraktı +AgNP Zein Yenilebilir Filminde Antibakteriyel Aktivite

Farklı üç konsantrasyonda hazırlanmış olan %1, %2 ve %3 oranlarında ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein filmlerinin, pozitif kontrol olarak Ampisilin (10µg) ve negatif kontrol olarak zeine karşı antibakteriyel aktiviteyi belirlemek için 2 bakteri üzerinde disk difüzyon yöntemi uygulanmış zon çapları Şekil 3.12 ve 3.14'de sunulmuştur. Çalışma 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

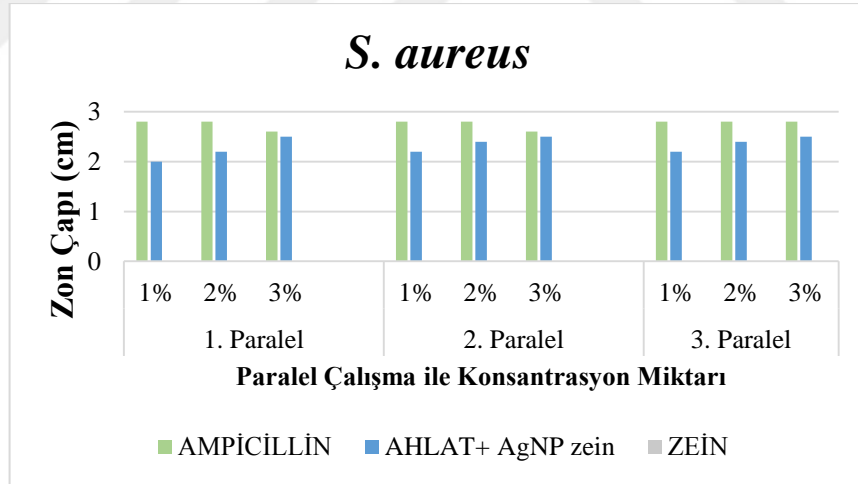
Antimikrobiyal aktivite tayininde kullanılan test mikroorganizmaları *E. coli* ve *S. aureus*'dur. Şekil 3.13 ve 3.15'de görüldüğü üzere hazırlanan ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein filmlerinin 2 mikroorganizma üzerinde de benzer etki gösterdiği görülmüştür.



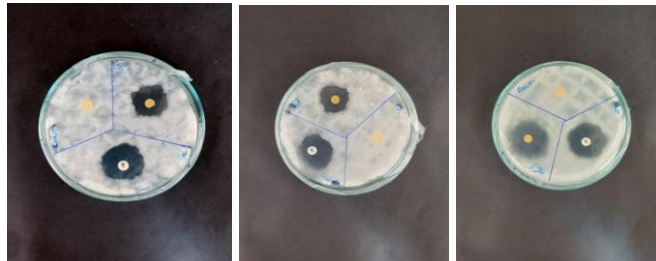
Şekil 3.12 *E. coli* zon çapları (cm)



Şekil 3.13 *E. coli* üzerindeki disk difüzyon testi



Şekil 3.14 *S. aureus* zon çapları (cm)



Şekil 3.15 *S. aureus* üzerindeki disk difüzyon testi

Güdücü (2014), *Pyrus elaeagnifolia* meyvesinden hazırlanan ekstrelerin antimikrobiyal etkisinin *E. coli* ve *S. aureus* üzerinde inhibisyon zon çaplarının oluşmadığı, antimikrobiyal etkisinin bulunmadığını bildirmiştir.

Mahmood vd., (2022), *Pyrus comminus* (armut) bitki özünün kabuğundan elde ettiği ekstraktın antimikrobiyal etkisini disk difüzyon yöntemi kullanarak *S. aureus*'a karşı etkili olduğunu ve zon çapının 40 mm olduğunu bildirmiştir.

