



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KOCAYEMİŞ (*ARBUTUS UNEDO* L.)

POPULASYONLARININ ANTİ-MİKROBİYAL VE PROBİYOTİK
BAKTERİLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

BERKANT IŞIK

DANIŞMAN

PROF. DR. HALİL BARIŞ ÖZEL

BARTIN-2025



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KOCAYEMİŞ (*Arbutus unedo* L.) POPULASYONLARININ ANTİ-
MİKROBİYAL VE PROBİYOTİK BAKTERİLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Berkant IŞIK

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman : Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL
Üye : Prof. Dr. Tuğrul VAROL
Üye : Prof. Dr. Hakan ŞEVİK

BARTIN-2025

KABUL VE ONAY

Berkant IŞIK tarafından hazırlanan “FARKLI KOCAYEMİŞ (*Arbutus unedo* L.) POPULASYONLARININ ANTİ-MİKROBİYAL VE PROBİYOTİK BAKTERİLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma, 26.06.2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Üye :

Üye :

Bu tezin kabulü Lisansüstü Eğitimi Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL danışmanlığında hazırlamış olduğum “FARKLI KOCAYEMİŞ (*Arbutus unedo* L.) POPULASYONLARININ ANTİ-MİKROBİYAL VE PROBİYOTİK BAKTERİLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

20.05.2025

Berkant IŞIK

ÖNSÖZ

Ülkemizin sahip olduğu diğer tüm kaynaklar gibi orman kaynaklarının devamlılığının sağlanması da oldukça önemlidir. Ancak bu önemli kaynağın varlığını zaman zaman tehdit eden yangınların önlenmesi kadar yangınlardan sonra da orman ekosisteminin başarılı bir şekilde onarılması ve yeniden verimli hale getirilmesi de çok önemlidir. Bu kapsamda yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada bana değerli fikirleri ile destek olan danışmanım sayın Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'e teşekkürü bir borç bilirim. Tezimin hazırlanmasında arazi çalışmalarım sonucunda elde ettiğim ham verilerin analizinde ve analiz sonuçlarının yorumlanmasında bana fikirleri ile yol gösteren ve destek olan sayın hocam Prof. Dr. Tuğrul VAROL'a şükranlarımı sunarım. Tez çalışmama hem uygulamada orman işletme şefi olarak sahip olduğu deneyimlerle hem de akademik düşünceleri ile önemli katkılar sağlayan hocam sayın Prof. Dr. Hakan ŞEVİK'e teşekkür ederim. Ayrıca araştırmamın laboratuvar çalışmaları bölümünde gerek değerli önerileri ile gerekse ekipman ve cihazlarının kullanımı ile bana destek olan değerli hocam sayın Doç. Dr. Hasan Ufuk ÇELEBİOĞLU'na şükranlarımı sunarım. Ülkemizin farklı orijinlerden ve lokasyonlarından araştırma materyalim olan kocayemiş meyvesinin toplanmasında sabırla bana gösterdikleri destek ve yardımları için T.C. Orman Genel Müdürlüğü'nün tüm idareci, teknik ve yardımcı personellerine teşekkürü zevkli bir borç bilirim. Hayatımın her aşamasında olduğu gibi yüksek lisans öğrenimim boyunca da bana destek olan sevgili aileme teşekkür ederim. Araştırmadan elde edilen bulguların konuya ilgi duyan herkese faydalı olmasını dilerim.

Berkant IŞIK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI KOCAYEMİŞ (*Arbutus unedo* L.) POPULASYONLARININ ANTI-MİKROBİYAL VE PROBİYOTİK BAKTERİLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Berkant IŞIK

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2025, sayfa: 45

Bu araştırmada; Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.)'in doğal yayılış alanından meyve olgunlaşma döneminde ulaşımın mümkün bazı orijinlerden (Balıkesir-Bandırma, Bartın-Amasra, Kastamonu-Cide, Sinop-İnceburun ve Zonguldak-Dirgine) toplanan meyveler üzerinde gerçekleştirilen bu araştırmada, orijin farklılığının kocayemişin anti-mikrobiyal ve probiyotik bakteriler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* isimli ve genel olarak tüm ortamlarda yaygın olarak bulunan patojen bakteriler üzerinde orijinler itibarıyla toplanan kocayemiş meyvelerinden elde edilen ekstraktların ayrı anti-mikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Tek yönlü olarak yapılan varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde kocayemişe ait farklı orijinlerden toplanan meyvelerden elde edilen ekstraktların *Escherichia coli* bakterisinin meydana getirdiği mikrobiyal aktivite üzerinde farklı etkilerinin olduğu saptanmıştır. Yapılan istatistiki karşılaştırma sonucunda kocayemiş meyvelerinin toplandığı 5 farklı orijin arasında söz konusu bu bakterinin meydana getirdiği mikrobiyal etki üzerinde %99 güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılık belirlenmiştir. Bu itibarla kocayemiş orijinlerinin homojen gruplarını belirlemek için %95 güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testinden elde edilen bulgulara göre, anti-mikrobiyal etkinin belirlenmesinde kullanılan en önemli

değişken olan bakteri canlılık oranı (%) değişkenine göre %95 güven düzeyinde kocayemiş meyvelerinin toplandığı 5 orijin üç grupta toplanmıştır. Buna göre *Escherichia coli* bakterisinin etkilerini en alt düzeyler olan %29,72 ve %28,94 canlılık oranlarına indiren Amasra ve Cide orijinleri ilk grupta yer alırken, Bandırma ve İnceburun orijinleri %31,53 ve %32,65'lik canlılık oranları ile ikinci grupta ve en yüksek bakteri canlılık oranı olan %36,81 ile Dirgine orijini ise son grupta yer almıştır. Araştırmada kültür ortamlarında yaygın olarak bulunan *Staphylococcus aureus* isimli bakteri üzerinde de deneyler gerçekleştirilmiştir. Söz konusu bu bakterinin meydana getirdiği mikrobiyal etkinin orijinler itibarıyla farklılık gösterip göstermediği belirlemek için yine bu konuda en geçerli değişken olan bakteri canlılık oranı (%) değişkeni yönünden 3 tekrarlı olarak elde edilen ham verilere tek yönlü olarak yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinin ekstraktlarının bakteri canlılık oranı değişkeni itibarıyla *Staphylococcus aureus* bakterisinin mikrobiyal faaliyetleri üzerindeki etkisi istatistiki açıdan %99 güven aralığında farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Bu kapsamda, %95 güven düzeyinde orijinlerin bakteri canlılık oranı üzerindeki etkileri itibarıyla gruplandırmasını gerçekleştirmek için yapılan Duncan testi sonucunda %95 güven düzeyinde *Staphylococcus aureus* bakterisinin etkilerini en alt düzeyleri olan %231,63 ve %30,87 canlılık oranlarına indiren Amasra ve Cide orijinleri ilk grupta yer alırken, Bandırma ve İnceburun orijinleri %34,45 ve %33,91'lik canlılık oranları ile ikinci grupta ve en yüksek bakteri canlılık oranı olan %37,52 ile Dirgine orijini ise son grupta yer almıştır. Bu araştırmanın ikinci önemli amacını ve hedefini ise, farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinden farklı konsantrasyonlarda elde edilen besi ortamlarının probiyotik bakteriler üzerindeki etki farklılığını ortaya koymak oluşturmaktadır. Bu amaçla, bakteriyel agregasyon aktivitesinin ölçülebilmesi için otoagregasyon ve koagregasyon yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmada, *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiyotik bakterisinin büyümesi üzerine farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinden elde edilen ekstraktlardan oluşan besin ortamları arasında yapılan tek yönlü varyans analizine göre istatistiki açıdan %95 güven düzeyinde önemli bir farklılık tespit edilmiştir. Bu kapsamda *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiyotik bakterisinin büyüme ortamı ve büyüme performansı üzerine kocayemiş meyvesinin toplandığı farklı orijinlerin meydana getirdiği grupların belirlenmesi amacıyla %95 güven düzeyinde uygulanan Duncan testine göre, *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiyotik bakterisinin büyüme performansı yönünden; Amasra orijini %56,39, Cide orijini %55,27 ve Bandırma orijini %53,86'lık büyüme performansları ile ilk grupta yer

alırken, İnceburun orijini %49,73 ve Dirgine orijini de %45,98’lik büyüme performansları ile ikinci grubu oluşturmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: *Arbutus unedo* L., orijin, antimikrobiyal, probiyotik, bakteri, büyüme

Bilim Alanı Kodu: 120517



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT ARBUTUS (*Arbutus unedo* L.) PROVENANCE ON ANTI-MICROBIAL AND PROBIOTIC BACTERIA

Berkant IŞIK

Bartın University

Graduate School

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2025, pp: 45

In this study; The effect of origin differences on antimicrobial and probiotic bacteria of strawberry (*Arbutus unedo* L.) collected from some accessible provenances (Balıkesir-Bandırma, Bartın-Amasra, Kastamonu-Cide, Sinop-İnceburun and Zonguldak-Dirgine) during the fruit ripening period from the natural distribution area of strawberry (*Arbutus unedo* L.) was investigated in this study. For this purpose, the separate antimicrobial activities of the extracts obtained from arbutus fruits collected according to origins on pathogenic bacteria called *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, which are generally found in all environments, were investigated. When the results of one-way variance analysis were evaluated, it was determined that the extracts obtained from fruits collected from different origins of arbutus had different effects on the microbial activity caused by *Escherichia coli* bacteria. As a result of the statistical comparison, a statistically significant difference was determined at a 99% confidence level on the microbial effect caused by these bacteria among 5 different origins where the arbutus fruits were collected. In this respect, according to the findings obtained from the Duncan Range Test performed at a 95% confidence level to determine the homogeneous groups of strawberry provenances,

according to the variable of bacterial viability rate (%) which is the most important variable used in determining the antimicrobial effect, 5 provenances where the arbutus fruits were collected were grouped into three groups at a 95% confidence level. Accordingly, Amasra and Cide provenances, which reduced the effects of *Escherichia coli* bacteria to the lowest levels of 29.72% and 28.94% viability rates, were in the first group, while Bandırma and İnceburun provenances were in the second group with 31.53% and 32.65% viability rates, and Dirgine provenance was in the last group with the highest bacterial viability rate of 36.81%. In the study, experiments were also carried out on the bacterium *Staphylococcus aureus*, which is commonly found in culture environments. In order to determine whether the microbial effect caused by this bacterium differs in terms of origins, according to the results of one-way variance analysis performed on the raw data obtained in 3 repetitions in terms of the bacterial viability rate (%) variable, which is the most valid variable in this regard, the effect of the extracts of the arbutus fruits collected from different origins on the microbial activities of the *Staphylococcus aureus* bacterium in terms of the bacterial viability rate variable occurred at different levels in terms of statistical significance within the 99% confidence interval. In this context, as a result of the Duncan Range Test conducted to group the origins according to their effects on bacterial viability at a 95% confidence level, Amasra and Cide provenances, which reduced the effects of *Staphylococcus aureus* bacteria to the lowest levels of 231.63% and 30.87% viability at a 95% confidence level, were in the first group, while Bandırma and İnceburun provenances were in the second group with 34.45% and 33.91% viability rates, and Dirgine provenance was in the last group with the highest bacterial viability rate of 37.52%. The second important aim and goal of this research is to reveal the difference in the effects of nutrient media obtained at different concentrations from arbutus fruits collected from different origins on probiotic bacteria. For this purpose, auto-aggregation and co-aggregation methods were used to measure bacterial aggregation activity. In the study, according to one-way analysis of variance performed between the nutrient media consisting of extracts obtained from strawberry fruits collected from different origins on the growth of *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiotic bacteria, a statistically significant difference was determined at the 95% confidence level. In this context, according to the Duncan Range Test applied at the 95% confidence level in order to determine the groups formed by different origins of arbutus fruits collected on the growth media and growth performance of *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiotic bacteria, in terms of growth

performance of *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiotic bacteria; While Amasra origin was in the first group with 56.39%, Cide origin was in the first group with 55.27% and Bandırma provenance was in the second group with 53.86% growth performance, İnceburun provenance was in the second group with 49.73% and Dirgine provenance was in the second group with 45.98% growth performance.

Keywords: *Arbutus unedo* L., provenance, antimicrobial, probiotic, bacteria, growth.

Scientific Field Code: 120517



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Dünya Ormanlarının Aktüel Yapısı	1
1.2. Ormanların Fonksiyonel Hizmetleri	3
1.3. Ormanların Yenilebilir Ürün Rezervi.....	4
1.4. Kocayemiş (<i>Arbutus unedo</i> L.)'in Karakteristikleri	5
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	9
3. MATERYAL VE METOT	19
3.1. Materyal	19
3.2. Metot.....	24
3.2.1. Ekstraktların Hazırlanması.....	24
3.2.2. Antimikrobiyal Testler.....	24
3.2.3. Bakterilerin Büyütülmesi ve Besiyerlerinin Hazırlanması.....	25
3.2.4. Bakteriyel Gelişim Kinetiği	25
3.2.5. Bakteriyel Oto-Agregasyon	26
3.2.6. Kocayemiş Meyvesinin Probiyotik Bakteriyel Ko-Agregasyon Üzerine Etkisi.....	28
3.2.7. İstatistik Analizler	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Antimikrobiyal Aktivite.....	30
4.2. Probiyotik Bakteri Aktivitesi.....	33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1.1: Dünya ormanlarının dağılımı (FAO, 2024).....	3
1.2: Kocayemişin dış habitusu.....	6
1.3: Kocayemişin meyve ve yaprakları	7
3.1: Bandırma orijinli kocayemişte meyve durumu	21
3.2: Dirgine orijinli kocayemişte meyve durumu.....	22
3.3: Amasra orijinli kocayemişte meyve durumu	22
3.4: Cide orijinli kocayemişte meyve durumu	23
3.5: İnceburun orijinli kocayemişte meyve durumu.....	23
3.6: Kocayemiş meyvelerine ait ekstraksiyon işlemi	24
3.7: Biorender antimikrobiyal test süreci	25
3.8: <i>Arbutus unedo</i> L. Bakteriyel gelişim kinetiği için hazırlık süreci.....	26
3.9: Biorender farklı konsantrasyonlardaki bakteri süspansiyonlarının hazırlanması	27
3.10: Biorender bakteri süspansiyonlarının UV spektrometresinde ölçümü.....	28
3.11: Kocayemişin bakteriyel ko-agregasyon üzerindeki etkisinin belirlenmesi.....	29

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
3.1: Orijinlere ilişkin bilgiler.....	19
3.2: İklim karakteristikleri (MGM, 2024).	20
4.1: <i>Escherichia coli</i> bakterisine ait antimikrobiyal karşılaştırma.....	30
4.2: Orijinlerin bakteri canlılık oranına (%) göre gruplandırılması.	31
4.3: <i>Staphylococcus aureus</i> bakterisine ait antimikrobiyal karşılaştırma.	32
4.4: Orijinlerin bakteri canlılık oranına (%) göre gruplandırılması.	32
4.5: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> (GG) büyümesinin karşılaştırması.	34
4.6: Orijinlerin probiyotik bakteri büyüme performansına göre gruplandırılması.....	34

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ha	: hektar
m	: metre
cm	: santimetre
mm	: milimetre
m ²	: metrekare
m ³	: metreküp
%	: yüzde
°C	: santigrad derece

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of Variance
LABEM	: Besiyeri ortamı

