

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



JOJOBA YAĞININ BAZI BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Osman ADIGÜZEL

Yüksek Lisans Tezi

KİMYA ANABİLİM DALI

TEMMUZ 2025

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kimya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

JOJOBA YAĞININ BAZI BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Tez Yazarı
Osman ADIGÜZEL

Danışman
Prof. Dr. Mustafa KARATEPE

TEMMUZ 2025
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kimya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı: Jojoba Yağının Bazı Biyolojik Özellikleri
Yazarı: Osman ADIGÜZEL
İlk Teslim Tarihi: 03.06.2025
Savunma Tarihi: 08.07.2025

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman:	Prof. Dr. Mustafa KARATEPE Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi	<i>İmza</i> Onayladım
Başkan:	Prof. Dr. İlknur ÖZDEMİR İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi	Onayladım
Üye:	Prof. Dr. Serhat KESER Fırat Üniversitesi, EOSB Meslek Yüksekokulu	Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

İmza
Prof. Dr. Burhan ERGEN
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “ Jojoba Yağının Bazı Biyolojik Özellikleri ” Başlıklı Yüksek Lisans Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

08.07.2025

Osman ADIGÜZEL



ÖNSÖZ

Tıbbi ve aromatik bitkilerin insan hastalıklarının önlenmesinde ve tedavisinde kullanılması çok eski tarihlere dayanmaktadır. Jojoba yağının saflığı, kokusuz olması ve bozulmaması, antioksidan özelliği nedeniyle son derece ilgi çeken bileşikler arasında yer almaktadır. Çalışma sonucu elde edilecek veriler daha ileri çalışmalar için yağın özelliklerini ortaya koyma açısından önem arz etmektedir

Bu çalışmada maddi ve manevi desteği olan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Mustafa KARATEPE' ye sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca her zaman yanımda olan ve desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Osman ADIGÜZEL

ELAZIĞ, 2025

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Jojoba.....	2
2.1.1. Jojoba Bitkisinin Görünümü	2
2.1.2. Jojoba Yağı.....	3
2.1.3. Jojoba Yağının Elde Edilmesi	4
2.1.4. Jojoba Yağının Kullanım Alanları	4
2.2. Antimikrobiyal Maddeler	4
2.3. Oksidatif Stres ve Antioksidan Sistemler	5
2.4. Oksidatif Stres ve Antioksidan Sistemler	5
3. MATERYAL VE METOT	7
3.1. Antiradikal Metodlar	7
3.1.1. DPPH (Serbest Radikal Giderme) Metodu.....	7
3.1.2. ABTS (Yok Edici Testi) Metodu	7
3.1.3. Hidroksil Radikali Yok Etme Aktivitesi Metodu	8
3.2. SAC-SER (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) Örneklerindeki MDA ve Vitamin Düzeyleri.....	8
3.3. Antimikrobiyal Özelliklerin Belirlenmesi	8
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	9
4.1. ABTS ⁺ , OH [•] , DPPH [•] Radikali Yok Etme Aktiviteleri.....	9
4.2. <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> Örneklerindeki MDA ve Vitamin Düzeyleri.....	9
4.3. Antimikrobiyal Özelliklerin Belirlenmesi	10
5. SONUÇLAR.....	13
ÖNERİLER	14
KAYNAKLAR.....	15
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Jojoba Yağının Bazı Biyolojik Özellikleri

Osman ADIGÜZEL

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

Temmuz 2025, Sayfa: x + 16

Bu çalışmada, jojoba yağının (*Simmondsia chinensis*) antioksidan, antimikrobiyal gibi biyolojik özelliklerinin yanı sıra *Saccharomyces cerevisiae* hücrelerindeki MDA ve antioksidan vitamin düzeylerine etkisi incelenmiştir.

Jojoba yağı, kendi tohumlarından üretilir. Diğer bitkisel yağlardan kimyasal yapısı farklıdır. Sıvı mum şeklinde olup wax olarak adlandırılır. Diğer bitkisel yağlardan farklı olarak uzun karbon zincirli alkol molekülünden ve uzun karbon zincirli yağ asitlerinden oluşur. Jojoba yağının saf ve kokusuz olması ayrıca raf ömrünün uzun olması anti aging (hücre faaliyetini artırıcı, gençleştirici) yapıda olması ile krem ve merhemlerde çokça kullanılmaktadır. Hidroksitoluenin allilik türevleri içermesinden dolayı jojoba yağı doğal bir antioksidan özellik gösterir. Jojoba esansiyel yağı güneş yanığı, yaralar, saç dökülmesi, baş ağrısı ve boğaz ağrısı gibi hastalıkların tedavisinde etkili olduğu bildirilmiştir.

Jojoba yağının antioksidan özelliklerini incelemek için DPPH serbest radikal giderme, ABTS yok edici testi, hidroksil radikali yok etme aktivitesi, BHT (Butillenmiş hidroksitoluen) gibi sentetik antioksidanlarla karşılaştırılmış ve jojoba yağının orta düzeyde antioksidan aktivite gösterdiği görülmüştür.

Jojoba yağı *Saccharomyces cerevisiae* hücrelerindeki MDA ve antioksidan vitamin düzeylerine etkisini incelemek için çeşitli dozlarda uygulaması yapıldı. Bu bağlamda Jojoba yağının *Saccharomyces cerevisiae* hücre ortamında da yapılan analizler de vitamin düzeylerini azaltıcı yönde etkilediği ve MDA düzeylerinde artışa sebep olduğu görülmektedir.