Keçeci (2018), ahlat meyvesinden elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivitelerinin tayini için disk difüzyon yöntemi kullanarak *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* olmak üzere 6 mikroorganizmayla çalışmıştır. Kullanılan ekstraktların en yüksek inhibisyon etkisinin *S. aureus* ve *E. coli* ye karşı gösterdiğini, zon çaplarının sırası ile 18 mm ve 15 mm olarak tespit ettiğini bildirerek en yüksek etkinin *S. aureus* üzerinde olduğunu bildirmiştir.

Murathan vd., (2019), çalışmasında *Pyrus elaeagnifila Pallas* (şokak armudu)'dan elde ettiği ekstraktın antimikrobiyal aktivitesinin tayininde agar kuyu difüzyon metodunu kullanarak *S. aureus* (ATCC 6538) üzerinde inhibisyon zon çapının 24.97 mm olduğunu bildirmiştir.

AgNP'lerin gram negatif bakterilere gram pozitiflerden daha fazla antibakteriyal etkiye sahip oldukları saptanmıştır (Shahverdi ve ark., 2007).

Antibakteriyal aktivite çalışmalarında farklı sonuçlara ulaşılabilir. Bu farklılıkların nedeni numunenin yetiştiği coğrafik koşullara veya iklim koşullarına bağlı olarak bitki ve meyve içeriğinin değişmesi, kullanılan mikroorganizmaların tür veya suşlarının farklılık göstermesi, farklı ekstraksiyon yöntemleri veya çözücü seçimi gibi etkenlerden kaynaklanabilmektedir.

Yapılan çalışma literatür ile karşılaştırıldığında ahlat meyvesinin Gram (+) bakteriler üzerinde, AgNP'lerin ise Gram (-) bakteriler üzerinde daha fazla etkiye sahip olduklarından dolayı ahlat meyve ekstraktı +AgNP zein filmlerinin antibakteriyal etkileri *E. coli* ve *S. aureus* üzerinde benzer etki gösterdiği gözlemlenmiştir.

3.7 İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda elde edilen veriler SPSS 22.0 programına yüklenerek verilerin değerlendirilmesinde parametrik test varsayımları yerine getirildiğinde, bağımsız iki gruptan elde edilen ölçümler karşılaştırılırken, iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi paralel çalışmadan elde edilen ölçümler karşılaştırılırken tekrarlı ölçümlerde varyans analizi kullanılmıştır. Verilerimiz tablolarda aritmetik ortalama ve standart sapma şeklinde belirtilerek 0,05 önem seviyesinde analiz edilmiştir.

Çizelge 3.2 Bağımsız iki grup arasındaki karşılaştırmaya yönelik bulgular

Bakteriler		Ortalama	Standart sapma	Sonuç
<i>E. coli</i>	Grup 1	2,4333	,20817	F=0,50
	Grup 2	2,5000	,10000	P=0,641
	Grup 3	2,4667	,11547	
<i>S. aureus</i>	Grup 1	2,2333	,25166	F=4,00
	Grup 2	2,3667	,15275	P=0,111
	Grup 3	2,3667	,15275	

F: Paralel çalışmadaki grupların karşılaştırması

P: Anlamlılık değeri

Çizelge 3.3 Birbirine bağlı iki grup arasındaki karşılaştırmaya yönelik bulgular

Bakteriler		Ortalama	Standart sapma	Sonuç
<i>E. coli</i>	Ampisilin	2,5667	,20817	F=4,00
	Ampisilin	2,6333	,15275	P=0,111
	Ampisilin	2,6333	,15275	
<i>S. aureus</i>	Ampisilin	2,7333	,11547	F=1,00
	Ampisilin	2,7333	,11547	P=0,444
	Ampisilin	2,8000	,00000	

