



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MÜRDÜM ERİĞİNİN (*Prunus Insittia L.*) ANTİOKSİDATİF,
ANTİDİABETİK ve ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

BÜŞRA BOZKURT
YÜKSEK LİSANS



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKEŞ BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MÜRDÜM ERİĞİNİN (*Prunus Insititia L.*) ANTİOKSİDATİF,
ANTİDİABETİK ve ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

BÜŞRA BOZKURT
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN
Doç. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK

ADANA 2022



Bu tezde yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm bilgiler için atıf verdiğimi ve kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

[İmza]

Büşra BOZKURT

ÖZET

MÜRDÜM ERİĞİNİN (*Prunus Insititia* L.) ANTİOKSİDATİF, ANTİDİABETİK ve ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Büşra BOZKURT

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK

Eylül 2022, 64 sayfa

Çalışmada mürdüm eriği (*Prunus Insititia*) meyvesinde bulunan; toplam fenolik bileşik miktarı, toplam antioksidan miktarı, diyabette önemli nitelikte olan α -amilaz ve α -glukozidaz üzerine inhibisyon etkisi ve antibakteriyel aktivitesi gibi biyoaktif nitelikler incelenmiştir. Farklı çözümler (etanol, metanol ve hekzan) kullanılarak oluşturulan ekstraktların toplam fenolik bileşik miktarları 0.008-0.32 mgGAE/mL aralığında iken, toplam fenol analizi sonucunda en yüksek toplam fenolik bileşik miktarı, etanol çözgeni kullanılarak elde edilen ekstraktta bulunmuştur.

Mürdüm eriği antioksidan miktarı, serbest radikal giderici etkisi DPPH metoduna göre 0.16-1.42 mM TE/mL özüt arasında değişirken, FRAP yönteminde indirgeme gücü kapasitesi 0.20-1.10 mM TE/mL özüt arasında değişmiştir. En güçlü antioksidan DPPH yönteminde, metanol ekstraktında elde edilirken, FRAP yönteminde ise metanol ve etanol ekstraktları yakın sonuç göstermiştir. Hekzan ile elde edilen ekstraktta ise en düşük antioksidan miktarı tespit edilmiştir. IC50 cinsinden α -glukozidaz inhibisyon değeri 157.4-230.3 mg/mL aralığında değişkenlik gösterirken, α -amilaz inhibisyonu ise IC50: 122-46 mg/mL aralığında değişmiştir. Her iki inhibisyonda da en etkili olan ekstrakt, etanol çözgeniyle elde edilen ekstrakt olup, α -glukozidaz inhibisyonunda 157.4 mg/mL iken, α -amilaz inhibisyonunda 46 mg/mL değerleri tespit edilmiştir.

Mürdüm eriği meyve ekstraktlarından farklı (etanol, metanol ve hekzan) çözümler kullanılarak elde edilen ekstraktların etanol ile elde edilen özütü *E. coli*'ye karşı 4.5 ± 4.2 mm, *S. aureus*'a karşı 3.2 ± 2.9 mm zon çapı oluşumuyla, kullanılan bakterilere karşı antibakteriyel aktivite göstermişlerdir.

Anahtar kelimeler: Mürdüm Eriği (*Prunus insititia*) meyvesi, toplam fenolik bileşik, toplam antioksidan aktivitesi, α -glukozidaz ve α -amilaz inhibisyonu, antibakteriyel aktivite

ABSTRACT

DETERMINATION OF ANTIOXIDATIVE, ANTIDIABETIC AND ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF MÜRDÜM PLUM (*Prunus Insititia* L.)

Büşra BOZKURT

M.Sc., Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK

September 2022, 64 pages

In this study, bioactive properties such as the total amount of phenolic compounds, total antioxidant content, inhibition effect on α -amylase and α -glucosidase, which are important in diabetes, and antibacterial activity in plum (*Prunus Insititia*) fruit were investigated. The total amount of phenolic compounds of the extracts formed by using different solvents (ethanol, methanol and hexane) is in the range of 0.008-0.32 mg GAE/mL. As a result of total phenol analysis, the highest total phenol compound was found in the extract obtained using ethanol solvent.