Antimikrobiyal etkinin belirlenmesi amacıyla yapılan analizler de ise jojoba yağının çeşitli patojen mikroorganizmalar üzerinde zayıf düzeyde etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler, yağın özelliklerini ortaya koyma açısından önem arz etmektedir. Esansiyel yağların antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin bilinmesi, daha ileriki çalışmalar için önemli katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal, Antioksidan, Aromatik, Jojoba, Vitamin

ABSTRACT

Some Biological Properties of Jojoba Oil

Osman ADIGÜZEL

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Chemistry

July 2025, Pages: x + 16

In this study, the effects of jojoba oil (*Simmondsia chinensis*) on MDA and antioxidant vitamin levels in *Saccharomyces cerevisiae* cells were investigated, along with its biological properties such as antioxidant and antimicrobial activities.

Jojoba oil is derived from its seeds and has a distinct chemical structure compared to other vegetable oils. It exists as a liquid wax, composed of long-chain fatty alcohols and fatty acids. Unlike conventional plant oils, jojoba oil is pure, odorless, and has an extended shelf life. Due to its anti-aging properties (enhancing cellular activity and rejuvenation), it is widely used in creams and ointments. The oil exhibits natural antioxidant characteristics owing to its content of allylic derivatives of hydroxytoluene. Jojoba essential oil has been reported to be effective in treating sunburn, wounds, hair loss, headaches, and sore throat.

To evaluate the antioxidant properties of jojoba oil, DPPH radical scavenging, ABTS radical cation decolorization assay and hydroxyl radical scavenging activity tests were conducted, and the results were compared with synthetic antioxidants such as BHT (butylated hydroxytoluene). It was observed that jojoba oil exhibited moderate antioxidant activity.

Jojoba oil was administered at various doses to examine its effects on malondialdehyde (MDA) and antioxidant vitamin levels in *Saccharomyces cerevisiae* cells. Analyses revealed that jojoba oil reduced antioxidant vitamin levels and increased MDA levels in the *Saccharomyces cerevisiae* cellular environment.

In the analyses conducted to determine antimicrobial activity, jojoba oil was found to exhibit weak effects against various pathogenic microorganisms.

The obtained data are significant for elucidating the properties of the oil. Understanding the antioxidant and antimicrobial effects of essential oils will provide valuable insights for future studies.

Keywords: Antimicrobial, Antioxidant, Aromatic, Jojoba, Vitamin

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Jojoba bitkisi [6].....	2
Şekil 2.2. Jojoba bitkisinin tohumu [6].....	2
Şekil 2.3. Jojoba bitkisinin erkek çiçeği [6].	3
Şekil 2.4. Jojoba bitkisinin dişi çiçeği [6].....	3
Şekil 4.1. Jojoba yağının bakteri suşları inkübe edildikten sonra bakteri suşları	11



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1. ABTS ⁺ •, OH•, DPPH• radikallerinin yok etme aktiviteleri.....	9
Tablo 4.2. 24 Saat inkübe edilen maya hücresindeki vitaminler ve MDA değerleri.....	10
Tablo 4.3. 48 Saat inkübe edilen maya hücresindeki vitaminler ve MDA değerleri.....	10
Tablo 4.4. Jojoba yağının antimikrobiyal ve antifungal aktivite sonuçları	11

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

W : Ağırlık

Kisaltmalar

ABTS	: 2,2'-azino-bis(3-etilbenztiazolin-6-sülfonik asit)
ABTS ^{•+}	: 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolin-6-sülfonik asit) radikal katyonu
CAT	: Katalaz
DNA	:Deoksiriboz nükleik asit
DPPH	: 2,2'-difenilpikrilhidrazil
DPPH [•]	: 2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil radikali
EDTA	: Etilendiamin Tetraasetik Asit
GSH	: Glutasyon
GSH- Px	: Glutasyon peroksidaz
H ₂ O ₂	: Hidrojen peroksit
HO	: Hidroksil
HO [•]	: Hidroksil Radikali
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
MDA	: Malondialdehit
O ₂ ^{•-}	: Süperoksit anyonu
RNS	: Reaktif nitrojen türleri
ROS	: Reaktif oksijen türleri
SAC-SER	:Saccharomyces cerevisiae
SOD	:Superoksit dismutaz
TBA	:Tiyobarbiturik asit
TCA	:Trikloroasetik asit
Vitamin A	: β-Karoten
Vitamin C	: Askorbik Asit
Vitamin E	:Alfatokoferol

1. GİRİŞ

Bitkilerin ilaç olarak kullanılması çok eski tarihlere dayanmaktadır. Dünya’da yaygın olarak görülen gıda kaynaklı hastalıklar, gıda sanayisini ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir [1].

Gıdalardaki hastalık yapıcı mikroorganizmaları ortadan kaldırmak amacıyla farklı sentetik ajanlar kullanılmaktadır. Son zamanlarda ise sentetik antimikrobiyal ajanların güvenli olmaması ile ilgili endişeler artış göstermektedir. Ayrıca mikroorganizmaların zamanla antibiyotiklere karşı direnç kazanması, esansiyel yağların doğal yöntemlerle elde edilip kullanmaya yönlendirmiştir [2].

Türkiye, bitkisel çeşitliliği ile oldukça zengin bir flora saha sahiptir. Geçmişte Anadolu halkları tarafından bitkiler faydaları bilinmekteydi. Hatta halk arasında “*ocak*” diye adlandırılan birçok alanda bilgi sahibi olan şifacılar bulunmaktaydı. Bu şifacılar sayesinde bitkilerden elde ettikleri esansiyel yağlar ve türevlerini yöre halkları üzerine tedavi amaçlı uygulamalar yapmışlardır. Bu bitkilerle tedavi yöntemi son zamanlarda da ülkemizde tekrardan önem kazanmıştır. Günümüzde sentetik ilaçların kullanımı ile meydana gelen yan etkiler bitkisel tedaviyi tekrardan gündeme getirmiştir. Yapay antioksidan ve antimikrobiyallerin güvenilirliğini yitirmesiyle ilgili endişelerin olması nedeniyle aromatik bitkiler ile alakalı çalışmaları artırmıştır [3].