Çizelge 3.4 Gruplar arasındaki karşılaştırmaya yönelik bulgular

Group Statistics

Gruplar	Bakteriler	N	Ortalama	Standart sapma	Sonuç
Grup1	<i>E. coli</i>	3	2,4333	,20817	t=1,06
	<i>S. aureus</i>	3	2,2333	,25166	p=0,349
Grup 2	<i>E. coli</i>	3	2,5000	,10000	t=1,26
	<i>S. aureus</i>	3	2,3667	,15275	p=0,250
Grup 3	<i>E. coli</i>	3	2,4667	,11547	t=0,90
	<i>S. aureus</i>	3	2,3667	,15275	p=0,417
Ampisilin	<i>E. coli</i>	3	2,5667	,20817	t=1,21
	<i>S. aureus</i>	3	2,7333	,11547	p=0,292
Ampisilin	<i>E. coli</i>	3	2,6333	,15275	t=0,90
	<i>S. aureus</i>	3	2,7333	,11547	p=0,208
Ampisilin	<i>E. coli</i>	3	10,4333	13,48196	t=0,98
	<i>S. aureus</i>	3	2,8000	,00000	p=0,382

T: Bağımsız iki grup

4. SONUÇ

Bu tez çalışması kapsamında Sivas ilinin Koyulhisar ilçesinde doğal yollarla yetişen ahlat meyvesinde katı-sıvı ekstraksiyon yöntemi kullanılarak elde edilen ekstraktında AgNP sentezi yapılarak, farklı konsantrasyonlarda (%1, %2 ve %3) yenilebilir zein filmi içerisine eklenerek, sentezlenen AgNP'lerin karakterizasyonu ve yenilebilir zein filmlerin; antioksidan özelliği, fenolik madde içerikleri, antibakteriyal etkileri incelenmiştir. Sentezlenen AgNP'lerin UV-VIS, AFM ve SEM analizleri sonucunda ahlat meyve ekstraktında gümüş nanopartikül üretilebileceği belirlenmiş olup yapılan karakterizasyon analizleri sonucunda 47 ve 195 nm boyutlarında gümüş nanopartiküller üretilmiştir. Ahlat meyve ekstraktından sentezlenen nanopartiküllerle oluşturulan yenilebilir zein filmlerinin antioksidan madde miktarının konsantrasyon içeriğine bağlı olduğu, yüksek fenolik içeriğin ekolojik ve pedolojik koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Antibakteriyal analizlerde karşılaştırmalı olarak pozitif kontrol için Ampisilin ve bakteri olarak *S. aureus* (Gram +), *E. coli* (Gram -) üzerinde çalışılmış ve her iki cinsten de antibakteriyal etkinlik olduğu saptanmıştır. Bu etkinliğin her iki bakteri cinsinde istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ahlatın içerdiği kimyasal bileşikler ve bu bileşiklerin sahip oldukları biyokativite, AgNP'lerin antibakteriyal etkinliklerinin olması, zein yenilebilir filmlerinin hidrofobik yapısından dolayı su tutma kapasitesinin düşük olması, içerisine konulan ürünün çeşit ve içeriğine bağlı olarak ürünlerde raf ömrünü olumlu yönde etkileyeceği, gıda ambalajı teknolojisinde antibakteriyal özellikte kaplama materyali ve katkı maddesi olarak gıda endüstrisinde farklı alanlarda kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Al-Ogaidi, I., Salman, M. I., Mohammad, F. I., Aguilar, Z., Al-Ogaidi, M., Hadi, Y. A., & Abd Al-Rhman, R. M.** (2017). Antibacterial and cytotoxicity of silver nanoparticles synthesized in green and black tea. *World Journal of Experimental Biosciences*, 5(1), 39-45.
- Anşin, R., & Özkan, Z. C.** (1993). Tohumlu bitkiler (Spermatophyta) odunsu taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın, (167).
- Babu, S. A., & Prabu, H. G.** (2011). Synthesis of AgNPs using the extract of *Calotropis procera* flower at room temperature. *Materials Letters*, 65(11), 1675-1677.
- Baltas, N.** (2017). Investigation of a wild pear species (*Pyrus elaeagnifolia* subsp. *Elaeagnifolia* Pallas) from Antalya, Turkey: polyphenol oxidase properties and anti-xanthine oxidase, anti-urease, and antioxidant activity. *International Journal of Food Properties*, 20(3), 585-595.
- Banerjee, P., Satapathy, M., Mukhopahayay, A., & Das, P.** (2014). Leaf extract mediated green synthesis of silver nanoparticles from widely available Indian plants: synthesis, characterization, antimicrobial property and toxicity analysis. *Bioresources and Bioprocessing*, 1(1), 1-10.
- Baran, M. Fırat** (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.
- Diler, D. & Leblebici, Y.** (2020). Muşmula (*Mespilus germanica* L.) Özütü Biyokatalizörlüğünde Gümüş Nanopartikül (AgNP) Sentezlenmesi ve Karakterizasyon Çalışmaları. *Bilim Armonisi*, 3 (1), 17-23. DOI: 10.37215/bilar.595127
- Bilgehan, H.**, “Klinik Mikrobiyoloji Özel Bakteriyoloji ve Bakteri Enfeksiyonları”, İzmir (2000).