1. GİRİŞ

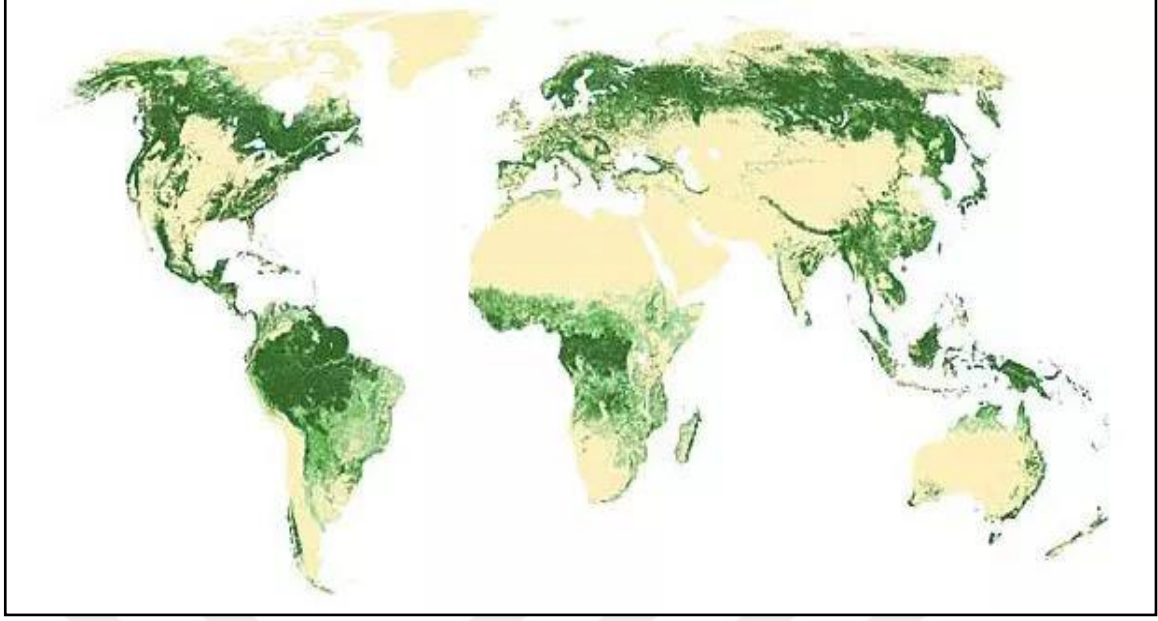
Dünya üzerindeki yaşamın sürdürülebilirliği, milyonlarca yıldır gelişen doğal dengeye ve bu dengenin en önemli yapı taşlarından biri olan ormanlara sıkı sıkıya bağlıdır. Ormanlar yalnızca çeşitli canlılara ev sahipliği yapan karmaşık ekosistemler değil; aynı zamanda iklimin düzenlenmesi, su döngüsünün devamlılığı ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi hayati süreçlerin merkezinde yer alır. Ormanların sunduğu ekolojik ve ekonomik hizmetler, sadece odun üretimiyle sınırlı kalmayıp sağlık, beslenme ve kırsal kalkınma gibi pek çok alanda önemli roller üstlenmektedir. Özellikle odun dışı orman ürünleri arasında yer alan ve ülkemizde geniş bir yayılım gösteren kocayemiş (*Arbutus unedo* L.), sahip olduğu besinsel ve tıbbi özelliklerle dikkat çeken değerli türlerden biridir.

1.1. Dünya Ormanlarının Aktüel Yapısı

Dünyanın oluşumundan itibaren geçen farklı jeolojik dönemlerde ekolojik koşullardaki değişime bağlı olarak canlı organizmaların ortaya çıkışı ve yaşamda yer alışı görülmeye başlamıştır. Tüm farklı yaşam ortamlarında mikro ve makro düzeyde bulunan tüm canlılar birbiriyle bağlantılı, bazen rekabetçi ancak çoğu zamanda birbirine destekçi bir yaşam sürmeye ve yaşam birliktelikleri oluşturmayı öğrenmiştir. Bireysel olarak ortaya çıkan ilk canlı yaşamını takiben ortam koşullarının uygun seviyelerde hal alması sonucunda canlıların oluşturdukları popülasyonlar ve topluluklar görülmeye başlamıştır. Bu yapılar dünyanın farklı ekosistemlerinde ve farklı yaşam koşullarında görülerek aynı aileden olmalarına rağmen farklı türleri, alt türleri, varyeteleri ve ekotipleri meydana getirmiştir. Dolayısıyla canlı organizmaların gerek bireysel gerekse toplum şeklinde meydana getirdikleri farklı yaşam tarzları ve canlılık aktiviteleri çoğu zaman başka bir canlı grup için büyük faydalar sağlamış, onların oluşumu için uygun koşulların meydana çıkmasına yardımcı olmuş ve ortak yaşam biçimlerinin farklı şekillerde gelişmesine katkı sağlamıştır. Bu ortak yaşam biçimlerinde taraflar çoğu zaman birbirini desteklemesine rağmen bazı durumlarda taraflardan birisi diğeri için parazit yaşam biçimi sürmeyi seçmiştir. Ancak gerek rekabetçi gerekse destekçi olsun tüm canlı organizmaları mikro ve makro düzeyde bir araya getiren, onlara ev sahipliği yaparak varlıkları için büyük değerler oluşturan bazı yapılar vardır ki bu yapıların zarar görmesi veya tahrip edilmesi sayılarının belirlenmesi oldukça güç olan diğer canlı organizmaların da yaşamdan uzaklaşmasına sebebiyet vermektedir. Bu olumsuzluğun gerçekleşmesi halinde başta besin döngüsü, su döngüsü,

karbon döngüsü, fotosentez döngüsü, azot döngüsü gibi yaşamın varlığı için temel oluşturan doğal süreçler kesintiye uğramakta ve hatta çoğu noktada ortadan kaybolarak doğal ekosistem yapısı çöküntüye maruz kalmaktadır. Bu çöküntü karşısında bugün birçok canlının artık gelecek nesillerin kendilerine eşlik edemeyecekleri ölçüde dünyadan varlıklarının kaybolduğu şeklinde ortaya çıkan olumsuz tablolaya tüm dünya şahitlik etmektedir. Tüm canlıları sahip olduğu uygun ekolojik oluşumlar ve denge ile bünyesinde barındıran, onlara ev sahipliği yapan ve nesillerinin devamlılığının sağlanmasında önemli bir garantörlük görevi üstlenen bu mükemmel yaşam ortamlarının ve özel komplike oluşumların başında ormanlar gelmektedir. Ormanlar, çok sayıda canlı ve cansız faktörün kendi içinde ve karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen, canlı, dinamik, kompleks ve kombine yaşam ortaklıklarını içeren çok önemli oluşumlardır (Asan, 1990; Akyol ve Tolunay, 2014). Ancak son yıllarda artan nüfus, hayatı kolaylaştırmasına rağmen üretimleri sırasında kullanılan hammadde ve enerji sarfiyatıyla yaşam koşullarını güçleştiren endüstriyel ve teknolojik gelişmeler ve bunların hepsine son yıllarda üstünlük sağlayacak nitelikte gelişen ve en büyük yaşam sorunu haline dönüşen küresel ısınma problemi doğal olarak kendisini yenileyebilen en önemli kaynaklardan birisi olmasına rağmen dünya orman kaynaklarının da geri dönüşü mümkün olmayacak şekilde zarar görmesine, kalite ve sağlıklarının zayıflamasına neden olmuştur. Bu durum beraberinde getirdiği ormansızlaşma nedeniyle çok önemli bir karbon yutağı olan ormanların varlığını tehlikeye sokmakla kalmamış aynı zamanda küresel ısınmanın ve küresel iklim değişikliğinin etkilerinin kısa sürede artmasına ve zararlarının da yaygınlaşmasına sebebiyet vermiştir (Abay vd., 2022).

Bu, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından yayınlanan verilere göre 2010 yılında, dünyada yaklaşık 4 milyar hektar orman vejetasyonu varken ve bu oran 2020 yılında 3,2 milyar hektar alana kadar gerilemiştir (Şekil 1.1). Nitekim 2000-2020 yılları arasında %92'si dünyanın akciğerleri olan tropikal ve subtropikal ormanlar olmak üzere dünyanın farklı coğrafyalarda yaklaşık 150 milyon hektara yakın bir orman örtüsü kaybı yaşanmıştır (FAO, 2024).



Şekil 1.1: Dünya ormanlarının dağılımı (FAO, 2024)

1.2. Ormanların Fonksiyonel Hizmetleri

Çok sayıda canlı ve cansız faktörün birlikte ve farklı etki düzeyleri altında oluşan, gelişen ve şekillenen ormanların tüm temel unsurları dikkate alarak varlıklarının devam ettirilmesi oldukça önemlidir. Doğal olarak kendisini yenileyebilen ve karbon tutma konusunda en önemli karbon yutaklarından birisi olan ormanların sağladığı ürün ve hizmetlerin kolektif bir şekilde ön plana çıkartılarak yönetimi, ancak bu varlığın yapısı, dinamikleri ve ekolojik işleyişinin yakından takip edilmesiyle mümkündür. Bu itibarla günümüzde birçok doğal kaynak yönetimi açısından kullanılan çok amaçlı kullanım ve yönetim terminolojisi orman kaynakları için de gün geçtikçe geçerlilik kazanmaktadır. Buna göre çok amaçlı ormancılık yönetimi en basit tanımı ile ormanların sadece odun üretimi için değil; su kaynaklarının korunması, biyoçeşitliliğin sürdürülmesi, rekreasyon, iklim düzenlemesi, kırsal kalkınma ve kültürel değerlerin korunması gibi çok çeşitli amaçlara hizmet edecek şekilde planlanması ve yönetilmesidir (Asan, 1990; Akyol ve Tolunay, 2014).

Ormanların fonksiyonel hizmetleri, ekosistem hizmetleri başlığı altında sınıflandırılır ve düzenleyici, üretici, destekleyici ve kültürel hizmetler şeklinde dört ana başlık altında değerlendirilir (Keenan vd., 2015).

Bunlardan regülasyon hizmetleri olarak da bilinen düzenleyici hizmetler, ormanların yaşamsal önem taşıyan doğal süreçleri düzenleyerek çevreyi dengeleyici görevlerini ve faydalarını kapsar. Bunlar arasında başlıcaları, iklim düzenleme, su döngüsü düzenleme, erozyon kontrolü, hava kalitesini iyileştirme ve hastalık ve zararlı kontrolü gelmektedir (O'Brien vd., 2022). Ormanların en önemli fonksiyonel hizmetlerinden bir diğeri ise tüm canlıların yaşamı için gerekli olan hammaddeyi üretici yani tedarik edici hizmetleridir. Bu hizmeti odun ve odun dışı orman ürünlerinin üretim faaliyetlerini kapsamaktadır (Cubbage vd., 2007). Ormanların hizmetlerinde birisi de destekleyici hizmetlerdir. Bu hizmetler ekosistem içinde veya dışındaki tüm yaşamsal süreç ve oluşumları doğanın belirlediği şekliyle belirlediği zaman diliminde gerçekleşmesine katkı sağlar. Bunların kapsamında, toprak oluşumu ve korunması, besin döngülerini düzenleme, döllemeyi düzenleme ve genetik çeşitliliğin devamlılığını sağlama gelmektedir (Miura vd., 2015). Ormanların toplumun gelişimi ve özellikle toplumun bedensel ve ruhsal sağlığı üzerinde çok önemli kültürel hizmetleri bulunmaktadır. Bu hizmetlerin başında, rekreasyon hizmeti, turizm hizmeti, estetik manzara değerlerinin korunması hizmeti, eğitim ve araştırma imkânı sağlama hizmeti, diğer kültürel ve spiritüel hizmetler gelmektedir (Roberto ve Pase, 2018).

1.3. Ormanların Yenilebilir Ürün Rezervi

Ormanların yenilebilir ürün rezervi, odun dışı orman ürünleri olarak da adlandırılır ve insanlar tarafından tüketilebilen doğal gıda kaynaklarını kapsar. Bu ürünler hem ekonomik hem de ekolojik açıdan çok değerlidir (Janse ve Ottitsch, 2005). Ormanların bu rezerv özelliklerinin başında yabani yenilebilir meyveler, yenilebilir mantarlar, bal ve diğer arı ürünleri, şifalı bitkiler ve yenilebilir tohumlar gelmektedir. Bu özelliklerin bilhassa kırsal kalkınma açısından sağladıkları ekonomik yararların yanı sıra ekolojik olarak da ağaçların kesilmesinde ve sömürülmesinde yavaşlama ve biyolojik çeşitliliğin sağladığı sağlıksal ve ekonomik faydalar ve getiriler nedeniyle korunması gibi önemli faydaları da söz konusudur (Lovrić vd., 2018).

Farklı coğrafik yapıların ve oluşumların sağladığı ekolojik yaşam üniteleri çeşitliliği nedeniyle hem tür karışımı hem de yapısal özellikleri itibarıyla oldukça zengin bir orman kaynağına sahip olan ülkemiz de odun dışı orman ürünleri üretimi açısından yüksek bir potansiyeli bünyesinde barındırmaktadır (Kurt vd., 2016). Bu durum ormancılık

sektöründe ve orman ürünleri ihracatı alanında ülkemize önemli katkılar sağlayarak dünya sıralamasında ön sıralarda yer almayı mümkün kılabilecek imkanlar sunmaktadır. Ancak bu konuda ülkemiz kısa, orta ve uzun vadede bir yararlanma ve koruma planının olmayışı ya da detaylı olarak hazırlanmayışı bu alandan gerektiği ölçüde faydalanılmasını ve bu faydaların sosyal ve kültürel yansımalarını sınırlandırmaktadır. Ancak bu odun dışı orman ürünlerini özellikle sağlık ve eczacılık sektöründe sunmuş olduğu faydalar dikkate alındığında mutlaka önemli bir sektör olduğu tüm dünyanın dikkatini çekmektedir. Bu anlamda ülkemiz ormanlarına odun dışı orman ürünlerinden üretim ve faydalanma açısından ilgi oldukça yüksektir. Bilinen bazı yenilebilir ürünlerin dışında aslında çok önemli ekolojik ve ekonomik değere sahip olan bazı bitkilerin ve bu bitkilerin meyvelerinden elde edilen etken maddelerin özelliklerinin araştırması konusunda çok önemli eksiklikler ve geri kalmışlıklar söz konusudur. Bu nedenle özellikle sağlık ve ilaç sanayinde ön plana çıkan ve yenilebilir değerli meyve oluşumlarına sahip olan türlerin sağladıkları etken maddelerin özellikleri ve etkileri konusunda gerekli bilimsel çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Bu konuda son yıllarda ülkemizde önemli aşamaların kaydedilmiş olmakla birlikte bunun yerli markaların üretilmesi açısından yeterli düzeyde olduğundan bahsetmek oldukça güçtür. Bu bitkilerin başında, ülkemizde geniş bir coğrafik varyasyona sahip olan ve etnobotanik kültürel açıdan da Anadolu topraklarında uzun yıllardır bilinen kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) gelmektedir.

1.4. Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.)’in Karakteristikleri

Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.), fundagiller (*Ericaceae*) familyasından, Akdeniz iklimine özgü hem süs hem de gıda olarak değerlendirilebilen bir orman bitkisidir. Halk arasında dağ çileği, aratut, kudret meyvesi gibi adlarla da bilinir. Genel olarak yayılış alanı, Akdeniz havzası, Karadeniz kıyıları, Ege ve Güney Marmara’dır. Boyu, 3–10 metreye kadar çıkabilir (ağaççık veya çalı formundadır), sert, parlak, kenarları dişli ve her dem yeşil yaprakları vardır. Küçük, beyaz ya da pembe tonlarında, salkım şeklinde ve sonbaharda açan çiçekleri bulunmaktadır (Çelikel, 2005) (Şekil 1.2).



şekil 1.2: Kocayemişin dış habitusu

Yuvarlak, 1–2 cm çapında, önce yeşil, sonra sarı-turuncu, en sonunda kırmızıya dönen, üzeri hafif pütürlü ve olgunlaştığında tatlı-ekşimsi tada sahip olan bir meyvesi vardır (şekil 1.3).



Şekil 1.3: Kocayemişin meyve ve yaprakları.