DNA ve RNA da kimyasal bir bileşen tarafından veya kendi kendine oluşan kalıcı baz değişimlerine mutajenik etki denir. Kanseri hastalıklarının artması ve genetik yapıdaki değişim temelli hastalıkların artması antimutajen ve antikarsinojen ajanların çalışmasını gerekli hale getirmiştir. Bu bağlamda esansiyel yağların mutajenik etki göstermediği yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır [4].

Esansiyel yağlar bitkilerin çeşitli kısımlarından elde edilebilir. Yoğun koku özelliklerine sahiptirler. Bitkinin meyve veya meyve sapı, yaprak, kök ve diğer kısımlarında bulunabilir. Bu esansiyel yağlar geçmişten bu yana gıda, ilaç, endüstriyel sanayi ve kozmetik gibi farklı ticari alanlarda kullanılmaktadır [2].

Ortalama üç bin esansiyel yağdan üç yüz kadarı ticari öneme sahip olup, bunların birçoğu ilaç sektöründe, tarımsal faaliyetlerde, gıda sektöründe, besli hayvanı yetiştiriciliğinde, kozmetik ürünlerinde ve endüstriyel sanayide kullanılmaktadır [4]. Bu yağlardan biri jojoba yağıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Jojoba

2.1.1. Jojoba Bitkisinin Görünümü

Jojoba, 60 ile 4500 cm arasında yüksekliği sahip olabilen bir çalı bitkisidir [5]. Jojoba bitkisi ülkemizde kurak alanlarda yetiştirilebilir. Jojobanın erkek ve dişi çiçekleri vardır. Jojobanın üretimi ağırlıklı olarak dişi bitkinin tohumu aracılığıyla olmaktadır. Jojoba bitkisinin genel görünümü Şekil 2.1’de , tohumu Şekil 2.2’de, erkek çiçeği Şekil 2.3’de, dişi çiçeği Şekil 2.4’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Jojoba bitkisi [6].



Şekil 2.2. Jojoba bitkisinin tohumu [6].



Şekil 2.3. Jojoba bitkisinin erkek çiçeği [6].



Şekil 2.4. Jojoba bitkisinin dişi çiçeği [6].

2.1.2. Jojoba Yağı

Jojoba yağı, kendi tohumlarından üretilir. Diğer bitkisel yağlardan kimyasal yapısı farklıdır. Sıvı mum şeklinde olup wax olarak adlandırılır. Diğer bitkisel yağlardan farklı olarak uzun karbon zincirli alkol molekülünden ve uzun karbon zincirli yağ asitlerinden oluşur. Ayrıca yüksek sıcaklık değerlerine, ultraviyole ışınlarla dayanıklı olup kolayca oksidasyona uğramaz. Diğer bitkisel yağların içerisinde olan gliserid esterleri, jojoba yağı içerisinde yer almamaktadır. Mumsu yapıda olan jojoba ve balina yağı, yağ asitlerinin alkoller ile esterleşmesi sonucu oluşan büyük karbon zincirli mum esterleridir. Hayvansal yağlardan balina yağı, bitkisel yağlardan jojoba yağı farklı ve benzeri olmayan yağlardır [7].

2.1.3. Jojoba Yağının Elde Edilmesi

Jojoba yağı, sıkıştırma ve soğuk pres yöntemiyle tohumlarından elde edilir. Ayrıca bitkilerden yağ elde edilmesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemlerinden çözücülerin kullanıldığı kesikli katı-sıvı yöntemi de kullanılır [8].

Kahve çekirdeği görünümlü jojoba tohumları %50 civarında yağ bulunmaktadır. Zeytinyağının üretimi şeklinde jojoba yağı tohumlarından elde edilir [9].

2.1.4. Jojoba Yağının Kullanım Alanları

Jojoba yağı endüstrisi, kozmetik alanda yaklaşık 400 çeşit ürün ile hammadde sağlamaktadır. Jojoba yağının saf ve kokusuz olması ayrıca raf ömrünün uzun olması anti aging (hücre faaliyetini artırıcı, gençleştirici) yapıda olması ile krem ve merhemlerde çokça kullanılmaktadır [9]. Jojoba yağı özellikle sanayide makinaların yağlanılmasında, gıda sanayisinde, kozmetik ve ilaç üretimi gibi alanlarda oldukça önemli bir payı vardır [7].

2.2. Antimikrobiyal Maddeler

Mikroorganizmaları üremelerini durduran veya onları yok etmek amacıyla kullanılan maddelere antimikrobiyal madde denilir. Antimikrobiyal maddelere şuşların direnç kazanması ve kullanılan sentetik antimikrobiyal maddelerin yan etkiler göstermesi, doğal olan ürünlerin antimikrobiyel yapılarının araştırılmasında önemli bir paya sahiptir [1].

Antimikrobiyaller, mikroorganizmaların sebep olduğu enfeksiyonları tedavi edebilmek üzere kullanılır. Mikroorganizmalarda direnç gelişimine sebep olmaları ve yan etkiler oluşabilmesi nedeniyle sadece ihtiyaç durumunda, etkenin türü ve konağın özelliklerine bağlı olarak kullanılmaları gerekir [10].