- Bilici, S. A.** (2019). *Zein-kazein ile kapsüllenmiş nane uçucu yağının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi* (Master's thesis, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Blois, M. S.** (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Blumenthal, M., Goldberg, A. and Brinckman, J.** (2000). *Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs*, American Botanical Council, Austin, TX.
- Bourtoom, T.** (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International food research journal*, 15(3), 237-248.
- Davis, P.H.** (1972). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburg at the Universty Press., Vol.4.
- Doğan, Y., Başlar, S., Ay, G. ve Mert, HH** (2004). Batı ve Orta Anadolu'da (Türkiye) yabancı yenilebilir bitkilerin kullanımı. *Ekonomik botanik*, 58 (4), 684-690.
- Dursun, S., Erkan, N., & Yesiltas, M.** (2010). Doğal biyopolimer bazlı (biyobozunur) nanokompozit filmler ve su ürünlerindeki uygulamaları. *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(1), 50.
- Dursun, S., Erkan., N.** (2009). Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *J. of Fisheries Science.Com*, 3(4): 352-373.
- Ediz, E. , Kurtay, G. , Karaca, B. , Büyük, İ. , Gökdemir, F. Ş. & Aras, S.** (2021). Green Synthesis of Silver Nanoparticles from *Phaseolus vulgaris* L. Extracts and Investigation of their Antifungal Activities . *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry* , 49 (1) , 11-23.
- Ewers C., Janssen T., Kiessling S., Philipp H.C., Wieler L.H.** (2004); Molecular epidemiology of avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) isolated from colisepticemia in poultry. *Vet. Microbiol.* 104:91-101.
- Geethalakshmi, R., & Sarada, D. V. L.** (2010). Synthesis of plant-mediated silver nanoparticles using *Trianthema decandra* extract and evaluation of their anti

microbial activities. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(5), 970-975.

Gennadios, A., & Weller, C. L. (1990). Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food technology (Chicago)*, 44(10), 63-69.

Gopinath, K., Devi, N. P., Govindarajan, M., Bhakayaraj, K., Kumaraguru, S., Arumugam, A., & Benelli, G. (2017). One-Pot green synthesis of silver nanoparticles using the orchid leaf extracts of *Anoectochilus elatus*: growth inhibition activity on seven microbial pathogens. *Journal of Cluster Science*, 28(3), 1541-1550.

Güdücü, F. (2014). *Pyrus elaeagrifolia* bitkisi ekstrelerinin fenolik madde içerikleri, DPPH radikali giderme aktiviteleri ve in vitro antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi (Master's thesis, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Gültekin, H., Gezer, A., & Yücedağ, C. (2006). Bazı Ahlat (*Pyrus L.*) Türlerinin Tohum Özellikleri ve Çimlendirme Olanakları Üzerine Araştırmalar. *Turkish Journal of Forestry*, 7(2), 80-88.