Aynı zamanda meyvesi C vitamini açısından zengin, lif oranı yüksek, polifenoller ve flavonoidler gibi antioksidanlar içerir (El-Hilaly vd., 2003; Novais vd., 2004; Carrió ve Vallès, 2012). Taze veya reçel ya da marmelat olarak tüketilebilen kocayemiş, bağışıklık sistemini güçlendirebilir, sindirimi kolaylaştırır, hafif idrar söktürücü ve antiseptik özellikte olabilir ve kolesterolü düşürmeye yardımcı olabilir (Koyu vd., 2019). Ekolojik özellikleri itibarıyla kocayemiş, kuraklığa dayanıklı, yangınlara dirençli ve toprak koruyucu bir yapıya sahiptir. Park ve bahçelerde dış mekân düzenlemede de kullanılabilen kocayemiş tohumla ve çelikle çoğaltılabilir. Ancak sert dış kabuğa sahip olan meyvelerinde aşılması gereken önemli bir çimlenme engeli (dormansi) söz konusudur.

Ülkemiz için önemli bir odun dışı orman ürünü olan Kocayemiş, etnobotanik yönden baktığımızda dünya çapında birçok açıdan geniş bir kullanım alanına sahiptir (Çelikel, 2005). Kocayemiş 'in meyveleri, kökleri ve yaprakları kullanılarak dünya çapında çeşitli şekillerde besin maddesi olarak yararlanmanın yanı sıra kalp, gastrit, hemoroide, tansiyon, romatizma, kolesterol, kan, böbrek ve idrar yolu gibi rahatsızlıklar için tıbbi olarak tedavi amaçlı kullanıldığı da bilinmektedir. Bu tür hastalıklarda bölgesel olarak değişmekle birlikte bazı ilaçlar üretilmiştir. Ancak bu tedavi yöntemleri geleneksel şekilde yani alternatif tıbbi yöntemler olarak kullanılmaktadır (Jouad vd., 2001; Cornara vd., 2009; González vd., 2010)

Kocayemişin kimyasal özellikleri açısından meyvelerin ve yapraklarında yapılan çeşitli çalışmalar vardır. Ülkemizde doğal yayılış gösteren kocayemişler üzerinde yapılan çalışmalar da meyvelerinin %52'sinin karbonhidratlardan oluştuğu belirlenmiştir. Meyvelerinde yağ asitleri bulunmakla bunların %62'si doymamış yağ asitidir. Temel mineraller olan K, Ca ve P maddeleri meyvelerinde saptanmıştır. Ayrıca meyveleri ve yapraklarında bazı organik asitler saptanmıştır. Popülasyonlara göre meyvelerde bulunan protein miktarı değişiklik gösterse de ağırlığın %1,80-3.36'sını oluşturduğu tespit edilmiştir (Miguel vd., 2014; Koyu vd., 2019). Kocayemiş meyvelerinin glikoz, früktoz ve sükroz gibi şeker maddelerinin düşük miktarda olmasıyla birlikte antioksidant aktivitesi yüksektir. Yapılan çalışmalarla kocayemiş meyvesinin iyi bir besin maddesi olduğunu söyleyebilmekteyiz (Şeker, 2004).

Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.)'in doğal yayılış alanından meyve olgunlaşma döneminde ulaşımın mümkün bazı orijinlerden (Balıkesir-Bandırma, Bartın-Amasra, Kastamonu-Cide, Sinop-İnceburun ve Zonguldak – Dirgine) toplanan meyveler üzerinde gerçekleştirilen bu araştırmada, orijin farklılığının kocayemişin anti-mikrobiyal ve probiyotik bakteriler üzerindeki etkisi incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

İber yarımadasında gerçekleştirilen bir çalışmada, *Arbutus unedo* L. toplulukları İber Yarımadası'nın (İspanya ve Portekiz) güney kesiminde incelenmiş ve baskın jeolojik alt tabakaya göre floristik kompozisyonları, biyolojik çeşitlilikleri ve bitki dinamikleri açısından farklılıklar araştırılmıştır. İlk olarak, az bilinen karbonatsız kireçli alt tabakalardaki bu tür oluşumlar sınıflandırma teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Daha sonra, bir düzenleme analizi kullanılarak İber Yarımadası'nın güney kesimindeki kalan fitosönozlarla karşılaştırılmıştır. Ulaşılan bulgulara göre, karbonatlı alt tabakalarda büyüyen çilek ağaçlarını karakterize etmeye sağlayacak iki bitki birliğiyle birlikte yeni bir alt birlik silisli alt tabakalar için önerilmiştir (Torres vd., 2002).

Kocayemişin yapraklarında gerçekleştirilen kimyasal içerikli bir araştırmada, *Arbutus unedo* yapraklarının etanol ve metanol özütleri antioksidan aktivite açısından incelenmiştir. Antioksidan aktivite, [2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] (ABTSradical dot+) radikal monokatyonunun renk giderimine dayalı geliştirilmiş bir deneyle belirlenmiştir. *A. unedo* yapraklarının etanol ve metanol özütü güçlü antioksidan aktivite göstermiştir (Pabuççuoğlu vd., 2003).

Çilek ağacının (*Arbutus unedo* L.) meyveleri çoğunlukla işlenmiş ürün olarak tüketilir, ancak taze meyve olarak tüketilirse iyi bir antioksidan kaynağı olabilir. Bu konuda yapılan bir araştırmada amaç, çilek ağacı meyvelerinde bulunan flavonoidler, C ve E vitaminleri ve karotenoidler dahil antioksidan bileşenlerini tanımlamak ve miktarını belirlemek olmuştur. Meyveler, yüksek flavonoid içeriğine sahip oldukları (32,37 mg/100 g yenilebilir kısım) ve bu antioksidan bileşikler grubunda en bol bulunan proantosiyanidinler olduğu için çok iyi bir antioksidan kaynağı olup, toplam flavonoid içeriğinin %80'inden fazlasını temsil etmiştir. Antosiyaninler ayrıca siyanidin ve delfinidin glikozitleri olarak da meyvede saptanmış olup, siyanidin-3-galaktozid en bol bulunanı olmuştur. Bu meyvede bulunan diğer antioksidanlar elajik asit ve onun diglukozid türevi olarak belirlenmiştir. C vitamini, E vitamini ve karotenoidler de tanımlanmış ve seviyeleri ortaya çıkarılmıştır (Pallauf vd., 2008).

Kocayemişin antimikrobiyal özellikleri üzerine yapılan bir araştırmada, Türkiye'de yetişen *Arbutus unedo*'nun çiçek ve meyvesinden hidrodistilasyonla izole edilen uçucu yağlar GC ve GC/MS ile analiz edilmiştir. Toplam yağların yaklaşık %95'ini temsil eden kırk dokuz bileşik belirlenmiştir. Terpenoid olmayan hidrokarbonların, bitkinin çiçek ve meyve kısmının ana bileşen grubu olduğu sırasıyla %62,2 ve %92,8 oranında gösterilmiştir. Çiçeğin uçucu yağındaki ana bileşen α -terpineol (%16,3) ve meyvenin uçucu yağındaki ana bileşik ise heksadekanoik asit (%21,7) tespit edilmiştir. Ayrıca, çiçeğin ve meyvenin izole edilen uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi de araştırılmış ve *Listeria monocitogenes* ve *Enterococcus faecalis*'e karşı orta düzeyde antibakteriyel aktivite gösterdiği ortaya çıkmıştır (Kahriman vd., 2010).

Kocayemişin köklerinde yapılan bir araştırmada kimyasal bileşenler incelenmiştir. *Arbutus unedo* L.'nin kökleri su/metanol/aseton karışımı ile çıkarılabilmiştir. İki ana bileşik, (+)-kateşin ve (+) kateşin gallat, NMR spektroskopisi ile tanımlanmıştır. Ayrıca, gaz kromatografisi çiftleri ile kütle spektrometrisi (GC-MS) ile benzenasetik asit 4 hidroksi, kafeik asit, gallik asit, protokateşik asit ve bis(2-etilhekzil) ftalat gibi bir dizi fenolik bileşik saptanmıştır. Uçucu olmayan ve termolabil fenolik bileşiklerin GC-MS ile analizi, bunların uçucu ve termotolerant türevlere dönüştürülmesini kolaylaştırmıştır. Mikrobiyolojik aktivite üzerine yapılan ön araştırmalar, *Arbutus unedo* L. kökünden incelenen sulu ve alkollü özütlerin gram negatif ve gram pozitif organizmalara karşı zayıf aktiviteye ve zayıf bir antifungal etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Dib vd., 2010).

Arbutus unedo, meyvelerinin alkollü içecek üretiminde ve halk hekimliğinde kullanılmasıyla elde edilen, ekonomik öneme sahip yaygın bir çalıdır. Bu çalışma, meyve olgunlaşma aşamasının antioksidan aktivite, toplam fenolik içerik, yağ asidi profili ve tokoferol bileşimi üzerindeki etkisini ilk kez değerlendirmeyi amaçlamıştır. Olgun meyveler, diğer meyve olgunlaşma aşamalarıyla karşılaştırıldığında daha yüksek ekstraksiyon verimi (45.04 ± 2.23) göstermiştir. Buna karşılık, toplam fenol içerikleri olgunlaşmamış ve orta olgunluk aşamasında daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla 108 ve 111 mg GAES/g kuru meyve, olgunlaştığında ise 60 mg/g kuru meyve). Olgun ve orta olgunluktaki meyveler, DPPH radikallerinde (0.25 ± 0.02 mg/mL) ve indirgeyici güç deneyinde (1.09 ± 0.05 mg/mL) sırasıyla daha düşük EC50 değerleri göstermiştir. Antioksidan aktivite ve meyve olgunlaşma aşaması arasında anlamlı bir korelasyon

kurulmuştur. Olgunlaşma aşamaları arasında yağ asidi profilleri, üç ana yağ asidi olan alfa-linolenik, linoleik ve oleik olmak üzere oldukça benzer çıkmıştır. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), toplam yağ asitlerinin %60'ına kadarını temsil eder ve oldukça elverişli bir omega 3/omega 6 oranına sahip olmuştur. E vitamini vitaminlerinin analizinden, en önemlisi γ -tokotrienol idi ve olgunlaşmayla birlikte toplam serbest E vitamini içeriğinde belirgin bir azalma meydana gelmiştir. Bu sonuçlar, orta olgunluktaki meyvelerin, yüksek miktarda E vitamini ile uygun şekilde desteklendiğinde, omega-3 PUFA açısından zengin bir yağ asidi profiline sahip biyolojik olarak aktif bileşiklerin önemli kaynakları olarak kabul edilebileceğini ortaya koymuştur (Oliveira vd., 2011).

Arbutus unedo yaprağı geleneksel olarak gastrointestinal şikayetler için kullanılmıştır. Hem Karadağ'da (AuM) hem de Yunanistan'da (AuG) toplanan *Arbutus unedo*'dan elde edilen etanol özütlerinin ileal bazal tonusu azalttığı, AuG'nin asetilkoline karşı kasılma tepkisinde önemli ölçüde daha yüksek ($p < 0,05$) bir azalmaya neden olduğu bulunmuştur. AuM ve AuG, 80 mm K⁺ kaynaklı kasılmaları gevşetmiş ve Ca⁺⁺ konsantrasyon-tepki eğrilerini verapamilin neden olduğu eğriye benzer şekilde sağa kaydırmış; bu da spazmolitik etkinin kalsiyum kanal inhibisyonu yoluyla indüklendiğini ortaya çıkarmıştır. AuM ve AuG'nin antioksidan aktivitesi ve özütlerin ve kuru bitki materyalinin fenolik içeriği incelenmiş ve her iki özütün de önemli antioksidan özelliklere sahip olduğu bulunmuştur. AuG, DPPH deneyinde ve TBA testinde daha güçlü bir in vitro antioksidan aktivite göstermiştir. Polifenol, tanen ve flavonoid düzeyleri AuG'de daha yüksekti ve bu da daha güçlü spazmolitik ve antioksidan etkileri desteklemiş, buna karşın Karadağ'da toplanan kuru bitki materyalinde arbutin içeriği daha yüksek çıkmıştır (Pavlović vd., 2011).

Tunus'ta *Arbutus unedo* popülasyonları ormansızlaşma ve aşırı toplama nedeniyle ciddi şekilde yok olmuştur. Tür, giderek küçülen küçük ve dağınık popülasyonlarda bulunmuştur. Yine de, bu kaynak için genetik çeşitliliğin miktarı ve yeniden dağılımı hakkında bilgi eksikliği tespit edilmiştir. Bu çalışmada, üç coğrafi alanda araştırılan 15 doğal popülasyonun genetik çeşitliliğini ve yapısını değerlendirmek için altı izozim polimorfizmini analiz edilmiştir. Bu türdeki genetik çeşitliliğin düzeyinin ve dağılımının analizi, korunmasına yardımcı olmak açısından önemli bulunmuştur. Analiz edilen tüm popülasyonlar ve izozimler için tespit edilen 13 lokustan 4'ü polimorfikti dağılım

göstermiştir. Alelik frekanslar popülasyonlara ve ekolojik grupları karakterize eden belirli alellere göre farklılık göstermiştir. Popülasyonlar içinde yüksek bir genetik çeşitlilik ($A_p = 2,2$; $P = \%63,33$) gözlemlenmiştir. Popülasyonlar arasında yüksek gen akışı ($N_m = 6.81$) ile birlikte nispeten düşük düzeyde farklılaşma ($F_{ST} = 0.031$) ortaya çıkmıştır. Aynı biyoiklim grubundaki popülasyonların farklılaşması önemli bulunmuş ve üst yarı kurak popülasyonlar en yüksek farklılaşmayı göstermiştir ($F_{ST} = 0.093$). F_{ST} ile coğrafi mesafe matrisleri arasındaki ilişki anlamlı çıkmamış, bu da popülasyonlar arasındaki genetik yapının coğrafi engellerden etkilenmediğini, ancak rakım ve yağış gibi ekolojik faktörlerle ilişkili olduğunu göstermiştir. Popülasyon gruplaşmaları biyoiklimlerle veya coğrafi bölgelerle belirgin bir ilişki olmadan ortaya çıkmış ve bu da farklılaşmanın yerel bir mekân ölçeğinde gerçekleştiğini göstermiştir. Tür koruma stratejileri (in situ veya ex situ) ve genotiplerin seçimi, popülasyonlar içindeki genetik çeşitlilik düzeyini dikkate alarak yapılması oldukça önemli bulunmuştur (Takrouni vd., 2012).

Portekiz'deki dört doğal *Arbutus unedo* L. popülasyonu içindeki ve arasındaki genetik çeşitlilik, bu kaynağın uygun şekilde korunması için morfolojik karakterler, basit diziler arası tekrarlar (ISSR) ve rastgele çoğaltılmış polimorfik (RAPD) belirteçleri kullanılarak araştırılmıştır. Sonuçlar popülasyonlar arasında ve içinde yüksek bir morfolojik çeşitlilik göstermiştir. Yaprakların kuru ağırlığı, uzunluğu, genişliği ve pedikül uzunluğu en ayırt edici karakterlerdi ve toplam varyasyonun $\%52,6$ 'sından sorumlu bulunmuştur. Hem RAPD hem de ISSR'ye dayanan moleküler analiz, popülasyonlar içinde orta düzeyde genetik çeşitlilik göstermiş; Nei gen çeşitliliği değerleri 0,16 ila 0,39 ve Shannon gen çeşitliliği değerleri 0,24 ila 0,57 arasında değişmiştir. En yüksek genetik çeşitlilik Bragança popülasyonu içinde meydana gelmiştir. Tür düzeyinde, genetik çeşitlilik esas olarak popülasyonlar içindeydi ($\%75$), bu da popülasyonlar arasında düşük-orta düzeyde genetik farklılaşma olduğunu düşündürmüştür. Popülasyonlar arasında tahmin edilen yüksek gen akışı seviyesi (1.499), düşük farklılaşmalarının ana nedeni olarak gösterilmiştir. Kümeleme analizi, yalnızca bir popülasyonun belirgin bir küme oluşturduğunu ortaya koymuştur. Geriye kalanlar, popülasyonlar arasındaki genetik mesafeleri önemli ölçüde etkilediği gösterilen coğrafi yaklaşımları nedeniyle ikinci bir küme oluşturmuştur. RAPD ve ISSR belirteçleri ile moleküler ve morfolojik veriler arasında bir korelasyon bulunamamıştır. Koruma açısından hem in- hem de ex-situ yaklaşımların birleştirilmesi önerilmiştir. Yeterli gen akışının sürdürülmesi ve etkili

popülasyon büyüklüklerinin artırılması, önerilen ana in-situ yöntemleri olmuştur. Ex-situ koruma, popülasyonlar içinde çok sayıda bireyin toplanmasını içermiştir (Lopes vd., 2012).