Maddelerin antimikrobiyal etkinliklerini belirlemek için antiviral, antifungal, anlibakteriyel aktivite araştırmaları yapılmaktadır. Mantar, virüs ve bakterilerin üremesini engelleyen veya onları inaktive eden madde konsantrasyonları belirlendikten sonra, deneysel çalışmalara devam edilmektedir [11].

Bitkilerin esansiyel yağ kısmında genellikle antimikrobiyal bileşikler bulunmaktadır. Bir bitkinin antimikrobiyel aktivitesi kendi özelliklerinin yanısıra organizmanın yapısı ve işlem koşullarına bağlıdır [12].

Esansiyel yağlar mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal, antiseptik ve antioksidan etkileri bulunmaktadır [1].

2.3. Oksidatif Stres ve Antioksidan Sistemler

Oksidasyon, bir taneciğin verdiği elektron ile oluşan yükseltgenme sürecidir. Elektron verme eğilimi fazla olan tanecik yükseltgenirken diğer tanecik elektron alarak indirgenir. Yağlar, karbonhidratlar ve proteinler de oksidasyona uğrayabilir ve tehlikeli oksidasyon maddeleri oluşabilir. Bu durum oksidatif stres olarak tanımlanır [13].

Oksidatif stres; oksidanlar ve antioksidanlar arasında sağlanan dengenin oksidanlar tarafına yönelerek mekanizmalarda hasar bırakabilen dengesizlik olarak tanımlanabilir. Enerji üretimi sırasında oksijen ve nitrojenden türetilen reaktif maddeler (ROS ve RNS) oluşmaktadır [14].

Karbonhidrat, protein, nükleik asit ve lipitler ROS tarafından etkilenebilirler. antioksidan savunma mekanizması oksidatif hasarı önlemektedir. ROS antioksidan savunma mekanizması tarafından bertaraf edilmediğinde, hücrede oksidatif hasar olmaktadır [15]. Çok fazla ROS yapımı oksidatif hasara, hücre fonksiyonlarının yitirilmesine ve sonunda apoptoza ya da nekroza sebep olur [14].

Oksijenli ortamda üreyen organizmaların enerji elde edilmesi sırasında oksijen molekülü elektron alarak indirgenir. Bu aşamada süperoksit anyonu, hidroksil radikali gibi diğer serbest radikaller yan ürün olarak oluşur [16].

ROS'ların hücrelerde oluşturdukları hasar biyomoleküllerde (lipit, protein, DNA...) farklılık gösterir [17].

Organizmanın hücrelerdeki antioksidan olarak tanımlanan enzim sistemleri öncelikle serbest radikallere karşı savunma sistemi oluşturur. Serbest radikallerin çoğalmasını ve lipit peroksidasyonunu önleyen enzimatik antioksidanlar glutatyon peroksidaz(GSH-PX), süperoksit dismutaz(SOD) ve katalaz(CAT)'dır. Vitamin A, Vitamin E, Vitamin C ve glutatyon ise enzimatik olmayan antioksidanlardır [16].

Antioksidanlar radikal oluşumunu engelleyen, oluşum sürecini durduran veya oluşan radikallerin ve hasarlı yapıların yok edilmesinden sorumludurlar [13]. Esansiyel yağlar ise antioksin özelliklerini, içerdikleri kimyasalların yapısında yer alan fenolik hidroksil gruplarından almaktadırlar [4].

Günümüzde moleküllerin toplam antioksidan kapasitesini tespit etmek için biyokimyasal DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) tayin yöntemi kullanılmaktadır [18].

2.4. Oksidatif Stres ve Antioksidan Sistemler

Saccharomyces cerevisiae, mantar sınıfında olan genellikle fırıncı mayası ve bira mayası olarak bilinen ökaryotik bir mayadır. *Saccharomyces cerevisiae* bira, şarap ve ekmek yapımı gibi birçok gıda sektöründe (yiyecek ve alkollü içecek) çok önemli role sahip bir mikroorganizmadır [14].

Canlılar aerobik, anaerobik ve fakültatif (seçici) olarak ayrılırlar. Fakültatif türler anaerobik olmalarına aksine ihtiyaç halinde moleküler oksijeni tüketirler. *Saccharomyces cerevisiae* oksijensiz solunum yapan canlılardanır. Oksijen varlığında yaşayabilir ve üreyebilir [19].



3. MATERYAL VE METOT

Çalışmada jojoba yağının (*Simmondsia chinensis*) antioksidan, antimikrobiyal özelliklerin belirlenmesi ve *Saccharomyces cerevisiae* hücrelerindeki MDA ve antioksidan vitamin düzeylerine etkisi Fırat Üniversitesi Kimya Bölümü Biyokimya Laboratuvarı ve Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji laboratuvarında gerçekleştirildi.

Jojoba yağının antioksidan özelliklerini incelemek için DPPH serbest radikal giderme, ABTS yok edici testi, hidroksil radikali yok etme aktivitesi, antimikrobiyal özelliklerin belirlenmesi ve *Saccharomyces cerevisiae* hücrelerindeki MDA ve antioksidan vitamin düzeylerine etkisi incelenmiştir.

Bu çalışmanın nasıl yapıldığını açıklamak için uygulanan tüm süreçler, analiz teknikleri tez içinde gösterilmiştir.