Gürsoy, N., Elagöz, S., & Gölge, E. (2020). *Polygonum cognatum* Meissn. Ve Funguslu Ortamda Sentezlenen Gümüş Nanopartiküllerinin (AgNP) Antimikrobiyal Özelliklerinin Araştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1), 221-230.

Hacıbektaşoğlu, A., Eyigün, C. P., & Özsoy, M. F. (1993). Gıda elleycilerinde burun ve boğaz portörlüğü. *Mikrobiyol Bul*, 27, 62-70.

Halkman, K. (2019). GDM310 Gıda mikrobiyolojisi II ders notları. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 91s: 17-33.

Heimler, D., Vignolini, P., Dini, M. G., Vincieri, F. F., & Romani, A. (2006). Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food chemistry*, 99(3), 464-469.

Hummer, K., & Postman, J. (2003). *Pyrus L. Pear. USDA Forest Service Research Notes*.

Kartal, E. (2013). Ahlat ve kozalak meyvelerinin yüksek lifli tahıl ürünlerinde kullanımı. 45-46.

- Keçeci, L. D.** (2017). *Hakkari yöresi üstün nitelikli ahlat (Pyrus elaeagnifolia L.) genotiplerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi* (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Keçeci, S.** (2018). *Afyonkarahisar Büyükkalecik florasına ait ahlat (pyrus elaeagnifolia) bitkisi özütünün bazı kimyasal özelliklerinin incelenmesi* (Master's thesis).
- Ketenoğlu, O., Güney, K., Geven, F., Bingöl, Ü., Özen, C.Ö., Filiz, Z., Güney, K.B.**, (2006). Gymnospermler Uygulama Kılavuzu. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi. Kastamonu, 112s: 31-32
- Krochta, J. M.** (2002). Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. *Protein-based films and coatings, 1*, 1-40.
- Kumar, V., Singh, D. K., Mohan, S., Gundampati, R. K., & Hasan, S. H.** (2017). Photoinduced green synthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of *Physalis angulata* and its antibacterial and antioxidant activity. *Journal of environmental chemical engineering, 5*(1), 744-756.
- Küçük, G. S., Çelik, Ö. F., & Türe, H.** (2017). Yenilebilir aljinat ve zein filmlerin gıda ambalajlamasında kullanımı. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7*(2), 295-311.
- L'Antibiogramme**, (1985). Courvalin P, Goldstain F, Philippon A, Sirot J. Edition
- Lee, WS, Kommary, L.** (1976). New method for detecting in vitro inactivation of penicillins by *Haemophilus influenzae* and *Staphylococcus aureus*. MPC Brüksel. *Antimicrob. Agents Chemother.* 10:664-656
- Li, C., Chen, D., & Xiao, H.** (2021). Green synthesis of silver nanoparticles using *Pyrus betulifolia* Bunge and their antibacterial and antioxidant activity. *Materials Today Communications, 26*, 102108.
- Luo, Y., Teng, Z., & Wang, Q.** (2012). Development of zein nanoparticles coated with carboxymethyl chitosan for encapsulation and controlled release of vitamin D3. *Journal of agricultural and food chemistry, 60*(3), 836-843.