Çilek ağacı (*Arbutus unedo* L.), Avrupa'nın güneybatı kesiminde dağılım gösteren ve Portekiz ile Akdeniz ülkelerinde ekolojik ve olası sosyoekonomik etkisi olan, yeterince kullanılmayan, kuraklığa dayanıklı, yangına dayanıklı bir türdür. Portekiz'de gerçekleştirilen bu araştırmada amaç, genetik çeşitliliğin değerlendirilmesini ve Portekiz'de üreme ve koruma amaçları için *Arbutus unedo* genotiplerinin parmak izlerinin çıkarılmasını sağlayacak uygun bir moleküler belirteç seti geliştirme şeklinde belirlenmiştir. Geniş bir coğrafi aralıktan yirmi yedi ağaç, 20 rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA (RAPD primerleri) ve 11 mikrosatelit belirteci (SSR) ile taranmıştır. RAPD'ler, %57,3'ü polimorfik olan ve beklenen heterozigotluk oranı %27 olan 124 bant üretilmiştir. *Vaccinium* spp. için geliştirilen 11 SSR primerini çapraz çoğalttık ve 5'inin *A. unedo*'da %75 beklenen heterozigotluk, 11.6 alel sayısı, %7.6 boş alel sıklığı ve %71 polimorfik bilgi içeriği ile polimorfik olduğu tespit edilmiştir. SSR'ler RAPD'lerden daha polimorfik ve bilgilendirici olmasına rağmen, her iki belirteç de toplanan verilerle yüksek genetik çeşitlilik göstermiştir. Her iki belirteç sistemine dayalı genetik varyasyon dağılımında coğrafi bir örüntü gözlenmemiş ve genetik ve coğrafi matrisler arasındaki korelasyon eksikliği Mantel testleriyle doğrulanmıştır. Muhtemelen, çiftler halinde SSR ve RAPD bant paylaşım matrisleri arasında bir korelasyon bulunamamıştır. Bu sonuçlar ve *A. unedo* yetiştirme ve koruma programları üzerinde etkili olabilecek unsurlar olarak gösterilmiştir (Gomes vd., 2013).

Çok sayıda maki elemanı ile yapılan bir çalışmada, *Artemisia campestris* L., *Anthemis arvensis* L., *Haloxylon scoparium* Pomel, *Juniperus phoenicea* L., *Arbutus unedo* L., *Cytisus monspessulanus* L., *Thymus algeriensis* Boiss et Reut, *Zizyphus lotus* L.'nin (Desf.) Djebel Amour'dan (Sahra Atlası, Cezayir) toplanan toprak üstü kısımlarından sonikasyonla elde edilen hidro-alkolik ekstraktların toplam fenol, hidroksisinnamik asit türevleri, flavon/flavonol ve flavanonlar/dihidroflavonol içerikleri spektrofotometrik yöntemlerle belirlenmiştir. *Artemisia campestris* L. ve *Juniperus phoenicea* L.'nin toprak üstü kısımlarından hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimi ayrıca gaz kromatografisi (GC) ve kütle spektrometrisine bağlı gaz kromatografisi (GC-MS) ile değerlendirilmiştir. Ekstraktların ve esansiyel yağların antioksidan aktivitesi, iki lipidik

substrat (yumurta sarısı ve lipozomlar) kullanılarak lipid peroksidasyonunu önleme kapasitesi, DPPH, ABTS, süperoksit anyon radikalleri, hidroksil radikalleri ve peroksil radikallerini temizleme kapasitesi ölçülerek araştırılmıştır. Anti-inflamatuar aktivite, lipoksijenazı inhibe etme kapasitesi ölçülerek belirlenmiştir. İndirgeme gücü ve şelat oluşturma kapasitesi de denenmiştir. Sonuçlar, kullanılan yöntemle ilgili olarak farklı miktarlarda toplam fenol göstermiştir. *A. campestris* özütü, ölçüm $\lambda = 280$ nm'de yapıldığında en yüksek toplam fenol seviyelerine sahipken, *H. scoparium* ve *A. unedo* özütleri Folin-Ciocalteu ile en yüksek toplam fenol seviyelerini göstermiştir. *C. monspessulanus* en yüksek flavonlar/flavonoller ve flavanonlar/dihidroflavonoller seviyelerine sahip çıkmıştır. *A. campestris* ve *J. phoenicea*'nın uçucu yağları esas olarak α -pinen, β -pinen ve sabinen; ve sırasıyla α -pinen'den oluşturmuştur. Lipid peroksidasyonunu önleme kapasitesini ölçmek için kullanılan yöntemlerin, tespit edilen büyük girişimler nedeniyle özütler için yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Uçucu yağlar, peroksil radikallerini temizlemek ve lipoksijenazı inhibe etmek için özütlerin genelinden daha aktif bulunmuş, buna karşın *A. unedo* özütü ABTS, DPPH, süperoksit anyon radikallerini temizlemek için en aktifti ve ayrıca en iyi indirgeyici kapasiteye sahip çıkmıştır. Genel olarak, antioksidan aktivitelerin büyük çoğunluğu fenol içeriğiyle iyi bir korelasyon göstermiş, ancak böyle bir korelasyon flavonoid içeriğinde tespit edilememiştir (Boulanouar vd., 2013).

Hırvatistan'da yapılan bir çalışmada, Çilek ağacının (*Arbutus unedo* L.) olgun meyvelerinin fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Olgun çilek ağacı meyvelerinde su içeriği, kül, ham yağ, proteinler, toplam fenoller, şeker ve C vitamini içeriği saptanmıştır. Buna göre meyveler %46,7 su, %23,5 çözünebilir katı madde, %0,48 kül, 118,61 mg/100 g potasyum, 20,63 mg/100 g sodyum, 36,05 mg/100 g kalsiyum, 9,66 mg/100 g magnezyum, 1,29 mg/100 g demir, 19,99 mg/100 g fosfor, 0,45 mg/100 g çinko, < 0,99 mg/100 g manganez, < 0,99 mg/100 g krom, < 0,10 mg/100 g nikel, < 1,32 mg/100 g kurşun ve < 0,10 mg/100 g kadmiyum içermektedir. Meyvelerde bulunan besin açısından önemli bileşenler arasında; toplam yağ (%0,43), proteinler (%0,82), lifler (18,5 g/100 g), bunların 14,3 g/100 g'ı çözünmeyen ve 4,19 g/100 g'ı çözünen lif, titre edilebilir asitler (5,1 mg/100 g), glikoz (6,2 g/100 g) ve fruktoz (17,2 g/100 g) saptanmıştır. Olgun meyvelerin 271,5 mg/100 g C vitamini, 255,3 mg/100 g'ı L-askorbik asit ve 16,2 mg/100 g'ı dehidroaskorbik asit içerdiği tespit edilmiştir (Vidrih vd., 2013).

Arbutus cinsi (*Ericaceae* familyasından), kuzeybatı Türkiye florasında iki tür, *A. unedo* L. ve *A. andrachnae* L. ile temsil edilmektedir. Kuzeybatı Türkiye'de bulunan Çanakkale bölgesi, *Arbutus* türleri için başlıca lokasyonlardan birisidir. Bu yörede gerçekleştirilen bir araştırmada, çiçeklenme zamanı, ortalama taç boyutu, ağaç yüksekliği, gövde çapı ve meyve verimi belirlenmiştir. Bitkisel özelliklerin yanı sıra, pH, çözünür katı madde içeriği (TSS), titrasyon asitliği (TA), askorbik asit, antosiyaninler ve mineraller gibi bazı kimyasal özellikler de tam olgun *Arbutus unedo* L. ve *Arbutus andrachnae* L. meyvelerinde tespit edilmiştir (Ekinci vd., 2013).

Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) meyvesinde yapılan bir araştırmada fiziko-kimyasal özellikler, fenolik bileşenler ve antioksidan aktivitesi üzerine detaylı bir çalışma gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgulara göre kocayemiş meyvesinin hem besleyici değerinin yüksek hem de antioksidan aktivitesinin iyi düzeyde olduğu saptanmıştır (Yıldız, 2014).

Arbutus unedo L. (*Ericaceae*) kökleri ve yaprakları geleneksel olarak gastrointestinal bozukluklar, cilt hastalıkları ve idrar yolu enfeksiyonları gibi çok sayıda amaçla kullanılmıştır. Bazı çalışmalar bu bitkinin in vitro antioksidan aktivitesini göstermiştir. Bu konuda yapılan bir çalışmada, in vivo antioksidan aktivite, diyabetik farelerde malondialdehit (MDA) ve süperoksit dismutaz (SOD) stres belirteçlerinin dozajı kullanılarak belirlenmiştir. Fitokimyasal tarama, astanninler, antrakınonlar ve flavonoidler gibi birden fazla kimyasal metabolitin varlığını ortaya koymuştur. Bu maddeler yapraklarda ve köklerde yüksek konsantrasyonda belirlenmiştir. Terpenoidler yapraklarda köklerden daha fazla mevcutken, saponinler ve alkaloidler her ikisinde de bulunamamıştır. Dahası, mineral analizi köklerde daha yüksek Na ve Zn içeriği ve yapraklarda ilginç miktarda P, Mg, Ca, Mn, Fe ve K göstermiştir. Her iki parçanın sulu özütleri, kök ve yapraklarda sırasıyla DPPH deneyinde $4,52 \pm 0,69$ ve $7,24 \pm 0,73$ $\mu\text{g/mL}$ IC50 ile bir antioksidan güç sergilemiştir. Karaciğer ve böbrek dokularında incelenen tüm parametrelerde (MDA ve SOD) *Arbutus unedo* L grubu ile metformin grubu arasında ($p > 0,05$) önemli bir fark çıkmamıştır. Karaciğer ve böbrekte, *Arbutus unedo* L grubundaki ($p < 0,05$) ve metformin grubundaki ($p < 0,05$) MDA seviyeleri kontrol grubundan önemli ölçüde daha düşük çıkmıştır. Tersine, iki çalışma grubu kontrol grubuna kıyasla yüksek düzeyde SOD göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre, *Arbutus unedo* L'nin sulu özütünün

in vivo antioksidan aktivite ve bileşiminde belirli toksik maddelerin eksikliği ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Mrabti vd., 2017).

Arbutus unedo yapraklarında yapılan bir çalışmada, sıcak/soğuk infüzyon ve kaynatma işleminin fenolik içeriği/bileşimi ve antioksidan aktivitesi ilk kez incelenmiştir. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) radikal katyonu (ABTS), krosin-ağartıcı, bakır indirgeyici ve lipozom hızlandırılmış oksidasyon deneyleri in vitro aktivitenin değerlendirilmesi için araştırmada kullanılmıştır. In vivo, ekstraktlar *S. cerevisiae* hücrelerini H₂O₂ kaynaklı oksidatif strese koruma yetenekleri açısından incelenmiştir. Güçlü radikal temizleyicileri tanımlamak ve toplam aktiviteye katkılarını yorumlamak için çevrimiçi yüksek performanslı sıvı kromatografisi-DPPH deneyi uygulanmıştır. Kaynayan suya yaprakların eklenmesi (kaynatma) en uygun kullanma şekli olarak belirlenmiştir. Çünkü en yüksek fenol alımı (fincan başına 220,2 mg galik asit) bu şekilde elde edilmiştir. Ek olarak, antioksidan aktivitesi diğer özütlerinkine eşit veya daha üstün çıkmıştır. Flavonoidler (~51–61 mg/g kuru özüt) tüm özütlerdeki ana fenollerdi ve kuersitrin toplam fenol miktarının %20'sini oluşturmuştur. Çevrimiçi DPPH yöntemi kaynatmanın yüksek gücünü doğrulamış ve en aktif radikal temizleyiciler olarak iki galloylquinic asit türevi ve mirisitrin göstermiş ve bunlar sırasıyla toplam temizlemenin %28–45'ini ve %11–13'ünü oluşturmuştur. Mevcut veriler, *A. unedo* yapraklarının gelecekte gıda endüstrisi tarafından sağlık geliştirici bitkisel çay preparatları ve diyet takviyeleri için kullanılmasının insan sağlığı açısından oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır (Erkekoglou vd., 2017).

Kocayemiş (*Arbutus unedo* L., Ericaceae familyası), yaprakları ve meyveleri antioksidan, antimikrobiyal, antidiyabetik, diüretik ve antiproliferatif özellikleri nedeniyle geleneksel tıpta kullanılan, her dem yeşil bir Akdeniz çalısıdır. Sağlık yararları esas olarak fenolik bileşiklerin varlığına atfedilmektedir. Kocayemiş üzerinde yapılan bu araştırmada, Hırvatistan'daki iki lokasyondan toplanan *A. unedo* yaprak ve meyvelerinin fenolik profillerini, toplam fenolik içeriğini (TPC) ve radikal temizleme aktivitesini (RSA) karşılaştırılmıştır. Fenolik profiller, hibrit kütle spektrometresi (LTQ Orbitrap MS) ile birleştirilmiş ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi (UHPLC) kullanılarak belirlenmiştir. TPC, Folin-Ciocalteu testi ile belirlenirken, RSA, DPPH reaktifi kullanılarak araştırılmıştır. Toplam 64 fenolik (sırasıyla yapraklarda 60 ve meyvelerde 42 bileşik) tespit edilmiştir. Hiperozid ve

flavan-3-ol'ler yapraklarda baskın bileşiklerdi, gallokateşin ve kateşin ise meyvelerde bulunan başlıca bileşikler olarak saptanmıştır. Yazarların bilgisine göre, yapraklarda ve meyvelerde sırasıyla 16 ve 5 fenolik ilk kez rapor edilmiştir. Temel bileşen analizi (PCA), UHPLC-LTQ Orbitrap MS'nin bitki dokusu ve coğrafi kökene göre hangi fenoliklerin örnekleri ayırt edebildiğini belirlemek için kullanılabileceğini göstermiştir. Yapraklarda ve meyvelerde TPC sırasıyla 67,07-104,74 ve 16,78-25,86 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kurutulmuş ağırlık (dw) aralığında çıkmıştır. Yapraklarda ve meyvelerde RSA sırasıyla 408,92-430,98 ve 74,30-104,04 μ mol Troloks eşdeğeri (TE)/g dw aralığında tespit edilmiştir. Tanımlanan fenolik sayısı meyvelerde yapraklara kıyasla daha düşük seviyede seyretmiştir. Tanımlanan çok sayıda biyoaktif fenolik madde ve güçlü antioksidan aktivitesi, *A. unedo*'nun sağlık açısından ümit verici bir bitki ve doğal gıda koruyucu olduğunu göstermiştir (Brčić vd., 2021).