3.1. Antiradikal Metodlar

3.1.1. DPPH (Serbest Radikal Giderme) Metodu

Reaktif molekül olarak alınan DPPH• 'in 1 mM'lık çözeltisi kullanıldı. Deney tüplerine maddelerin farklı konsantrasyonlarda aktararak hacmi 3 mL olacak şekilde %100 etil alkolle tamamlandı. Bundan sonra her bir numune tüpüne stok DPPH• çözeltisinden 1 mL konuldu. 30 dk 25°C' de karanlıkta inkübe edildi. Bundan sonra etil alkolden oluşan köre karşı 517 nm de absorbanslar değerleri ölçüldü. Kontrol olarak, 3 mL etil alkol ve 1 mL DPPH• çözeltisi kullanıldı. Azalan absorbans geriye kalan DPPH• radikal giderme aktivitesini vermektedir [20].

3.1.2. ABTS (Yok Edici Testi) Metodu

ABTS (Yok Edici Testi) metodunda 2.45 mM K₂S₂O₈ ve 7 mM ABTS çözeltileri 1:1 oranında bir araya getirilerek 25 °C' de karanlıkta 16 saat inkübasyona bırakıldı. Elde edilen bu ABTS radikal çözeltisinin 734 nm'de absorbansı alınıp 1.660±0.02 absorbansına ulaşılan kadar etanol ile seyreltme yapıldı. Bu absorbans kontrol absorbansı olarak kullanılacaktır. Sonrasında bu radikal çözeltisinden deney tüplerine 4 mL konuldu. Tüplerin üzerine madde çözeltileri eklenip 25°C' de karanlıkta 2 saat inkübasyona bırakıldı. 2 saat sonra örneklerin absorbansı 734 nm'de PBS (Fosfat Tamponu, pH=7.4)'den oluşan köre karşı kaydedildi. Azalan absorbans ortamdaki yok edilen ABTS radikallerinin miktarını vermektedir [21].

3.1.3. Hidroksil Radikali Yok Etme Aktivitesi Metodu

Reaksiyon karışımı 500 µL 3.6 mM deoksiriboz, 200 µL 100 µM FeCl₃, 200 µL 104 mM EDTA, 100 µL 1 mM H₂O₂ ve 100 µL 1 mM askorbik asit çözeltilerinden yapıldı. Daha sonra yeterince vortekstlendi. 37 °C'deki etüvde 60 dk bekleyen tüplerin üzerine 1 mL % 2.8 TCA ve 1 mL %1.0 TBA eklenip daha sonrasında sıcak su banyosunda 50 °C'de 30 dk bekletildi. Örnekler bütül alkole alınıp 532 nm dalga boyunda UV'de ölçülen absorbans değerleri kaydedildi [22].

3.2. SAC-SER (*Saccharomyces cerevisiae*) Örneklerindeki MDA ve Vitamin Düzeyleri

SAC-SER (*Saccharomyces cerevisiae*) hücrelerinden her 1 ml'sinde 10⁶ hücre içeren örnekler üzerine aktivitesi ölçülecek maddelerin çözeltilerinden son derişimi 50 ve 100 µM olacak şekilde eklemeler yapıldı. Bu maddelerin ilavesinde 24 ve 48 saat sonra MDA miktarları HPLC ile ölçümü yapıldı. MDA analizi için kimyasal ajanlarla muamele edilmiş hücrelere %15'lik trikloroasetik asitten 250 µL ve 0.5 M HClO₄'den 750 µL konularak çalkalandı ve böylece parçalanması sağlandı. Lizat 4500 devirde 5 dakika santrifüj yapıldıktan sonra berrak kısım(süpernatant) alınıp HPLC'de analiz edildi [23].

3.3. Antimikrobiyal Özelliklerin Belirlenmesi

Antimikrobiyal özelliklerin belirlenmesi amacıyla bakteri suşları nutrient buyyona (Difco) aşılandı. Sonrasında 35 ± 0.1 °C de 24 saat; maya suşları ise malt ekstrakt buyyon (Difco) da 25 ± 0.1 °C de 48 saat sürede inkübe edildi. Erlenmayer içerisinde sterilize edilerek sıcaklığının 45-50 °C sıcaklığa kadar soğutuldu. Muller Hinton Agar (Oxoid) bakteri ve mayaların buyyondaki kültürü ile 1 oranında aşılanarak (10⁶ bakteri/mL) yeterince çalkalandı. Daha sonra pipetler ile 9 cm çapındaki steril petri kutularına 15 er mL dağıtıldı. Böylelikle besiyerinin eşit bir şekilde dağılması sağlandı. Katılaştıran agar üstüne kompleks emdirilmiş diskler yavaşça bastırılarak yerleştirildi. Petri kutuları 4 °C de 1.5-2 saat bekletildi. Daha sonra bakteri aşılanan plaklar 37 ± 0.1 °C de 24 saat süre ile inkübe edildi [24].

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada gözlemlenen sonuçlara göre, jojoba yağı ile ilgili birkaç pozitif bilgi ve sonuç elde edilmiştir.

4.1. ABTS⁺, OH[•], DPPH[•] Radikali Yok Etme Aktiviteleri

Jojoba yağının antioksidan özelliklerini incelemek için DPPH serbest radikal giderme , ABTS yok edici testi, hidroksil radikali yok etme aktivitesi, BHT (Butillenmiş hidroksitoluen) gibi sentetik antioksidanlarla karşılaştırılma yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.1’ de verilmiştir.

Tablo 4.1. ABTS⁺, OH[•], DPPH[•] radikallerinin yok etme aktiviteleri

Örnekler	ABTS ⁺ Yok Etme (%) (500 µg/mL)	OH [•] Yok Etme (%) (500 µg/mL)	DPPH [•] Yok Etme (%) (500 µg/mL)
Y	59.63	45.97	3.50
BHT	94.87	92.13	95.28

Jojoba yağının antioksidan özelliklerini incelemek için yapılan testlerde, jojoba yağının orta düzeyde antioksidan aktivite gösterdiği görülmüştür.