While the antioxidant amount and free radical scavenging effect of plum fruit varied between 0.16-1.42 mM TE/mL extract according to the DPPH method, the reducing power capacity in the FRAP method varied between 0.20-1.10 mM TE/mL extract. While the strongest antioxidant was obtained in the methanol extract in the DPPH method, methanol and ethanol showed close results in the FRAP method, and the lowest was determined in the extract obtained with hexane. The α -glucosidase inhibition value in terms of IC₅₀ varied within the range of 157.4-230.3 mg/mL, while the α -amylase inhibition varied within the resultant range of IC₅₀: 122-46 mg/mL. It was the extract obtained with ethanol solvent, which was effective in both inhibitions, and while it was in α -glucosidase inhibition (157.4 mg/mL), its values were also determined in α -amylase inhibition (46 mg/mL).

The ethanol extract of the extracts obtained by using different solvents (ethanol, methanol and hexane) from plum fruit extracts was antimicrobial against the bacteria used, with a zone of 4.5 ± 4.2 mm against *E. coli*, and 3.2 ± 2.9 mm against *S. aureus*. have shown activity.

Keywords: Plum (*Prunus Insititia*) fruit, total phenolic compound, antioxidant activity, inhibition of α -glucosidase and α -amylase, antibacterial activity

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım sürecinde bilgi ve tecrübelerinden çok yararlandığım değerli danışman hocam Doç. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK 'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Tez jürilerim Prof. Dr. Haşim KELEBEK ve Doç. Dr. Dilşat BOZDOĞAN KONUŞKAN hocalarıma ve emeklerinden dolayı Gıda Mühendisliği bölümündeki hocalarıma teşekkür ederim. Deneylerimde bana yardımcı olan yüksek lisans yol arkadaşlarım; Fatma YILMAZ ve Emrah KILIÇ'a ayrıca teşekkür etmek istiyorum. Bütün öğrenim hayatım boyunca manevi desteklerini hiç eksiltmeyen canım aileme şükranlarımı sunuyorum. Tez yazım sürecimde beni her alanda olduğu gibi bu alanda da yalnız bırakmayan, destekleyen canım eşim Arş. Gör. İlyas BOZKURT'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın amacı ve önemi.....	1
2. GENEL BİLGİLER ve ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Fitokimyasallar ve sağlık üzerindeki etkileri.....	5
2.2. Erik meyvesi	7
2.2.1. Mürdüm Eriği (<i>Prunus institia</i> L.).....	11
2.3. Fitokimyasalların diyabet hastalığı üzerine etkisi	12
2.4. Fitokimyasalların antioksidan etkisi ve fenolik bileşikler	14
2.5. Fitokimyasalların antibakteriyel etkileri	20
3. MATERYAL ve METOT	23
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Mürdüm eriği meyvesi.....	23
3.1.2. Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler ve mikroorganizmalar	23
3.1.3. Araç ve gereçler	24
3.2. Metot.....	26
3.2.1. Bitki özütlerinin hazırlanması	26
3.2.2. Biyoaktivite testleri.....	28
3.2.2.1. Toplam fenolik bileşik tayini	28
3.2.2.2. Pankreatik α -amilaz inhibisyonunun belirlenmesi	28
3.2.2.3. α -glukozidaz inhibisyonunun belirlenmesi.....	30
3.2.3. Antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi.....	33
3.2.3.1. Tek koloni eldesi	33
3.2.3.2. Antibakteriyel aktivitenin disk difüzyon yöntemi ile tespiti	33
3.2.4. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi	33
3.2.4.1. DPPH (serbest radikal giderim) yöntemi ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi.....	33

3.2.4.2. FRAP (indirgeme gücü kapasitesi) yöntemi ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	35
4.1. Mürdüm eriği meyvesinin meyve özütlerinin toplam fenolik bileşik ve toplam antioksidan analizi	35
4.2. Mürdüm eriği meyvesinin özütlerinin α -glukozidaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi	40
4.3. Mürdüm eriği meyve özütlerinin α -amilaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi	42
4.4. Mürdüm eriği meyvesi özütlerinin antibakteriyel aktivitesi	45
4.4.1. Disk difüzyon yöntemiyle antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi	45
5. SONUÇLAR	49
6. ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	64