Kocayemişin köklerinden alınan materyallerde gerçekleştirilen araştırmanın sonuçları, *A. unedo* kökünün etil asetat özütünün sırasıyla 590.31 $\pm$ 17,62 mg GAE/g özüt ve 47.42 $\pm$ 1,80 mg RE/g özüt değeriyle en yüksek fenol ve flavonoid içeriğine sahip olduğunu göstermiştir. Dahası, aynı özüt sırasıyla 0.02 $\pm$ 0.01 ve 0.15 $\pm$ 0,01 mg/mL'lik yarı maksimal inhibitör konsantrasyon (IC50) ve yarı maksimal etkili konsantrasyon (EC50) dozlarıyla en güçlü antioksidan aktiviteyi belirtmiştir. Bu sonuç, askorbik asit ve kuersetin tarafından gösterilen sonuçlara benzer bulunmuştur. Et suyu mikrosezeltme yöntemine göre, metanol bitki özütü, 12,5 mg/mL'lik minimal inhibitör konsantrasyon (MIC) değeriyle *S. aureus*'a karşı en yüksek antibakteriyel aktiviteyi ortaya koymuştur. Bu özüt, disk difüzyon deneyinde ortaya çıktığı gibi *S. aureus*'a (inhibitör zon=15,4 $\pm$ 0,2 mm), *E. coli*'ye (inhibitör zon=12,2 $\pm$ 0,2 mm) ve *Salmonella*'ya (inhibitör zon=10,2 $\pm$ 0,1 mm) karşı en etkili bulunmuştur. Özütlerin antibakteriyel aktivitesi, moleküler yerleştirme çalışmalarının öngörülen sonuçlarıyla doğrulamış ve dihidrofolat redüktaz (DHFR) enzimindeki aynı amino asitler hem kateşin hem de referans adenosin difosfat (ADP) ile benzer modlarda etkileşime girdiğini ispatlamıştır (Mrabti vd., 2021).

Arbutus unedo, yaygın olarak “kocayemiş” olarak adlandırılır, biyolojik olarak aktif fraksiyonların ve bileşiklerin önemli bir kaynağını temsil eden Akdeniz'e özgü bir bitkidir. Geleneksel olarak mutfak ve tıbbi amaçlarla kullanılan kocayemiş meyveleri, diğer bileşenlerle (yapraklar, kökler, ballar, vb.) birlikte zenginleştirilmiş ve biyoaktif ürünler

elde etmek için çeşitli ekstraksiyon prosedürlerine tabi tutulmuştur. Bu çalışmada, kocayemiş fraksiyonlarının potansiyel sağlık etkilerini değerlendiren çalışmaları arayarak test edilen biyolojik aktivitelere (antioksidan, antiproliferatif, hipoglisemik, immün-modulator, antihipertansif, antimikrobiyal, vb.), ağacın bir kısmına, deneysel modele, spesifik biyoaktif bileşiklere ve seçilen ekstraksiyon protokolüne dikkat çekilmiştir. In vitro sonuçlar, kocayemiş fraksiyonlarının potansiyelini göstermiş olsa da, in vivo kanıt elde etmek (hayvan ve klinik çalışmalar), ek aktiviteleri değerlendirmek (hipokolesterolemik, mikrobiyom düzenleyici), gelişmiş ekstraksiyon teknolojilerinin kullanımını en üst düzeye çıkarmak, belirli biyoaktif bileşikleri saflaştırmak ve izole etmek ve fenolik olmayan molekülleri ve bunların biyoyararlanımlarını inceleyen analizi genişletmek amacıyla daha fazla araştırmanın yapılması gerektiği üzerinde önemle durulmuştur (Morales, 2022).

3. MATERİYAL VE METOT

Türkiye'nin farklı bölgelerinden doğal yayılış gösteren kocayemiş bitkisinden toplanan meyveler kullanılmıştır. Bitkilerin yetiştiği alanlar genel olarak Kuzey Öksin Kuşağında yer almakta olup, ılıman iklim özellikleri ve uygun toprak koşullarıyla türün ekolojik isteklerini karşılamaktadır. Bu materyaller üzerinden kocayemişin anti-mikrobiyal ve probiyotik bakteriler üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir

3.1. Materyal

Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.)'in doğal yayılış alanından meyve olgunlaşma döneminde ulaşımın mümkün bazı orijinlerden (Balıkesir-Bandırma, Bartın-Amasra, Kastamonu-Cide, Sinop-İnceburun ve Zonguldak – Dirgine) toplanan meyveler üzerinde gerçekleştirilen bu araştırmada, orijin farklılığının kocayemişin anti-mikrobiyal ve probiyotik bakteriler üzerindeki etkisinin incelendiği bu araştırmada, araştırma materyalini oluşturan kocayemiş meyvelerinin toplandığı tüm orijinler bitki sosyolojisi sınıfları itibarıyla Kuzey Öksin Kuşağının, Batı Karadeniz-Marmara Alt Öksin Kuşağında yer almaktadır. Meyvelerin toplandığı orijinlere ilişkin tanımlayıcı ve tanıtıcı bilgiler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Orijinlere ilişkin bilgiler

Orijin Adı	Yükselti (m)	Bakı	Yamaç Durumu	Eğim (%)
Balıkesir-Bandırma	83	Kuzeydoğu	Alt Yamaç	12
Bartın-Amasra	65	Kuzey	Alt Yamaç	15
Kastamonu-Cide	54	Kuzeybatı	Alt Yamaç	21
Sinop-İnceburun	32	Kuzey	Alt Yamaç	10
Zonguldak-Dirgine	400	Kuzeybatı	Orta Yamaç	25

Tablo 3.1'de yer alan orijinlere ait tanıtıcı bilgiler incelendiğinde, kocayemiş meyvelerinin toplandığı orijinlerin bulundukları yükselti kademesinin 32-400m arasında değiştiği, bakılarının genel olarak gölgeli bakılardan ibaret olduğu, yamaç durumunu alt yamaç yoğunluğunda olup tek bir orijinde orta yamaçta yer aldığı ve arazi eğiminin de %10-25 arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırma alanlarına ilişkin olarak genel iklim özellikleri incelendiğinde; orijinlerin genel iklim karakteristiklerini yansıtan ortalama yıllık sıcaklık

(°C), ortalama yağış (mm) ve vejetasyon periyodu uzunluğu (ay) Tablo 3.2’de gösterilmiştir. Buna göre genel olarak kocayemişin ekstrem iklim şartlarının meydana getirdiği ekstrem yetiştirme ortamı koşullarından kaçındığını ve genel olarak don olayı haricinde birçok beklenmedik iklim anomalisine karşı önemli düzeylerde tolerans gösterebildiğini söylemek mümkündür.

Tablo 3.2. İklim karakteristikleri (MGM, 2024).

Orijin Adı	Ort. Yıllık Sıcaklık (°C)	Ort. Yıllık Yağış (mm)	Vejetasyon Periyodu Uzunluğu (Ay)
Balıkesir-Bandırma	14,9	613,7	6-7 ay
Bartın-Amasra	13,1	1054,6	5-6 ay
Kastamonu-Cide	12,8	883,9	5-6 ay
Sinop-İnceburun	14,3	1072,3	6-7 ay
Zonguldak-Dirgine	13,8	1138,5	6-7 ay

Tablo 3.2’deki iklim değerleri incelendiğinde kocayemiş meyvesinin toplandığı orijinleri genel olarak ılıman iklim kuşağının hakimiyeti altında olduğu, çok yüksek su açığının yaşanmadığı genel hatları ile yarı nemli ve nemli iklim tipleri ve karakteristikleri arasında geçiş sağlayan kuşaklarda olduğu, vejetasyon periyodu uzunluğu yönünde ortalama yakın ve yer yer ortalamanın üzerinde bulunduğu, bitki oluşumu ve gelişimi açısından normal koşullar sergilediği ifade edilebilir (Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).

Orijinlerin yer aldığı lokasyonlarda toprak özellikleri açısından genel olarak ekstrem şartların varlığı söz konusu olmayıp genel toprak karakteristikleri arasında esmer-kahverengi toprak koşullarının hakim olduğu, tekstürün kumlu-killi-balçık tekstüründe yer aldığı, strüktür yapısının kırıntılı ve yer yer blok strüktür özellikler gösterdiği, yer yer kimi noktalarda kireçtaşı anakayasının hakimiyetine bağlı olarak karstik yapısının kısmen görülmesi nedeniyle yüzeysel taşlılığın yüksek olduğu, derin ve çok derin toprak koşullarının bulunduğu, toprak reaksiyonu itibarıyla nötr ve hafif alkali koşulların hakim olduğu, arazi yapısının engebeli bir durum göstermesine karşın meyvenin toplandığı bitkilerin bulundukları pozisyon itibarıyla bu kırıklığın bitki gelişim açısından herhangi bir olumsuzluk meydana getirmediği ifade edilebilir (MTA, 2023).

Meyvelerin toplandığı bitkilerin lokasyonları itibarıyla orijin düzeyde genel olarak denize bakan yamaçlarda ve alt yamaç koşullarında yer alması kocayemişin ekolojik isteklerinin karşılanması ve türün optimal yayılış özellikleri açısından olumlu ve beklenen bir özellik ve durumdur. Bununla birlikte özellikle gölgeli ve yer yer güneşli bakılarda türün geçişler göstermesi genel olarak iklim ve toprak özellikleri itibarıyla istekleri karşılandığı sürece bakı faktörünün yayılışında araştırma alanının özelinde çok önemli bir unsur olmadığı belirtilebilir. Ancak konum itibarıyla ve özellikle özel konum koşulları yönünden türün yayılışında bilhassa yükselti ve yükselti kademeleri önemli bir rol oynamaktadır (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5).



Şekil 3.1: Bandırma orijinli kocayemişte meyve durumu



şekil 3.2: Dirgine orijinli kocayemişte meyve durumu



şekil 3.3: Amasra orijinli kocayemişte meyve durumu



Şekil 3.4: Cide orijinli kocayemişte meyve durumu



Şekil 3.5: İnceburun orijinli kocayemişte meyve durumu

3.2. Metot

Farklı bölgelerden toplanan kocayemiş meyvelerinden etanol kullanılarak ekstraktlar hazırlanmış. Hazırlanan bu ekstraktlar belirli konsantrasyonlara ayrılarak *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Lactobacillus rhamnosus* GG gibi bakteri türleri üzerinde antimikrobiyal, oto-agregasyon ve ko-agregasyon etkileri açısından test edilmiştir.

3.2.1. Ekstraktların Hazırlanması

Meyveler 10 gr şeklinde tartılıp belirli bir miktar ezildikten sonra 100 ml etanolle 24 saat boyunca manyetik karıştırıcıda bırakılmıştır. 24 saatin sonunda süzme işlemi için süzme kâğıdı kullanılmış ve Şekil 3.6’da gösterildiği biçimde meyve ekstraktları elde edilmiştir.

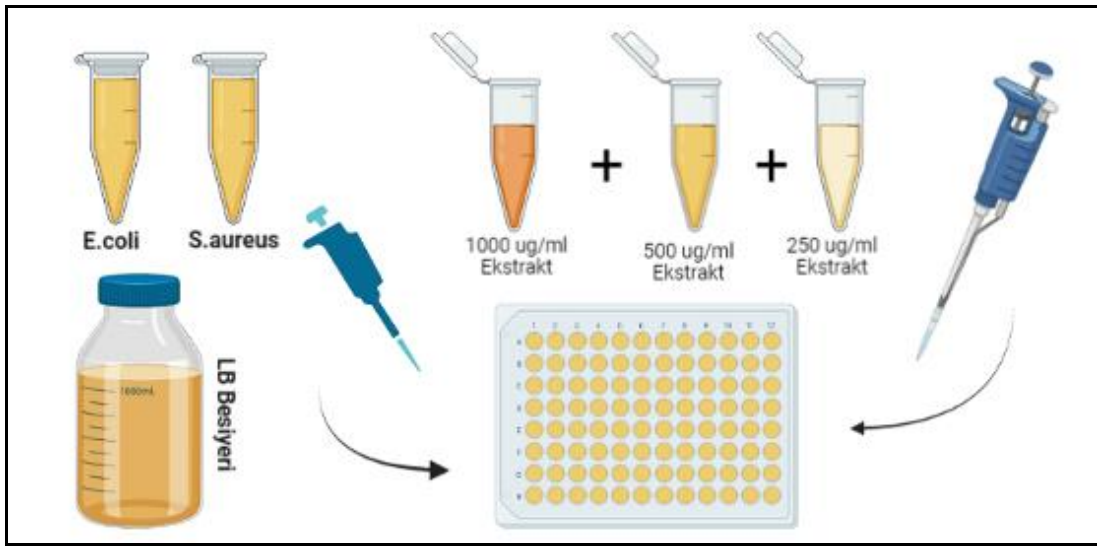


Şekil 3.6: Kocayemiş meyvelerine ait ekstraksiyon işlemi

3.2.2. Antimikrobiyal Testler

Antimikrobiyal etkinin belirlenmesi için meyve ekstraktları 3 farklı konsantrasyona ayrılmıştır. Test bakterilerine (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*), Lysogeny broth (LB) besiyerlerine ayrı ayrı alınarak 16 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında vorteks ile homojenize edilmiş ve McFarlanda bulanıklık 0,5’e göre ayarlanmıştır. 96’lık steril mikropalakalarda, toplam kuyucuk hacmi 200 µl olacak

şekilde 10 µl hazırlanan ekstrakt, 20 µl test bakterileri, 170 µl LB besiyeri eklenmiştir. Her kuyucuk 200 µl olacak şekilde her bir konsantrasyon 2 tekrarlı bir şekilde konulmuştur. Pozitif kontrol olarak %96'lık etanol kullanılırken negatif kontrol için test bakterileri ve LB besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanan bu mikropalakalara ekleme işlemi bittikten sonra UV spektrofotometresinde 600nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. 24 saat 37°C de inkübe edilerek 24 saat sonunda tekrar 600 nm'de okuma yapılmış ve antimikrobiyal etki hesaplanmıştır. Bu işlemlerin tümü her popülasyon için yapılarak toplam 3 defa tekrarlanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Biorender antimikrobiyal test süreci

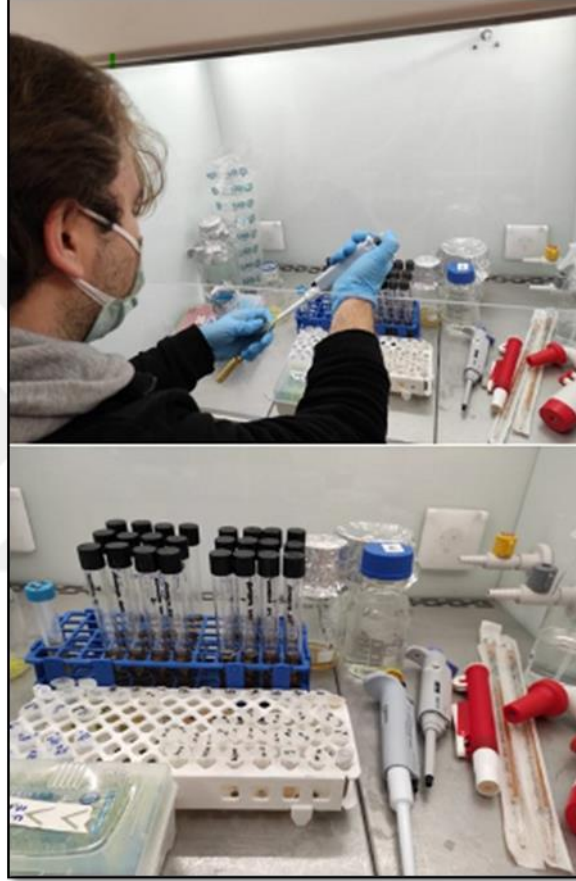
3.2.3. Bakterilerin Büyütülmesi ve Besiyerlerinin Hazırlanması

Lactobacillus rhamnosus GG test bakterisine uygun LABSEM (Peptone 10 gr/L, Yeast Extract 5 gr/L, Glucose 10 gr/L, Dipotasyum hydrogen phosphate 2 gr/L, Ammonium citrate 2 gr/L, Sodium acetate 5 gr/L, MgSO₄ 0.21 gr/L, MnSO₄ 0.0578 gr/L) besiyeri hazırlanmıştır. Hazırlanan besiyeri otoklavda 121°C de steril edildi. -80°C'deki stok bakteriden 1 top atılarak 10 ml besiyeri koyulan falkon tüp içerisinde çoğaltılmıştır.