4.2. *Saccharomyces Cerevisiae* Örneklerindeki MDA ve Vitamin Düzeyleri

Jojoba yağı *Saccharomyces cerevisiae* hücrelerindeki MDA ve antioksidan vitamin düzeylerine etkisini incelemek için çeşitli dozlarda uygulaması yapıldı ve belirtilen sürelerde (24 saat ve 48 saat) bekletildi. Uygulama yapılan hücrelerde vitamin ve MDA analizleri yapıldı. Bu deneylere ait sonuçlar Tablo 4.2’de ve Tablo 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.2. 24 Saat inkübe edilen maya hücresindeki vitaminler ve MDA değerleri

Grup	Vitamin A (ppm)	Vitamin E (ppm)	Vitamin C (ppm)	MDA (ppm)
Kontrol 24S	0.09±0.009	0.82±0.06	0.92±0.1	7.696±0.59
Y 50 24 S	0.08±0.008	0.70±0.07	0.91±0.03	17.51±0.82**
Y 100 24 S	0.07±0.009**	0.68±0.04*	0.71±0.05*	24.17±0.63**

* p <0.05; **p < 0.01;

Tablo 4.3. 48 Saat inkübe edilen maya hücresindeki vitaminler ve MDA değerleri

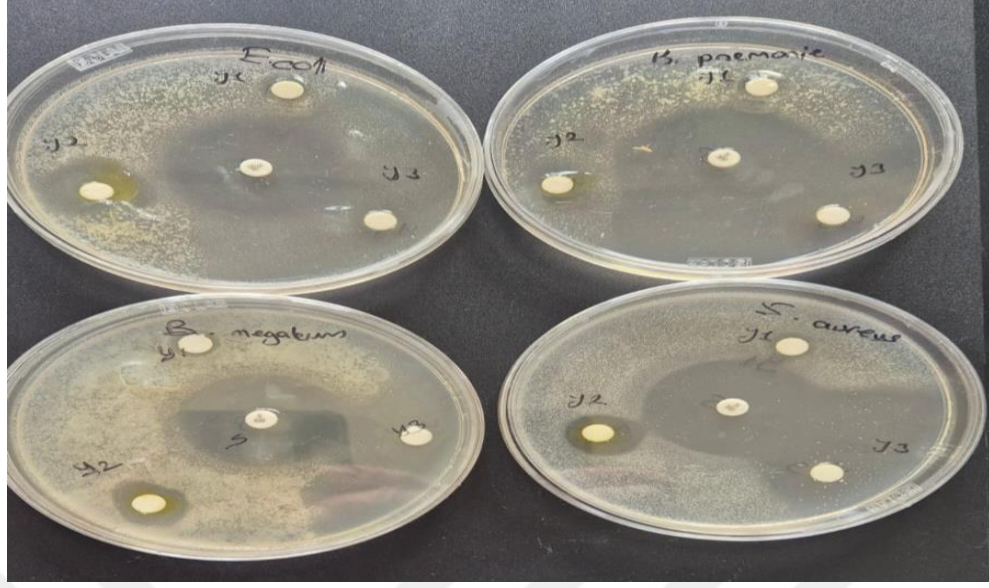
Grup	Vitamin A (ppm)	Vitamin E (ppm)	Vitamin C (ppm)	MDA (ppm)
Kontrol 48S	0.08±0.008	0.78±0.04	0.91±0.08	7.843±0.67
Y 50 48 S	0.06±0.008*	0.68±0.03*	0.72±0.06*	19.22±0.15**
Y 100 48 S	0.06±0.001**	0.61±0.06**	0.63±0.08**	24.61±0.98**

* p <0.05; **p < 0.01;

Jojoba yağının *Saccharomyces cerevisiae* hücre ortamında da yapılan analizler de vitamin düzeylerini azaltıcı yönde etkilediği ve MDA düzeylerinde artışa sebep olduğu görülmektedir.

4.3. Antimikrobiyal Özelliklerin Belirlenmesi

Jojoba yağının antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi amacıyla; *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus megaterium* ve *Klebsiella pneumoniae* bakteri şuşları ve *Candida albicans* mantarı kullanılmıştır. Kontrol gurubu olarak bakteriler için *Streptomycin*, mantar için *Nystatin* antibiyotikleri kullanılmıştır. Jojoba yağı (Y₁) ile bakteri şuşları ile inkübe edilmesi Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Jojoba yağının bakteri suşları inkübe edildikten sonra bakteri suşları

Jojoba yağının antimikrobiyal ve antifungal aktivite sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Jojoba yağının antimikrobiyal ve antifungal aktivite sonuçları

	<i>E. coli</i>	<i>B. megaterium</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
Y	11	11	11	11	10
Control	40	31	42	36	31

Elde edilen sonuçların kontrollerden düşük olduğu görülmektedir. Bu bağlamda jojoba yağının çeşitli patojen mikroorganizmalar üzerinde zayıf düzeyde etki gösterdiği söylenebilir.

Tablolara bakıldığında deneylerde kullanılan yağın orta derecede antioksidan aktiviteye ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. *Saccharomyces cerevisiae* hücre ortamında da yapılan analizler de ise vitamin düzeylerini azaltıcı yönde etkilediği ve MDA düzeylerinde artışa sebep olduğu görülmektedir.

Esansiyel yağlarda antimikrobiyal aktiviteler en yoğun incelenen kısım olarak ön plana çıkmaktadır. Bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar, kompleks karışımlar olup farklı kimyasal bileşenler içerir. Ayrıca etki dereceleri bileşenlerin yapılarına göre değişkenlik göstermektedir. Etki mekanizmaları ile ilgili elde edilen veriler kısıtlı olup bu etkinin bitki ekstratın lipofilik ve kimyasal yapılarıyla ilişkilidir. [4].