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Erik genotipinin ağaç görünümü ve çiçeği.....	10
Şekil 2.2.	Erik bitkisinin çiçekli ağaç görünümü ve meyvesi.	11
Şekil 2.3.	Mürdüm eriği.	13
Şekil 3.1.	Mürdüm eriği meyvesini kurutmak için kullanılan “CHRIST ALPHA 2-4 LD (ABD)” marka liyofilizatör cihaz.	24
Şekil 3.2.	Meyveleri karıştırma işlemi için kullanılan “Hettic Universal 320 R”, marka santrifüj cihazı.....	25
Şekil 3.3.	Meyve özütleri elde etme işlemlerinde kullanılan “BUCHI R-215” marka evaporatör.	25
Şekil 3.4.	Çalışmada toplam fenolik miktarı, toplam antioksidan miktarı ve enzim aktivitelerini belirlemek amacıyla kullanılan “AGILENT CARRY 60” marka spektrometre.	26
Şekil 3.5.	Mürdüm eriği meyvesi ekstarktarının pankreatik α -amilazın inhibe edici özelliğinin tayini için su banyosunda (37°C) 20 dk bekletilme süreci.	29
Şekil 3.6.	Mürdüm eriği meyvesi ekstarktarının pankreatik α -amilazın inhibe edici özelliğinin tayini için (DNS) çözeltisini eklenmesi (1), kaynamış su altında bekletilmesi (2), soğutulması (3) ve saf su eklenerek absorbansları UV spektrofotometrede okunması (4) süreci.	30
Şekil 3.7.	α -glikozidaz enziminin inhibe edici özelliğinin tayini için fosfat tamponu pH değerinin ayarlanması (1), eksratların tüpe ilavesi (2), su banyosunda bekletilme (3) spektrofotometrede değerlerin ölçülmesi (4) ve sonuç raporunun eldesi (5).	32
Şekil 4.1.	α - glikozidaz enziminin 4- Nitrofenil α -D-glikopiranosid ile tayini.....	40
Şekil 4.2.	α -amilaz aktivitesinin 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS) reaktifi ile analizi.	43

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1. Eriğin sistematığı.	7
Çizelge 2.2. Eriğin kimyasal özellikleri.	8
Çizelge 2.3. 100 g kuru eriğin kimyasal kompozisyonu	9
Çizelge 4.1. Mürdüm eriği meyve ekstraktlarının farklı çözügenlerle verimi (%) (a/a).....	35
Çizelge 4.2. Mürdüm eriği meyvesinin özütlerinin toplam fenolik bileşik ve antioksidan miktarı sonuçları (3 paralel ortalaması)	36
Çizelge 4.3. Mürdüm eriği meyvesinin meyve özütlerinin α -glukozidaz enzim üzerine inhibisyonu.	41
Çizelge 4.4. Mürdüm eriği meyve özütlerinin α -amilaz enzim üzerine inhibisyonu.....	44
Çizelge 4.5. Mürdüm eriği meyve özütlerinin disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel analiz sonuçları	46

KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
HPLC	: Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
dk	: Dakika
mm	: Millimetre
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Milligram
µg	: Mikrogram
L	: Litre
mL	: Miliilitre
µL	: Mikrogram
M	: Molar
mmol	: Millimolar
<i>S. aureus</i>	: <i>Staphylococcus aureus</i>
<i>E. coli</i>	: <i>Escherichia coli</i>
a/a	: Ağırlık/Ağırlık
dL	: Desilitre
GAE	: Gallik asite eşdeğer
KE	: Kateşine eşdeğer
TE	: Trolox'a eşdeğer

1. GİRİŞ

Çalışmanın amacı ve önemi

Gıdalar, insanlığın yaşam süresi boyunca ihtiyaç duyduğu besinleri sağlamakla birlikte sağlık açısından hastalıklara karşı koruyucu etkisi olan biyoaktif bileşikler içererek hastalıkların önlenmesine katkıda bulunurlar. Günümüzde özellikle kanser, diyabet, katarakt, Alzheimer gibi hastalıkların etkilerinin azalmasında bazı meyve ve sebzeler ile bazı tahıl türleri arasında doğrudan bir bağlantı olduğu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Hooper ve Cassidy, 2006).

Gıda ve beslenme güvensizliği ve buna bağlı halk sağlığı sorunları, 21. yüzyılın küresel sorunlarından biri haline gelmiştir. Küresel nüfusun 2050 yılına kadar yaklaşık 9,5-10 milyara çıkacağı tahmin edildiğinden, iyi beslenmeyi desteklemek için besinsel olarak dengeli gıdaların genel erişilebilirliğini ve mevcudiyetini sağlamak amacıyla genel gıda üretiminde orantılı ve sürdürülebilir bir artış gerekmektedir (Hooper ve Cassidy, 2006).