3.2.4. Bakteriyel Gelişim Kinetiği

Daha öncesinden hazırlanan LABSEM besiyeri cam test tüplerinin içerisine 10 ml olarak konulmuştur. Kontrol grubu için 10mL'lik besiyerine test bakterilerinden 100 µl, %96'lık

etanolden ise 100 μ L eklenmiştir. Kontrol grubu hariç 3 farklı konsantrasyonda kocayemiş konsantrasyonu hazırlanmış ve farklı dilüsyonlarda 10 mL'lik besiyerlere sırasıyla 25, 50 ve 100 μ L bitki ekstraktları eklenerek her birine 100 μ L test bakterisi ilave edilmiştir. McFarland değerleri densitometri ile ölçülüp 0. saat olarak kaydedilmiştir. Etüv de 37°C'de büyütülmeye bırakılmış ve her 4 saatte bir 28. saate kadar McFarland değerleri ölçümü 5 farklı popülasyon için aynı şekilde ayrı ayrı yapılmıştır (Şekil 3.8).

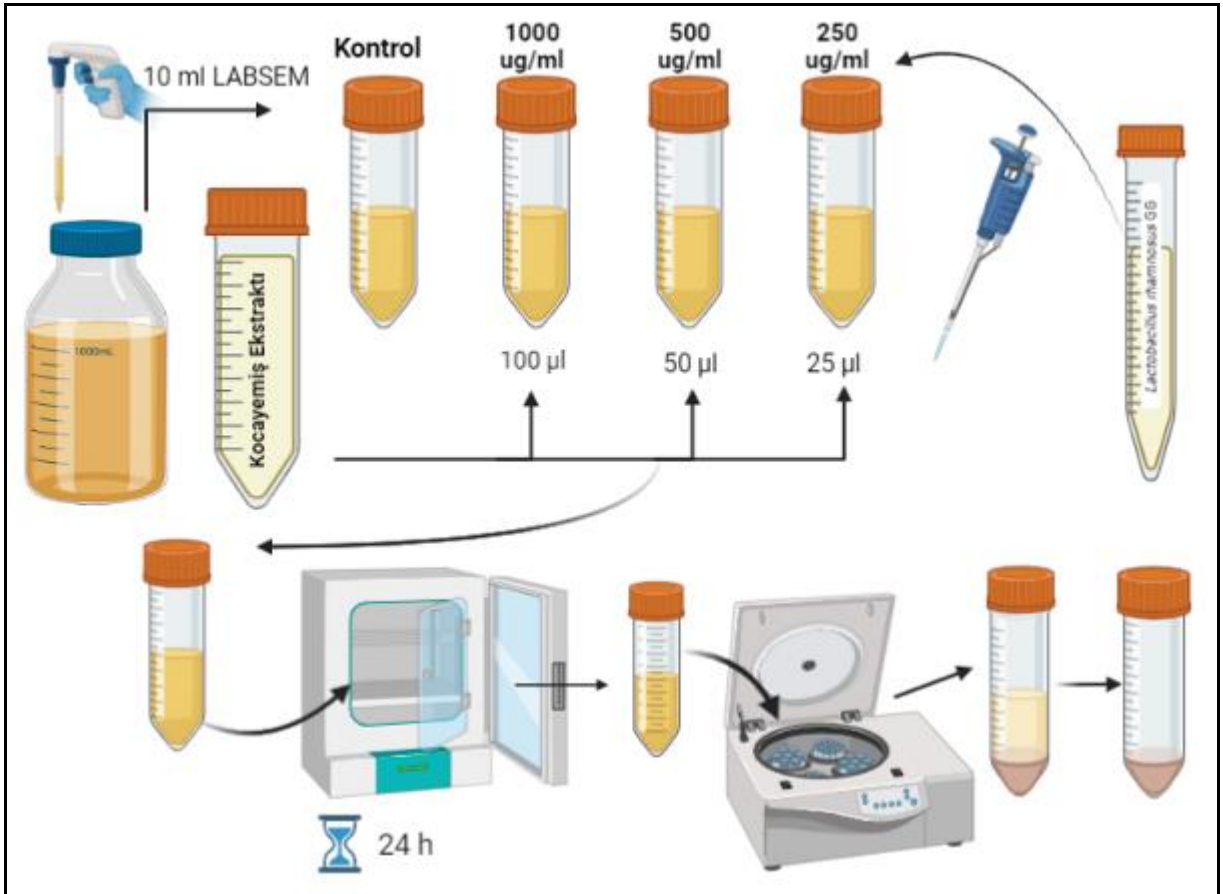


Şekil 3.8: *Arbutus unedo* L. bakteriyel gelişim kinetiği için hazırlık süreci.

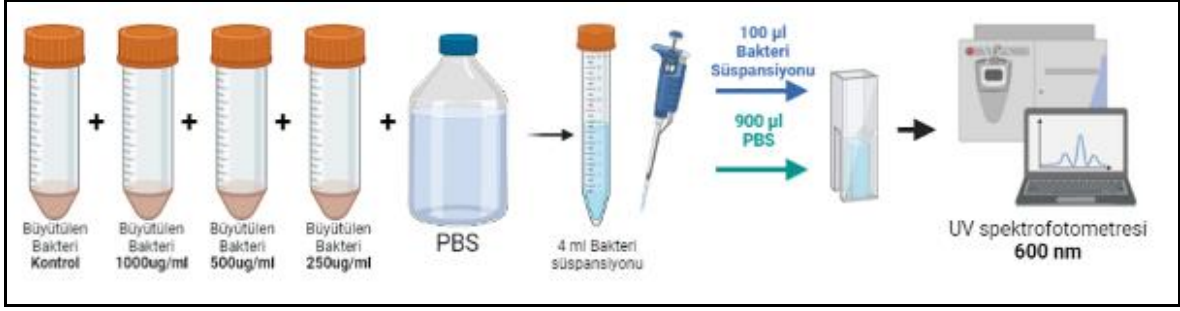
3.2.5. Bakteriyel Oto-Agregasyon

Bakteriyel otoagregasyon için *Lactobacillus rhamnosus* GG test bakterisi farklı konsantrasyonlardaki ekstraktlar ve LABSEM besiyeriyle steril falkonlar içerisine konulmuştur. Kontrol grubu için ise bitki ekstraktı yerine %96'lık etanol eklenmiştir. Hazırlanan falkonlar etüve konularak 37°C 'de 16 saat büyütülmeye bırakılmıştır. Büyütülen bakteriyel hücreler duraklama fazında hasat edilmiştir (3200xg, 15 dk) ve bakteriler PBS (NaCl 8 g/L, KCl 0,2 g/L, Na₂HPO₄ 1,44 g/L, KH₂PO₄ 0,24 g/L) ile

yıkılarak 600 nm'de OD 0.5 olacak şekilde süspansiyon haline getirilmiştir. Oluşturulan 4 ml bakteri süspansiyonları 10sn vorteksleme işlemi yapılmıştır. Bakteriyel süspansiyonların üst kısımlarından 100 µl alınmış, 900 µl PBS ile karıştırılacak tüpe eklenmiş ve 600 nm'de absorbansı okunmuştur. Bu işlem her popülasyon için ve aynı oda sıcaklığında 5 saat boyunca her 1 saate tekrarlanarak tekrarlanmıştır. Bu çalışmayla birlikte oto-agregasyon yüzdesi $(1-A_t/A_0) \times 100$ kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda, A_t , $t=1,2,3,4$. veya 5. saatlerdeki absorbans, A_0 ise $t=0$ 'daki absorbans olarak hesaplamalara dahil edilmiştir. Her deney, en az 3 biyolojik tekrarla gerçekleştirilmiştir (Kos vd., 2003) (Şekil 3.9 ve Şekil 3.10).



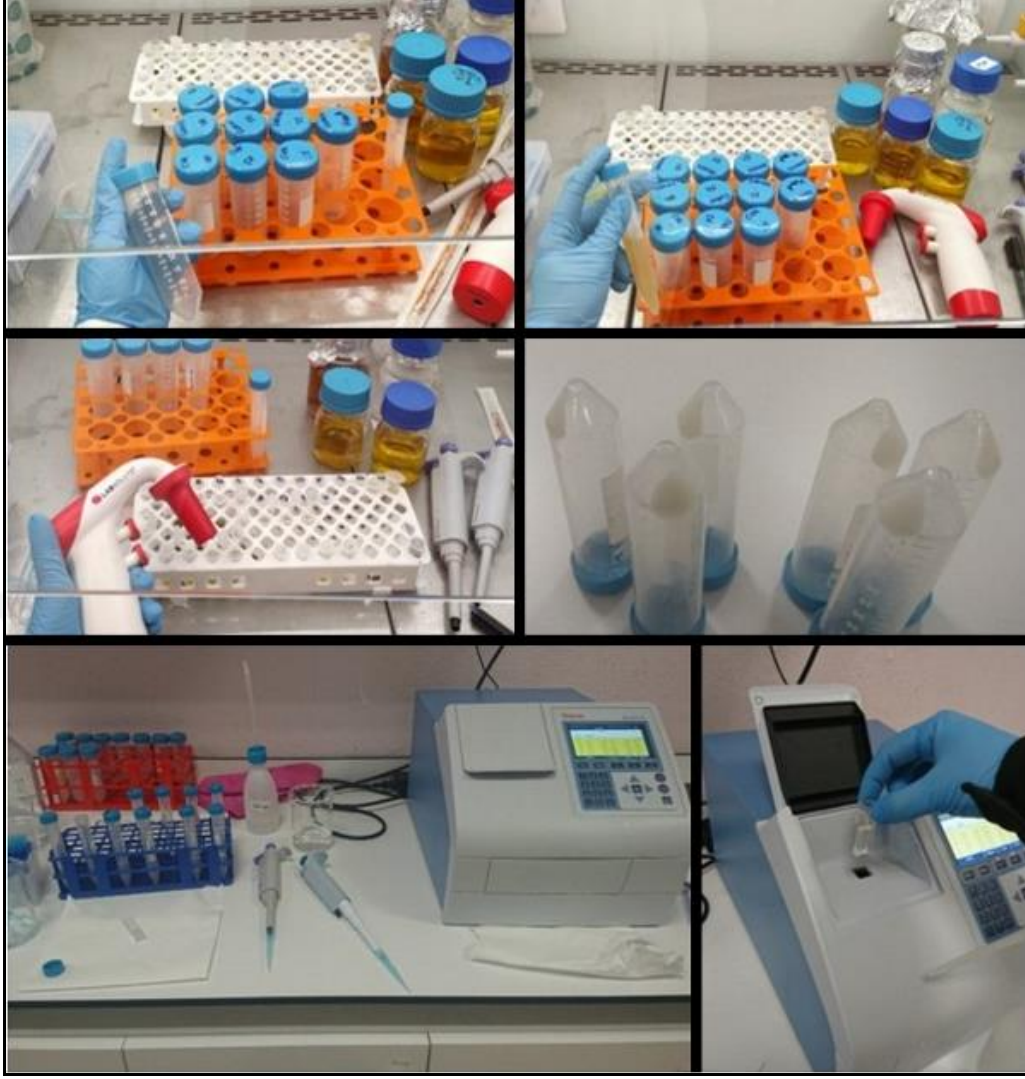
Şekil 3.9: Biorender farklı konsantrasyonlardaki bakteri süspansiyonlarının hazırlanması.



Şekil 3.10: Biorender bakteri süspansiyonlarının UV spektrometresinde ölçümü.

3.2.6. Kocayemiş Meyvesinin Probiyotik Bakteriyel Ko-Agregasyon Üzerine Etkisi

Bakteriyel ko-agregasyon için probiyotik bakterilerin patojen suşları da olan *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*, bakterileri ile koagregasyonu ve kocayemiş ekstraktının ko-agregasyon üzerine etkileri belirlenmiştir. Hazırlanan falkonların içerisine 10 ml LABSEM besiyeri, test bakterisi olan *Lactobacillus rhamnosus* GG ve kontrol grubu da dahil olmak üzere en yüksek konsantrasyon olan 100 µl farklı popülasyonlara ait kocayemiş ekstraktları konularak birleri ile etkileşimleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca aynı zaman içerisinde farklı falkon tüplerin içerisine 10 ml LB besiyeri, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* bakteri suşları eklenerek hazırlanan bütün falkonlar etüv de 37°C 'de 16 saat boyunca büyütülmeye bırakılmıştır. Büyütülen bakteriyel hücreler duraklama fazında hasat edilmiştir (3200xg, 15 dk). Hasat edilen bakteriler PBS ile yıkanarak 600nm'de OD 0.5 olacak şekilde süspansiyon haline getirilmiştir. 2 ml bakteri süspansiyonu ve 2 ml büyüttüğümüz *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* suşlarını 4 ml olacak şekilde karıştırılmıştır. Yapılan işlemler sonucunda karıştırılan falkonlar 10 saniye vorteks işlemi yapıldıktan sonra 100 µl alınmış ve 900 µl PBS ile karıştırılarak 600 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür Yapılan bu işlemler 5 farklı popülasyon için oda sıcaklığında 5 saat boyunca her saat için tekrarlanarak gerçekleştirilmiştir. Böylece kocayemiş meyvelerinin probiyotik bakterilerin ko-agregasyonu üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Kocayemişin bakteriyel ko-agregasyon üzerindeki etkisinin belirlenmesi

3.2.7. İstatistik Analizler

Araştırmada öncelikle deneylerden elde edilen ölçümler sonucunda ulaşılan ham verilere Kolmogorov-Smirnov (K-S) normallik testi uygulanmıştır. Daha sonra orijinler arasında antimikrobiyal aktivite ve probiyotik bakterileri ko-agregasyonu üzerindeki etkileri yönünden istatistiki anlamda önemli bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda değişkenler açısından istatistiki bir farklılığın bulunması halinde homojen grupları belirlemek için de %95 güven düzeyinde Duncan Testi gerçekleştirilmiştir. Tüm istatistik analizler SPSS paket istatistik programı kullanılarak yapılmıştır (SPSS Inc, 2023).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı bölgelerden toplanan kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) meyvelerinden elde edilen ekstraktların, bazı patojen bakteriler üzerindeki antimikrobiyal etkileri ile probiyotik bakteriler üzerindeki olası biyolojik etkileri araştırılmıştır. Kullanılan yaygın patojen bakterilere karşı ekstraktların etkinliği istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

4.1. Antimikrobiyal Aktivite

Yüksek Lisans tez çalışması olarak gerçekleştirilen bu araştırmanın amaç ve hedeflerinden bir tanesi, orijin farklılığının kocayemiş meyvelerinin anti-mikrobiyal aktivite üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* isimli ve genel olarak tüm ortamlarda yaygın olarak bulunan patojen bakteriler üzerinde orijinler itibarıyla toplanan kocayemiş meyvelerinden elde edilen ekstraktların ayrı antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Buna göre *Escherichia coli* bakterisi üzerinde elde edilen ham verilere uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda ortaya çıkan istatistiki farklılık Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. *Escherichia coli* bakterisine ait antimikrobiyal karşılaştırma

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplararası	563,27	4	218,75	89,73	P<0,01
Grupiçi	402,56	89	6,41		
Toplam	965,83	93			

Tablo 4.1’deki varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde kocayemişe ait farklı orijinlerden toplanan meyvelerden elde edilen ekstraktların *Escherichia coli* bakterisinin meydana getirdiği mikrobiyal aktivite üzerinde farklı etkilerinin olduğu saptanmıştır. Yapılan istatistiki karşılaştırma sonucunda kocayemiş meyvelerinin toplandığı 5 farklı orijin arasında söz konusu bu bakterinin meydana getirdiği mikrobiyal etki üzerinde %99 güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılık belirlenmiştir. Bu itibarla kocayemiş orijinlerinin *Escherichia coli* bakterisinin meydana getirdiği mikrobiyal etki karşısında ortaya koydukları anti-mikrobiyal savunmaya ilişkin orijinler itibarıyla homojen grupları

belirlemek için %95 güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testine ait sonuçlar Tablo 4.2’de verilmiştir. Bu gruplandırma anti-mikrobiyal etkinin belirlenmesinde kullanılan en önemli değişken olan bakteri canlılık oranına (%) göre belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Orijinlerin bakteri canlılık oranına (%) göre gruplandırılması

Orijinler	Homojen Gruplar		
	1	2	3
Bartın-Amasra	29,72		
Balıkesir-Bandırma		31,53	
Kastamonu-Cide	28,94		
Sinop-İnceburun		32,65	
Zonguldak-Dirgine			36,81

Tablo 4.2’de gösterilen bulgulara göre anti-mikrobiyal etkinin belirlenmesinde kullanılan en önemli değişken olan bakteri canlılık oranı (%) değişkenine göre %95 güven düzeyinde kocayemiş meyvelerinin toplandığı 5 orijin üç grupta toplanmıştır. Buna göre *Escherichia coli* bakterisinin etkilerini en alt düzeyler olan %29,72 ve %28,94 canlılık oranlarına indiren Amasra ve Cide orijinleri ilk grupta yer alırken, Bandırma ve İnceburun orijinleri %31,53 ve %32,65’lik canlılık oranları ile ikinci grupta ve en yüksek bakteri canlılık oranı olan %36,81 ile Dirgine orijini ise son grupta yer almıştır. *Escherichia coli* bakterisinin ortaya koyduğu mikrobiyal etkinin yine kocayemiş meyveleri ile azaltılması ve giderimi üzerine gerçekleştirilen ve anti-mikrobiyal etkinin belirlenmeye çalışıldığı bir başka araştırmada da meyvelerin topladığı lokasyon, meyve tazeliği, toplanma zamanı ve meyvelerin boyutları gibi özelliklerin bakteri canlılık oranı değişkeni üzerinde birtakım farklılık ortaya çıkmasına neden olabildiği belirtilmiştir (Vidrih vd., 2013). Yine bu konuda yapılan benzer başka bir araştırmada da orijin farklılığının özellikle meyvelerin olgunlaşma süresi ve meyve boyutları üzerinde etkilerine bağlı olarak kocayemiş ekstraktlarının anti-mikrobiyal etkisini farklılaştırdığı ifade edilmiştir (Oliveira vd., 2011).