Bitki esansiyel yağları mikroorganizmalar için antimikrobiyal etki göstermektedir. Bu yağlar, bakteri koruyucu zarlarını parçalayarak veya bakteri duvarını delerek hücrenin iç kısımlarına kadar ulaşabilirler [25].

Yapılan birçok araştırmada bitkilerin esansiyel yağlarında var olan fenolik bileşenleri sayesinde serbest radikallere karşı savunma sistemi oluşturarak antioksidan aktivite gösterirler [26].

Anason ve kimyon esansiyel yağları trans anetol ve β -pinen bulundururlar. Bunlar sayesinde antimikrobiyal ve antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir [27].

Kadim bir tıbbi gelenek olarak bilinen bitkilerin hastalık tedavisinde kullanıldığı, yapılan araştırmalarda ortaya çıkmaktadır. Uçucu esansiyel yağlar, kompleks yapıda olup biyolojik etkileri değişkenlik gösterir [28].

Laboratuvar ortamlarında yapılan deneyler jojoba yağının tberkilozun gelişimini durdurduğunu göstermektedir. Bu durumun jojoba yağının verem mikrobunun dış hücre zarını parçalama veya delme özelliğinden meydana geldiği ileri sürülmektedir [7].

Hidroksitoluenin allilik türevleri içermesinden dolayı jojoba yağı doğal bir antioksidan özellik gösterir. Jojoba esansiyel yağı güneş yanığı, yaralar, sa dökülmesi, baş ağrısı ve boğaz ağrısı gibi hastalıkların tedavisinde etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca jojoba yağının cilt enfeksiyonlarına etkisi değerlendirildiğinde herpes simpleks 1; HSV-1 virüsünü önemli miktarda inhibe ettiği görülmüştür [29].

Tıbbi esansiyel yağların antiradikal ve antimikrobiyal özelliklerinin tespit edilmesi, ilaç ve gıda sanayisinde hastalıkların tedavisi ve gıda maddelerinin raf sürelerinin uzatılmasında önemli bir katkı sunacaktır [27].

Patojenik mikroorganizmaların antibakteriyel maddelere karşı direnç oluşturması nedeniyle Esansiyel yağların ve bu yağlardan elde edilen ürünlerin antibakteriyel faktörleri son yıllarda daha kapsamlı çalışılmaya ihtiyaç duyulmuştur [30].

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, jojoba yağının (*Simmondsia chinensis*) çeşitli testler ile antioksidan, antimikrobiyal gibi biyolojik özelliklerinin yanı sıra *Saccharomyces cerevisiae* hücrelerindeki MDA ve antioksidan vitamin düzeylerine etkisi incelenmeye çalışıldı. Elde edilen sonuçlara göre Jojoba yağının orta derecede antioksidan aktiviteye ve zayıf antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlendi. Bunun yanında *Saccharomyces cerevisiae* hücre ortamında da yapılan analizler de ise vitamin düzeylerini azaltıcı yönde etkilediği ve MDA düzeylerinde artışa sebep olduğu ilk kez saptandı.

Sentetik antioksidanlar ile karşılaştırıldığında daha düşük ancak doğal kaynaklar arasında makul düzeyde kabul edilebilir. Jojoba yağının antioksidan etkilerinin ortaya konması ilaç, gıda, kozmetik ürünler gibi birçok endüstri sektörüne katkı sağlar.

Jojoba yağının düşük antimikrobiyel etkisine rağmen sentetik antimikrobiyal ajanların zamanla antibiyotiklere karşı direnç kazanması nedeniyle doğal bir yağ olan jojoba yağı mikroorganizmalara karşı kullanılabilir.

Yağın hücre içi biyolojik etkileri ilk defa ortaya konulmuş oldu. Vitamin değerlerinin düşüşü ve MDA değerlerinin artışı yağın yüksek derişimlerde dikkatle değerlendirmeyi gerektiriyor.

Bu çalışma ile jojoba yağının etkilerinin ortaya konması sentetik ürünlere alternatif ürünler geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

ÖNERİLER

Elde edilen veriler, yağın özelliklerini ortaya koyma açısından önem arz etmektedir. Esansiyel yağların antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin bilinmesi, daha ileriki çalışmalar için önemli katkı sağlayacaktır.