Gıda ürünü yetiştirme stratejilerindeki ve tarımsal üretim uygulamalarındaki bilimsel gelişmeler, küresel gıda üretiminde önemli gelişmelere katkıda bulunmuş ve küresel açlık ve kaloriye dayalı yetersiz beslenme sorunlarının ele alınmasına büyük ölçüde yardımcı olmuştur. Küresel gıda üretimindeki iyileştirmelerdeki bu başarı, kısmen kaynak yoğun tarım uygulamalarının benimsenmesi ve küresel kalori taleplerini desteklemek için uygun olan yüksek verimli gıda ürünü çeşitlerinin (özellikle tahılların) yaygın olarak benimsenmesi ile elde edilmiştir.

Artan nüfusun sağlık hedefli beslenme gereksinimlerini de karşılayabilen sürdürülebilir gıda sistemleri tasarlamak için yeni ve bütünsel entegre yaklaşımlar benimsenmelidir. Sürdürülebilir çözüm stratejileri ile genel gıda ve beslenme güvenliğini sağlamak için tarımsal gıda üretimi, halk sağlığı, kronik hastalık yönetimi ve çevresel etki arasındaki bağlantıları iyileştirmek için mevcut küresel gıda üretim sistemlerini yapısal bileşenleri ve geri bildirim döngüleriyle yeniden ele almak gerekmektedir (Liu, 2003).

Bu nedenle, sağlıkla ilgili ve beslenme açısından dengeli gıda mahsullerinin verimliliğini önemli ölçüde artırmak için, insan sağlığıyla ilgili beslenme niteliklerinin iyileştirilmesi ve iklim değişikliğine bağlı artan abiyotik ve biyotik streslere tolerans gibi arzu edilen özelliklere

sahip çeşitler tanımlanmalıdır. Bu gıda ve beslenme güvensizliği konularını ele almak için, özellikle iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı, genel uygunluğu, üretkenliği ve gıda ürünlerinin beslenme niteliklerini geliştirerek, altta yatan engeller sistematik olarak belirlenmelidir (Zhang,2013).

Tahılların, meyvelerin ve sebzelerin sağlık açısından faydaları fitokimyasal bileşiklere dayanmaktadır. Fitokimyasalların hastalıklara karşı koruyucu etkisi bulunmaktadır. Bitkilere; aroma, renk, ve zararlı etkilere karşı doğal koruma özelliği vermektedirler. Fitokimyasallar besleyici özelliği olmayan ikincil metabolitlerdir (Dillard ve German, 2000).

İşlevsel besin özelliği gösteren fitokimyasallar; polifenoller, flavonoidler, fitoestrogenler, fitosteroller, karotenoidler, indoller ve sülfidler olarak gruplara ayrılmaktadır. Fitokimyasallar, birçok meyve ve sebzeler (lahanagiller, soğanlılar, kırmızı-mor renkliler) de bulundukları gibi aynı zamanda tam tahıllılar, soya, çay, zeytin ve şarap gibi birçok içecek ve yiyecekte fazla miktarda yer almaktadır (Dillard ve German, 2000).

Fitokimyasal bakımından zengin bazı meyveler, sebzeler, tahıllar ve içecekler, başlıca doğal antioksidanlar ve kemopreventif ajanlardan ikisi olan E ve C vitaminlerinden daha yüksek serbest radikal temizleme aktivitelerine sahiptir (Kaur ve Kapoor, 2001). Bu nedenle, oksidatif stres birçok kronik hastalıkta önemli bir rol oynadığından, fenolik bakımından zengin gıdaların tüketiminin artmasının kronik hastalıkların insidansını ve ölüm oranlarını azaltabileceği düşünülmektedir (Cho vd., 2004).

Genel olarak çok çeşitli fizyolojik işlevleri yerine getirebilen çeşitli, heterojen bitki ikincil metabolitleri sınıfını oluşturur. Bitki fenoliklerinin birincil işlevi, geniş bir patojen ve böcek yelpazesine karşı koruma sağlamak ve ayrıca abiyotik stres kaynaklı hasarlara karşı koymaktır. Ayrıca çeşitli sinyal iletim yollarına katılırlar ve azot fiksasyonu gibi simbiyotik süreçler de dahil olmak üzere bitki-mikrop etkileşimlerini modüle ettikleri gösterilmiştir. Fenolik metabolitlerin en önemli özelliklerinden biri, hücresel düzeyde etkin serbest radikal süpürücüler olarak işlev görmelerinden dolayı güçlü antioksidan kapasiteleridir (Cho vd., 2004).