Araştırmada farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinin anti-mikrobiyal etkilerini belirlemek amacıyla tüm kültür ortamlarında yaygın olarak bulunan *Staphylococcus aureus* isimli bakteri üzerinde de deneyler gerçekleştirilmiştir. Söz konusu bu bakterinin meydana getirdiği mikrobiyal etkinin orijinler itibarıyla farklılık gösterip göstermediği belirlemek

için yine bu konuda en geçerli değişken olan bakteri canlılık oranı (%) değişkeni yönünden 3 tekrarlı olarak elde edilen ham verilere tek yönlü varyans analiz uygulanmış ve ulaşılan bulgular Tablo 4.3’de açıklanmıştır.

Tablo 4.3. *Staphylococcus aureus* bakterisine ait antimikrobiyal karşılaştırma

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplararası	478,51	4	211,33	83,51	P<0,01
Grupiçi	398,23	89	5,97		
Toplam	876,74	93			

Tablo 4.3’deki analiz sonuçlarına göre farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinin ekstraktlarının bakteri canlılık oranı değişkeni itibarıyla *Staphylococcus aureus* bakterisinin mikrobiyal faaliyetleri üzerindeki etkisi istatistiki açıdan %99 güven aralığında farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Yapılan bu tek yönlü varyans analizi uygulaması orijinlerden kaynaklanan ve bakteri canlılık oranını farklı düzeylerde etkileyen bir mekanizmanın varlığını göstermiştir. Bu itibarla %95 güven düzeyinde orijinlerin bakteri canlılık oranı üzerindeki etkileri itibarıyla gruplandırmasını gerçekleştirmek amacıyla Duncan testi uygulanmış ve orijinlerden oluşan farklı homojen grupların durumu Tablo 4.4’te belirtilmiştir.

Tablo 4.4. Orijinlerin bakteri canlılık oranına (%) göre gruplandırılması

Orijinler	Homojen Gruplar		
	1	2	3
Bartın-Amasra	31,63		
Balıkesir-Bandırma		34,45	
Kastamonu-Cide	30,87		
Sinop-İnceburun		33,91	
Zonguldak-Dirgine			37,52

Tablo 4.4’de açıklanan bulgulara göre anti-mikrobiyal etkinin belirlenmesinde kullanılan en önemli değişken olan bakteri canlılık oranı (%) değişkenine göre %95 güven düzeyinde kocayemiş meyvelerinin toplandığı 5 orijin üç grupta toplanmıştır. Buna göre

Staphylococcus aureus bakterisinin etkilerini en alt düzeyler olan %231,63 ve %30,87 canlılık oranlarına indiren Amasra ve Cide orijinleri ilk grupta yer alırken, Bandırma ve İnceburun orijinleri %34,45 ve %33,91’lik canlılık oranları ile ikinci grupta ve en yüksek bakteri canlılık oranı olan %37,52 ile Dirgine orijini ise son grupta yer almıştır. Bu bulgulara göre *Staphylococcus aureus* bakteri türünde de ortaya çıkan mikrobiyal etkiye kocayemişin orijinlerin farklı düzeyde etkileri söz konusu olmakla birlikte, bu etki düzeyi genel olarak *Escherichia coli* bakterisi üzerindeki kadar yüksek bir etki düzeyine sahip olamamıştır. Farklı lokasyonlardan toplanan kocayemiş meyvelerinin *Staphylococcus aureus* bakterisinin meydana getirdiği mikrobiyal etkisi üzerine yapılan bir başka araştırmada da yapılan istatistik analizler sonucunda özellikle bol güneş alan ve ılıman iklim koşullarının hakim olduğu yörelerden toplanan kocayemiş meyvelerinden elde edilen ekstraktlarda etken madde oluşumunun daha yüksek düzeylerde gerçekleşmesi nedeniyle anti-mikrobiyal etkisinin daha yüksek düzeyde meydana geldiği bildirilmektedir (Dib vd., 2010). Yine aynı bakterinin meydana getirdiği mikrobiyal aktivite üzerine kocayemiş meyvelerinden elde edilen ekstraktların etkisinin incelendiği bir başka araştırmada da, meyvelerin toplandığı lokasyonun meyve oluşumu ve olgunlaşması üzerindeki etkilerine bağlı olarak ekstraktların polifenol bileşimlerini etkilemesi nedeniyle anti-mikrobiyal etkilerinin farklı segmentlerde gerçekleştiği açıklanmıştır (Pavlović vd., 2011).

Her iki bakteri türünün meydana getirdiği mikrobiyal etki üzerine farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinden elde edilen ekstraktların sahip oldukları farklı düzeylerdeki polifenol bileşimleri nedeniyle farklı düzeyde anti-mikrobiyal etki meydana getirdikleri söylenebilir. Ayrıca özellikle Amasra ve Cide orijinlerinin tüm bileşenleri ile sahip oldukları uygun ekolojik koşullar nedeniyle kocayemiş meyvelerinin oluşumu ve olgunlaşması açısından diğer orijinlere göre doğal birtakım avantajlara sahip olduğu ve bunu da anti-mikrobiyal etkilerde gösterdiği ifade edilebilir.

4.2.Probiyotik Bakteri Aktivitesi

Bu araştırmanın ikinci önemli amacını ve hedefini ise, farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinden farklı konsantrasyonlarda elde edilen besi ortamlarının probiyotik bakteriler üzerindeki etki farklılığını ortaya koymak oluşturmaktadır. Bu amaçla, bakteriyel agregasyon aktivitesinin ölçülebilmesi için otoagregasyon ve

koagregasyon yöntemleri kullanılmıştır. Çünkü otoagregasyon aynı türdeki mikroorganizmaların kendi aralarında gerçekleşen agregasyonunu açıklarken, aynı tür probiyotik bakterilerin bağırsak epitel hücrelerine kümeler halinde bağlandığını göstermektedir. Koagregasyon ise genetik olarak farklı türdeki mikroorganizmalar arasında olan agregasyonu ortaya koymaktadır (Çelebioglu, 2021).

Araştırmada, *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiyotik bakterisinin büyümesi üzerine farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinden elde edilen ekstraktlardan oluşan besin ortamları arasında yapılan tek yönlü varyans analizine göre istatistiki açıdan %95 güven düzeyinde önemli bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. *Lactobacillus rhamnosus* (GG) büyümesinin karşılaştırması

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Gruplararası	236,79	4	171,28	71,65	P<0,05
Grupiçi	129,53	89	3,42		
Toplam	366,32	93			

Bu kapsamda *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiyotik bakterisinin büyüme ortamı ve büyüme performansı (%) üzerine kocayemiş meyvesinin toplandığı farklı orijinlerin meydana getirdiği grupların belirlenmesi amacıyla %95 güven düzeyinde Duncan testi uygulanmıştır. Orijinler itibarıyla ortaya çıkan homojen gruplar Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Orijinlerin probiyotik bakteri büyüme performansına göre gruplandırılması

Orijinler	Homojen Gruplar	
	1	2
Bartın-Amasra	%56,39	
Kastamonu-Cide	%55,27	
Balıkesir-Bandırma	%53,86	
Sinop-İnceburun		%49,73
Zonguldak-Dirgine		%45,98

Tablo 4.6’da görülen bulgulara göre, *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiyotik bakterisinin büyüme performansı yönünden orijinler arasında %95 güven aralığında anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Buna göre Amasra orijini %56,39, Cide orijini %55,27 ve Bandırma orijini %53,86’lık büyüme performansları ile ilk grupta yer alırken, İnceburun orijini %49,73 ve Dirgine orijini de %45,98’lik büyüme performansları ile ikinci grubu oluşturmuşlardır. Nitekim bu konuda gerçekleştirilen benzer bir araştırmada kocayemiş meyvelerinin biyolojik aktiviteler üzerindeki etkilerini toplandıkları orijinlerden kaynaklanan meyve karakteristiklerine ve sahip oldukları biyokimyasal özelliklere göre değiştiği saptanmıştır (Morales, 2022).

Bu karşılaştırmalı değerler incelendiğinde araştırma kapsamında incelenen Amasra, Cide ve Bandırma orijinlerinin genel olarak probiyotik bakteri etkisi yönünden iyi bir seviyede olduğunu söylemek mümkündür. Bununla birlikte, İnceburun ve Dirgine orijinleri de diğer orijinlere göre söz konusu probiyotik bakteri etkisi yönünden daha düşük seviyede kalmakla birlikte genel değerlendirmeler itibarıyla ortalamalara yakın bir eğilim gösterdikleri ifade edilebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada; Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.)'in doğal yayılış alanından meyve olgunlaşma döneminde ulaşımın mümkün bazı orijinlerden (Balıkesir-Bandırma, Bartın-Amasra, Kastamonu-Cide, Sinop-İnceburun ve Zonguldak-Dirgine) toplanan meyveler üzerinde gerçekleştirilen bu araştırmada, orijin farklılığının kocayemişin anti-mikrobiyal ve probiyotik bakteriler üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Yüksek Lisans tez çalışması olarak gerçekleştirilen bu araştırmanın amaç ve hedeflerinden bir tanesi, orijin farklılığının kocayemiş meyvelerinin anti-mikrobiyal aktivite üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* isimli ve genel olarak tüm ortamlarda yaygın olarak bulunan patojen bakteriler üzerinde orijinler itibarıyla toplanan kocayemiş meyvelerinden elde edilen ekstraktların ayrı anti-mikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Tek yönlü olarak yapılan varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde kocayemiş ait farklı orijinlerden toplanan meyvelerden elde edilen ekstraktların *Escherichia coli* bakterisinin meydana getirdiği mikrobiyal aktivite üzerinde farklı etkilerinin olduğu saptanmıştır. Yapılan istatistiki karşılaştırma sonucunda kocayemiş meyvelerinin toplandığı 5 farklı orijin arasında söz konusu bu bakterinin meydana getirdiği mikrobiyal etki üzerinde %99 güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılık belirlenmiştir (Tablo 4.1). Bu itibarla kocayemiş orijinlerinin *Escherichia coli* bakterisinin meydana getirdiği mikrobiyal etki karşısında ortaya koydukları anti-mikrobiyal savunmaya ilişkin orijinler itibarıyla homojen grupları belirlemek için %95 güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi yapılmıştır (Tablo 4.2). %95 güven düzeyinde yapılan Duncan testinden elde edilen bulgulara göre, anti-mikrobiyal etkinin belirlenmesinde kullanılan en önemli değişken olan bakteri canlılık oranı (%) değişkenine göre %95 güven düzeyinde kocayemiş meyvelerinin toplandığı 5 orijin üç grupta toplanmıştır. Buna göre *Escherichia coli* bakterisinin etkilerini en alt düzeyler olan %29,72 ve %28,94 canlılık oranlarına indiren Amasra ve Cide orijinleri ilk grupta yer alırken, Bandırma ve İnceburun orijinleri %31,53 ve %32,65'lik canlılık oranları ile ikinci grupta ve en yüksek bakteri canlılık oranı olan %36,81 ile Dirgine orijini ise son grupta yer almıştır (Tablo 4.2).

Araştırmada farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinin anti-mikrobiyal etkilerini belirlemek amacıyla tüm kültür ortamlarında yaygın olarak bulunan *Staphylococcus aureus* isimli bakteri üzerinde de deneyler gerçekleştirilmiştir. Söz konusu bu bakterinin meydana getirdiği mikrobiyal etkinin orijinler itibarıyla farklılık gösterip göstermediği belirlemek için yine bu konuda en geçerli değişken olan bakteri canlılık oranı (%) değişkeni yönünden 3 tekrarlı olarak elde edilen ham verilere tek yönlü varyans analiz uygulanmıştır (Tablo 4.3). Tek yönlü olarak yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinin ekstraktlarının bakteri canlılık oranı değişkeni itibarıyla *Staphylococcus aureus* bakterisinin mikrobiyal faaliyetleri üzerindeki etkisi istatistiki açıdan %99 güven aralığında farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Yapılan bu tek yönlü varyans analizi uygulaması orijinlerden kaynaklanan ve bakteri canlılık oranını farklı düzeylerde etkileyen bir mekanizmanın varlığını göstermiştir (Tablo 4.3). Bu itibarla %95 güven düzeyinde orijinlerin bakteri canlılık oranı üzerindeki etkileri itibarıyla gruplandırmasını gerçekleştirmek amacıyla Duncan testi uygulanmış ve orijinlerden oluşan farklı homojen grupların durumu Tablo 4.4’de belirtilmiştir. Duncan testi sonucunda ulaşılan bulgulara göre, anti-mikrobiyal etkinin belirlenmesinde kullanılan en önemli değişken olan bakteri canlılık oranı (%) değişkenine göre %95 güven düzeyinde kocayemiş meyvelerinin toplandığı 5 orijin üç grupta toplanmıştır. Buna göre *Staphylococcus aureus* bakterisinin etkilerini en alt düzeyler olan %231,63 ve %30,87 canlılık oranlarına indiren Amasra ve Cide orijinleri ilk grupta yer alırken, Bandırma ve İnceburun orijinleri %34,45 ve %33,91’lik canlılık oranları ile ikinci grupta ve en yüksek bakteri canlılık oranı olan %37,52 ile Dirgine orijini ise son grupta yer almıştır (Tablo 4.4).

Bu araştırmanın ikinci önemli amacını ve hedefini ise, farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinden farklı konsantrasyonlarda elde edilen besi ortamlarının probiyotik bakteriler üzerindeki etki farklılığını ortaya koymak oluşturmaktadır. Bu amaçla, bakteriyel agregasyon aktivitesinin ölçülebilmesi için otoagregasyon ve koagregasyon yöntemleri kullanılmıştır.