Ekonomik değeri yüksek olan jojoba yağının üretimi yaygınlaştırılmalı, yağın tedavi amaçlı olarak kullanılması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- [1] Atalan, E. (2019). Türkiye’de yetiştirilen pelemir bitkisinin [*cephalaria syriaca* (L.)] antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, antibiyofilm özelliklerinin ve tohum morfolojisinin araştırılması (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [2] Cerit, L. S. (2008). *Bazı baharat uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [3] Çelikezen, F. Ç., Aykanat, F. T., Şahin, İ. H., & Hayta, Ş. (2019). Prangos pabularia bitkisinin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(3), 742-748.
- [4] Bayaz, M. (2014). Esansiyel yağlar: antimikrobiyal, antioksidan ve antimutajenik aktiviteleri. *Akademik Gıda*, 12(3), 45-53.
- [5] Öncel Z. Jojoba'nın (*Simmondsia Chinensis*) In Vitro Hızlı Çoğaltımı ve Moleküler İşaretleyicilerle Erkek ve Dişi Bitkilerin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Konya-2011
- [6] <https://www.gencziraat.com/Bahce-Bitkileri/Jojoba-Hakkinda-11.html>, Erişim:20-12-2024)
- [7] Ayanoglu F. Jojoba (*Simmondsia Chinensis* Link. Schneider) ve Türkiye'de Yetiştirilebilme Olanakları (III. Jojoba Yağı, Kullanım Alanları ve Ekonomik Önemi). *ANADOLU, J. of AARI* 11 (1) 2001, 103 – 112 MARA
- [8] Altın, Z. G., Keyf, S., Çorbacıoğlu, B. D., & Beyribey, B. (2013). Solid-Liquid Extraction Of Jojoba Oil Obtained By The Process And The Process Variables Oil Effects On Yield. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 31(4), 447-455.
- [9] Suçlu E. Jojoba Meyvesinin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi ve Jojoba Hasadının Mekanizasyon Olanaklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana, 2011
- [10] Saran, B., & Karahan, Z. C. (2010). Antimikrobiyal ajanlara genel bakış. *Türk Urol Sem*, 1, 216-20.
- [11] Abbasoglu, U. (1996). Antimikrobiyal aktivite araştırma yöntemleri. *Fabad J. Pharm. Sci*, 22, 111-118.
- [12] Faydaoğlu, E., & Sürücüoğlu, M. (2013). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 6(2), 233-265.
- [13] Arıdurur, R., & Arabacı, G. (2013). Ciğertaze otu (*Salvia officinalis*) bitkisinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *Sakarya University Journal of Science*, 17(2), 241-246.
- [14] Mollaoğlu, Z. (2021). *Borik asit ve bazı türevlerinin saccharomyces cerevisiae üzerindeki biyokimyasal etkileri* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [15] Aslan, A., Beyaz, S., & Gök, Ö. (2019). Domates ekstraktının *Saccharomyces cerevisiae*’de oluşturulan krom hasarına karşı koruyucu etkisi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 12(2), 1048-1055.
- [16] Tabakoğlu, E., & Durgut, R. (2013). Veteriner hekimlikte oksidatif stres ve bazı önemli hastalıklarda oksidatif stresin etkileri. *Avkae Derg*, 3(1), 69-75.
- [17] Büyük İ, Soydam-Aydın S, Aras S. Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hij Den Biyol Derg*, 2012; 69(2): 97-110.
- [18] Yılmaz, Ö. B., & Boyacıoğlu, M. (2020). Bazı sentetik antioksidanların 2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasitesi yöntemi ile antioksidan aktivitelerinin araştırılması.

- [19] Kireççi, O. A. (2018). Mn, Cd, Fe ve Mg Metallerinin *Saccharomyces cerevisiae* Mayasında Antioksidan Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 520-528.
- [20] Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., Nakamura, T. "Antioxidant properties of xanthin on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (1992). 40; 945-948
- [21] Yu, L.,L., Haley, S., Perret, J., Harris, M., Wilson, J., Qian, M., "Free radical scavenging properties of wheat extracts", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (2002). 50; 1619-1624
- [22] Halliwell, B., Gutteridge, J.,M.,C., Aruoma, O., "The deoxyribose method: a simple "test tube" assay for determination of rate constants for reactions of hydroxyl radicals", *Analytical Biochemistry*, (1987). 165; 215-219
- [23] Karatepe, M., "Simultaneous Determination of Ascorbic Acid and Free Malondialdehyde in Human Serum by HPLC/UV", *LC-GC North America*, (2004). 22; 362-5
- [24] Collins, C.,M., Lyne, P.,M., *Microbiological Methods* Butterworths & Co (publishers) Ltd. London, (1987)
- [25] Sur, E. B., & Çiçek, Ş. K. (2021). Chia tohumunun kimyasal, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri. *Gıda*, 46(4), 971-979.
- [26] Dikmetaş, D. N., Konuşur, G., Mutlu-ingök, A., Gülsünoğlu, Z., & Karbancıoğlu-güler, F. (2019). Portakal (*Citrus sinensis*) kabuğundan elde edilen hidrosol/esansiyel yağların antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 274-283.
- [27] Haşimi, N., Tolan, V., Kızıl, S., & Kılınç, E. (2014). Anason (*Pimpinella anisum* L.) ve kimyon (*Cuminum cyminum*) tohumlarının uçucu yağ içeriği, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 20(1), 19-26.
- [28] Toroğlu, S., & Çenet, M. (2006). Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 12-20.
- [29] Taşkor Önel G, Yaman Akbay HG. Uçucu ve Sabit Yağlar: Kimyasal Yapı-Aktivite İlişki Değerlendirmesi. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. Cilt 5, Sayı 1, Yıl 2022, Sayfa 104-114
- [30] Gultekin, E. O. Hint Yağı, Çörekotu Yağı ve Kayısı Yağının Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Black Sea Journal of Health Science*, 6(3), 484-487.

ÖZGEÇMİŞ

Osman ADIGÜZEL

KİŞİSEL BİLGİLER

ARAŞTIRMACI BİLGİLERİ

Öğrenci Orcid ID : 0009-0001-7948-7979
Danışman Orcid ID : 0000-0001-6358-5913

EĞİTİM BİLGİLERİ

ARAŞTIRMA DENEYİMİ

Laboratuvar Cihazları : Spektrofotometre, HPLC
Bilgisayar Programları : Windows, SPSS

İŞ DENEYİMİ

--	--

AKADEMİK FAALİYETLER

Projeler:

- 2024 Yılı 123B877 Numaralı TÜBİTAK 4005 Yenilikçi Eğitim Uygulamaları Projesinde Rehber
- 2025 Yılı Elazığ Bilim ve Sanat Merkezi B24B427 Numaralı TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarları Destekleme Programı Proje Yürütücüsü