- Mahmood, Z. A., Mousa, E. F., & Adday, S. T.** (2022). Preparation and characterization of nano silver nitrate by *Pyrus communis* plant extract (peel and seeds) and biological activity study, 732-740.
- Mayachiew, P., & Devahastin, S.** (2010). Effects of drying methods and conditions on release characteristics of edible chitosan films enriched with Indian gooseberry extract. *Food Chemistry*, 118(3), 594-601.
- Mecitoğlu, Ç., Yemeniciođlu, A., Arslanođlu, A., Elmacı, Z. S., Korel, F., & Çetin, A. E.** (2006). Incorporation of partially purified hen egg white lysozyme into zein films for antimicrobial food packaging. *Food Research International*, 39(1), 12-21.
- Moosa, A. A., Ridha, A. M., & Al-Kaser, M.** (2015). Process parameters for green synthesis of silver nanoparticles using leaves extract of *Aloe vera* plant. *Int J Multi Curr Res*, 3, 966-975.
- Moradi, M., Tajik, H., Rohani, S. M. R., & Mahmoudian, A.** (2016). Antioxidant and antimicrobial effects of zein edible film impregnated with *Zataria multiflora* Boiss. Essential oil and monolaurin. *LWT-Food Science and Technology*, 72, 37-43.
- Murathan, Z. T., Erbil, N., Düzgüner, V., & Arslan, M.** (2019). Şakok Armudunun (*Pyrus elaeagnifila pallas*) antioksidan, antimikrobiyal ve mutajenik özelliklerinin incelenmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 12(1), 447-456.
- Nonthanum, P., Lee, Y., & Padua, G. W.** (2012). Effect of γ -zein on the rheological behavior of concentrated zein solutions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(7), 1742-1747.
- Özbek, S.** (1978). Özel Meyvecilik Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. *Adana*, 5, 16.
- Pirtarighat, S., Ghannadnia, M., & Baghshahi, S.** (2017). Antimicrobial effects of green synthesized silver nanoparticles using *Melissa officinalis* grown under in vitro condition. *Nanomedicine Journal*, 4(3), 184-190.

- Polat, B.** (2012). Kayseri ve çevresinde yetişen bazı yabancı meyvelerin biyoaktif özelliklerinin araştırılması. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.*
- Shahverdi, A. R., Fakhimi, A., Shahverdi, H. R., & Minaian, S.** (2007). Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 3(2), 168-171.
- Shukla, R., & Cheryan, M.** (2001). Zein: the industrial protein from corn. *Industrial crops and products*, 13(3), 171-192.
- Siripatrawan, U., & Harte, B. R.** (2010). Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food hydrocolloids*, 24(8), 770-775.
- Şahin, E.** (2006). Bitkisel kaynaklı antimikrobiyallerin gıda kaynaklı bazı patojen mikroorganizmalar üzerindeki etkileri. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 69s, İstanbul.
- Tüysüz, B., Çakır, Ö., & Dertli, E.** (2020). Bazı yabancı meyve türlerinin antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde içeriği ve fenolik asit profilinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (21), 191-197.
- Ugurtan Yılmaz, K., Ercisli, S., Cam, M., Uzun, A., Yilmaztekin, M., Kafkas, E., & Pinar, H.** (2015). Fruit weight, total phenolics, acidity and sugar content of edible wild pear (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.) fruits. *Erwerbs-Obstbau*, 57(4), 179-184.
- Umaz, A., Koç, A., Baran, M. F., Keskin, C. & Atalar, M. N.** (2019). Hypericum Triquetrifolium Turra Bitkisinden Gümüş Nanopartiküllerin Sentezi, Karakterizasyonu ve Antimikrobial Etkinliğinin İncelenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9 (3), 1467-1475. DOI: 10.21597/jist.533115

Url-1 <<https://www.bitkiseliksir.com/ahlat.html>> alındığı tarih : 21.11.2021

Wu, Y., Luo, Y., & Wang, Q. (2012). Antioxidant and antimicrobial properties of essential oils encapsulated in zein nanoparticles prepared by liquid–liquid dispersion method. *LWT-Food Science and Technology*, 48(2), 283-290.

Yerlitürk, F. Ü., Arslan, O., Sinan, S., Gencer, N., & Güler, Ö. Ö. (2008). Characterization of polyphenoloxidase from wild pear (*Pyrus elaeagnifolia*). *Journal of Food Biochemistry*, 32(3), 368-383.