Araştırmada, *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiyotik bakterisinin büyümesi üzerine farklı orijinlerden toplanan kocayemiş meyvelerinden elde edilen ekstraktlardan oluşan besin ortamları arasında yapılan tek yönlü varyans analizine göre istatistiki açıdan %95 güven düzeyinde önemli bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 4.5).

Bu kapsamda *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiyotik bakterisinin büyüme ortamı ve büyüme performansı üzerine kocayemiş meyvesinin toplandığı farklı orijinlerin meydana getirdiği grupların belirlenmesi amacıyla %95 güven düzeyinde Duncan testi uygulanmıştır (Tablo 4.6).

Duncan testi sonucunda ulaşılan bulgulara göre, *Lactobacillus rhamnosus* (GG) probiyotik bakterisinin büyüme performansı yönünden orijinler arasında %95 güven aralığında anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Buna göre Amasra orijini %56,39, Cide orijini %55,27 ve Bandırma orijini %53,86'lık büyüme performansları ile ilk grupta yer alırken, İnceburun orijini %49,73 ve Dirgine orijini de %45,98'lik büyüme performansları ile ikinci grubu oluşturmuşlardır (Tablo 4.6).

Araştırmadan ulaşılan bilimsel sonuçlara göre beş farklı orijinden toplanan kocayemiş meyvelerinden elden edilen ekstraktların her iki bakteri türünde gerçekleştirilen anti-mikrobiyal aktivite deneyleri söz konusu meyvenin bu aktivitenin azaltılmasında etkili olduğu gibi bu özelliğin meyvenin toplandığı orijine göre de önemli farklılıklar gösterebildiğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan yine araştırma kapsamında kocayemiş meyvesinin bağırsak ve genel vücut sağlığı açısından çok önemli olan probiyotik bakterilerin büyüme performansı üzerindeki etkisi de incelenmiş ve bu açıdan da kocayemişin sahip olduğu biyokimyasal bileşenler itibarıyla probiyotik bakterilerin büyümesi ve gelişimi üzerinde etkinliğinin olduğu ve bu etkinliğinin meyvelerin toplandığı orijinlere göre farklı düzeylerde gerçekleştiği saptanmıştır. Ulaşımın mümkün olması nedeniyle meyvelerin toplandığı 5 farklı kocayemiş orijini içerisinde incelenen anti-mikrobiyal ve probiyotik aktiviteler yönünde Amasra ve Cide orijinleri diğer orijinlere göre daha ön plana çıkmış ve kendilerini göstermiştir. Buna göre, bu araştırmanın da ana materyalini oluşturan ve insan sağlığı açısından çok önemli özelliklere ve içeriklere sahip olan Kocayemişin öncelikle meyve toplamam aşamasında gerçekleştirilen sosyal baskı ve zararlar başta olmak üzere küresel ısınmanın etkileri, yangın ve diğer kirletici ve yok edici zarar unsurlarına karşı varlığının korunması önemli bir görev ve sorumluluktur. Bu itibarla orman kaynaklarının yönetimi açısından da özellikle odun dışı orman ürünleri yönünden ekolojik ve ekonomik anlamda çok değerli olan kocayemiş, planlı, güvenli, istikrarlı ve bilimsel gerçeklere dayanan planlamalar ile kırsal kalkınma ve istihdam açısından önemli bir kaynak olduğu açıktır. Bu nedenle öncelikle türün doğal yayılış alanları ekolojik

koşulların tahrip edilmemesi açısından mümkün olduğunca insan etkisine karşı korunmalı ve planlı şekilde doğal kaynaklarından faydalanma, bitkinin gelişimi açısından çok önemli olan asli organlarına zarar vermeyecek şekilde sağlanmalıdır. Ayrıca türün ve ekotiplerinin devamlılığının sağlanması açısından başta küresel ısınma tehdidine karşı özellikle ürün verimliliği, meyve kalitesi ve meyve boyutları ile biyokimyasal içerikleri dikkate alınarak önemli gen kaynakları belirlenmeli, bu gen kaynakları üzerinde bireysel seleksiyon ıslahı tedbirleri uygulanarak çok önemli ve değerli genotipleri tespit edilmeli ve bu genotiplerden alınacak vejetatif üretim materyalleri ile türün yeni bireyleri çoğaltılarak gerek doğal yayılış alanı içinde gerekse uygun ekolojik koşullara sahip olan ve türün isteklerine cevap veren doğal yayılış alanı dışında ortamlarda gen kaynakları tesisi edilmelidir. Daha sonra bu genotiplerden elde edilen ürünler coğrafik işaret ve patent süreçleri de dahil olmak üzere yerel markaların oluşturulması sağlanmalıdır. Bunun gerçekleştirilmesi halinde kocayemişin hem ülke içinde hem de ülke dışında milli ekonomiye sağlayacak önemli bir gelir getirici tür olabileceği göz ardı edilmemeli ve bu konuda yapılacak ileri düzeydeki tüm bilimsel çalışmalar desteklenmelidir.

Ayrıca seleksiyon ıslahı ile belirlenen kocayemiş genotipleri veya ekotipleri, daha yüksek verimlilikte ve dayanıklılıkta meyve üretimi başta olmak üzere anti-mikrobiyal ve probiyotik bakteriler üzerindeki etkileri ayrı ayrı ele alınarak uygun laboratuvar koşullarında gerçekleştirilecek melezleme ıslahı uygulamaları ile daha üstün niteliklere sahip genotip ve aileleri üretme konusundaki araştırmalara vakit kaybedilmeden planlı bir şekilde başlanılmalı ve bu projeler için gerekli kaynaklar sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abay, E., Sözüay, K., Şahin, Ö. C., Temel, R. E., Tarhan, Y. ve Mıhçıokur, S. (2022). Küresel İklim Değişliği ve Orman Yangınları Ülke ve Dünya Etkileri. *Sağlık ve Toplum*, 32(3), 3-13.
- Asan, Ü. (1990). Orman kaynaklarının çok amaçlı kullanımı ve fonksiyonel planlama. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B Serisi*, 40 (3): 67-84.
- Akyol, A. ve Tolunay, A. (2014). Sürdürülebilir orman yönetimi ölçüt ve göstergelerinin Türkiye için modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15: 21-32.
- Boulanouar, B., Abdelaziz, G., Aazza, S., Gago, C. ve Miguel, M. G. (2013). Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products*, 46: 85-96.
- Brčić Karačonji, I., Jurica, K., Gašić, U., Dramićanin, A., Tešić, Ž. ve Milojković Opsenica, D. (2021). Comparative study on the phenolic fingerprint and antioxidant activity of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaves and fruits. *Plants*, 11(1): 25-32.
- Carrió, E. ve Vallès, J. (2012). Ethnobotany of medicinal plants used in eastern Mallorca (Balearic Islands, Mediterranean Sea). *Journal of Ethnopharmacology*, 141(3): 1021-1040.
- Cornara, L., La Rocca, A., Marsili, S. ve Mariotti, M. G. (2009). Traditional uses of plants in the Eastern Riviera (Liguria, Italy). *Journal of Ethnopharmacology*, 125(1): 16-30.
- Cubbage, F., Harou, P. ve Sills, E. (2007). Policy instruments to enhance multi-functional forest management. *Forest Policy and Economics*, 9(7): 833-851.
- Çelikel, G. (2005). *Sinop ili ve Samsun'un Yakakent ilçesinde kocayemiş (Arbutus unedo L.-Ericaceae) seleksiyonu* (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış)).
- Çelebioglu, H.U. (2021). Effects of potential synbiotic interaction between *Lactobacillus rhamnosus* GG and salicylic acid on human colon and prostate cancer cells. *Archives of Microbiology*, 203(3): 1221-1229.
- Dib, M. A., Djabou, N., Allali, H. ve Tabti, B. (2010). Identification of phenolic compounds and antimicrobial activity of roots of *Arbutus unedo* L. *Asian Journal of Chemistry*, 22(5): 4045-4053.
- Ekinci, N., Sakaldas, A., Seker, M. U. R. A. T., Gundogdu, M. A. ve Ekinci, H. (2013). Plant and fruit characteristics of *Arbutus unedo* L. and *Arbutus andrachnae* L. from the highlands of northwestern Turkey. *Acta Horticulturae*, 976(13): 231-236.

- El-Hilaly, J., Hmamouchi, M. ve Lyoussi, B. (2003). Ethnobotanical studies and economic evaluation of medicinal plants in Taounate province (Northern Morocco). *Journal of Ethnopharmacology*, 86(2-3): 149-158.
- Erkekoglou, I., Nenadis, N., Samara, E. ve Mantzouridou, F. T. (2017). Functional teas from the leaves of *Arbutus unedo*: phenolic content, antioxidant activity, and detection of efficient radical scavengers. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72: 176-183.
- FAO, (2024). The State of The World's Forest, Rome, 122 s.
- González, J. A., García-Barriuso, M. ve Amich, F. (2010). Ethnobotanical study of medicinal plants traditionally used in the Arribes del Duero, western Spain. *Journal of Ethnopharmacology*, 131(2): 343-355.
- Gomes, F., Costa, R., Ribeiro, M. M., Figueiredo, E. ve Canhoto, J. M. (2013). Analysis of genetic relationship among *Arbutus unedo* L. genotypes using RAPD and SSR markers. *Journal of Forestry Research*, 24: 227-236.
- Janse, G. ve Ottitsch, A. (2005). Factors influencing the role of non-wood forest products and services. *Forest Policy and Economics*, 7(3): 309-319.
- Jouad, H., Haloui, M., Rhiauani, H., El Hilaly, J. ve Eddouks, M. (2001). Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes, cardiac and renal diseases in the North centre region of Morocco (Fez–Boulemane). *Journal of Ethnopharmacology*, 77(2-3): 175-182.
- Kahriman, N., Albay, C. G., Dogan, N., Usta, A., Karaoglu, S. A. ve Yayli, N. (2010). Volatile constituents and antimicrobial activities from flower and fruit of *Arbutus unedo* L. *Asian Journal of Chemistry*, 22(8): 6437.
- Keenan, R.J., Reams, G.A., Achard, F., de Freitas, J.V., Grainger, A. ve Lindquist, E. (2015). Dynamics of Global Forest Area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management*, 352: 9–20.
- Koyu, H., Koyu, E. B., Demir, S. ve Baykan, Ş. (2019) *Arbutus unedo* L. (Kocayemiş). *Türk Farmakope*, 29: 1-15
- Kurt, R., Karayilmazlar, S. ve Cabuk, Y. (2016). Important non-wood forest products in Turkey: An econometric analysis. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 6(6): 1245-1248.
- Lopes, L., Sá, O., Pereira, J. A. ve Baptista, P. (2012). Genetic diversity of Portuguese *Arbutus unedo* L. populations using leaf traits and molecular markers: An approach for conservation purposes. *Scientia horticultruae*, 142: 57-67.
- Lovrić, M., Da Re, R., Vidale, E., Pettenella, D. ve Mavsar, R. (2018). Social network analysis as a tool for the analysis of international trade of wood and non-wood forest products. *Forest Policy and Economics*, 86: 45-66.

- MGM. (2024). *Bandırma, Bartın, Kastamonu, Sinop ve Zonguldak illerine ait uzun dönem (2000-2023) iklim verileri*, Ankara, 36 s.
- Miguel, M. G., Faleiro, M. L., Guerreiro, A. C. ve Antunes, M. D. (2014). *Arbutus unedo* L.: chemical and biological properties. *Molecules*, 19(10): 15799-15823.
- Miura, S., Amacher, M., Hofer, T., San-Miguel-Ayanz, J. ve Thackway, R. (2015). Protective functions and ecosystem services of global forests in the past quarter-century. *Forest Ecology and Management*, 35(2): 35-46.
- Mrabti, H. N., Marmouzi, I., Sayah, K., Chemlal, L., El Ouadi, Y., Elmsellem, H., Cerrah, Y. ve Faouzi, M. A. (2017). *Arbutus unedo* L aqueous extract is associated with in vitro and in vivo antioxidant activity. *Journal of Materials and Environmental Science*, 8(1): 217-224.
- Mrabti, H. N., Bouyahya, A., Ed-Dra, A., Kachmar, M. R., Mrabti, N. N., Benali, T., Shariati, M.A., Ouahbi, A., Doudach, L. ve Faouzi, M. E. A. (2021). Polyphenolic profile and biological properties of *Arbutus unedo* root extracts. *European Journal of Integrative Medicine*, 42: 1-9.
- MTA. (2024). *Bandırma, Bartın, Kastamonu, Sinop ve Zonguldak illerinin jeolojik yapı ve genel toprak özelliklerine ait olağan teknik rapor*. Ankara, 105 s.
- Morales, D. (2022). Use of strawberry tree (*Arbutus unedo*) as a source of functional fractions with biological activities. *Foods*, 11(23): 1-18
- Novais, M. H., Santos, I., Mendes, S. ve Pinto-Gomes, C. (2004). Studies on pharmaceutical ethnobotany in arrabida natural park (Portugal). *Journal of ethnopharmacology*, 93(2-3): 183-195.
- O'Brien, L. E., Urbanek, R. E. ve Gregory, J. D. (2022). Ecological functions and human benefits of urban forests. *Urban Forestry & Urban Greening*, 75: 1-17.
- Oliveira, I., Baptista, P., Malheiro, R., Casal, S., Bento, A. ve Pereira, J. A. (2011). Influence of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit ripening stage on chemical composition and antioxidant activity. *Food Research International*, 44(5): 1401-1407.
- Pabuçcuoğlu, A., Kivçak, B., Baş, M. ve Mert, T. (2003). Antioxidant activity of *Arbutus unedo* leaves. *Fitoterapia*, 74(6): 597-599.
- Pallauf, K., Rivas-Gonzalo, J. C., Del Castillo, M. D., Cano, M. P. ve de Pascual-Teresa, S. (2008). Characterization of the antioxidant composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(4): 273-281.
- Pavlović, D. R., Branković, S., Kovačević, N., Kitić, D. ve Veljković, S. (2011). Comparative study of spasmolytic properties, antioxidant activity and phenolic content of *Arbutus unedo* from Montenegro and Greece. *Phytotherapy Research*, 25(5): 749-754.

- Roberto, P. ve Pase, A. (2018). Forest functions and space: A geohistorical perspective of European forests. *iForest*, 11: 79-89.
- SPSS, Inc., (2023). *SPSS for Windows. Released 24.0*, SPSS Inc., Chicago, IL., USA.
- Şeker, M. (2004). Çanakkale yöresi doğal florasında bulunan kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) populasyonunun morfolojik ve pomolojik özelliklerinin incelenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 10(04): 422-427.
- Takrouni, M. M., Ali, I. B. E. H., Messaoued, C. ve Boussaid, M. (2012). Genetic variability of Tunisian wild strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) populations interfered from isozyme markers. *Scientia Horticulturae*, 146: 92-98.
- Torres, J. A., Valle, F., Pinto, C., García-Fuentes, A., Salazar, C. ve Cano, E. (2002). *Arbutus unedo* L. communities in southern Iberian Peninsula mountains. *Plant Ecology*, 160: 207-223.
- Vidrih, R., Hribar, J., Prgomet, Ž. ve Poklar Ulrih, N. (2013). The physico-chemical properties of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Croatian journal of food science and technology*, 5(1): 29-33.
- Yıldız, E. (2014). *Arbutus unedo* L. meyvesinin bileşimi ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), Bursa, 100 s.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı :
Doğum Yeri ve Tarihi :

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi :
Yüksek Lisans Öğrenimi :
Bildiği Yabancı Diller :
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar : 1.
Aldığı Ödüller :

İş Deneyimi

Stajlar :

Projeler ve Kurs Belgeleri :

Çalıştığı Kurumlar :

İletişim

E-Posta Adresi :

Tarih : 26/06/2025 (Tez Savunma Tarihi)