Fenolik bileşikler, hemen hemen tüm bitkisel gıdalarda bulunan ve genellikle sebze ve meyvelerde yüksek konsantrasyonlar da bulunan önemli bir antioksidan sınıfıdır. Hem bitkilerde hem de insanlarda fenolik bileşiklerin önemli bir rolü, sistemleri serbest radikal türleri tarafından teşvik edilen oksidatif strese karşı korumak için antioksidanlar olarak hareket etmektedir (Rice vd., 1997).

Fenolik bileşikler, özellikle flavonoidler, birçok tıbbi araştırmanın konusu haline gelmektedir. Flavonoidler de dahil olmak üzere fenoliklerin, anti-inflamatuar aktivite, enzim inhibisyonu dahil olmak üzere birçok faydalı özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada, yüksek flavonoid alımı (yaklaşık 30 mg/gün), düşük flavonoid alımı (<19 mg/gün) olan bireylere kıyasla KKH ölüm oranında yaklaşık %50 azalma ile ilişkilendirilmiştir. Böylece kimyasal yapıları gereği antioksidan olan fenolikler ateroskleroz, kanser ve kronik inflamasyonun önlenmesine katkıda bulunabilirler (Ames vd., 1993).

İnsan vücudunda bazı etkenlerden dolayı serbest radikaller oluşur. Bu serbest radikaller kişide hastalık oluşmasına neden olur. Serbest radikallerin zararlı etkilerinden kurtulmak için antioksidan miktarı zengin gıdalar tüketilmelidir. Bitkilerde özellikle kumarinler, sinamik asit türevleri ve flavonoidler gibi fenolik bileşikler bu zararlı etkiye karşı çok etkilidir (Kolaç vd. 2017).

Fenolik asitlerin; enzim aktivitelerin kontrolü, nitrozaminlerin oluşmasını engelleme ve kan yağ düzeyi dengesizliklerinin giderilmesinde aktif rolü vardır. Acı biberde bulunan kapsaisin adlı fitokimyasal maddesinin de fenolik asit gibi nitrozamin oluşumunu baskıladığı bildirilmiştir. Başka fenolik asit bulunduran meyve ve sebzeler ise fındık, ceviz gibi kabuklu yemişler, havuç, kiraz, vişne, elma, çilek, frambuaz, brokoli, portakal, domates ve kepekli tahıllardır. (Dündar,2001).

Bitkilerin aktif bileşikleri, diyabet tedavisinde kullanılabilen antidiyabetik etkiye sahiptir. Stratejilerden biri, α -amilaz ve α -glikozidaz inhibisyonu yoluyla tokluk glikoz seviyesini korumak ve Dipeptidil inhibisyonu yoluyla Glukagon Benzeri Peptid-1'in (GLP-1) hidrolizini önlemektir (Dündar,2001).

Erikler, dünya genelinde sert çekirdekli meyve grubu olarak tanımlanan şeftali ve nektardan sonra en çok üretilen meyvelerdir (Kaşka vd. 2001). Türkiye’de üretilen erik türleri: *Prunus cerasifera* (can erikleri), *Prunus domestica* (Avrupa erikleri) ve *Prunus salicina* (Japon erikleri) türlerine aittir. Can erikleri yerli, Japon erikleri yabancı, Avrupa erikleri ise kısmen yabancı çeşitler sınıfına girer. Bu gruplar arasından kurutmaya en elverişli olan ve ekonomik bakımdan en önemli erikler Avrupa grubu erikleridir (Kaşka vd. 2001).

Ilıman iklim meyvesi olarak tanımlanmakta olan mürdüm eriğinin toplumların tüketim alışkanlıklarına göre pek çok kullanım alanı vardır. Yaş ve kuru tüketiminin yanı sıra; marmelatı hazırlanılarak, meyve suyu elde edilerek de tüketilmektedir. Farklı kültürlere hitabı, artan nüfus, sağlıklı yaşam alışkanlıklarının benimsenmesi ve ürünün gelişime açık olmasından dolayı eriğe olan ticari ilgi artmaktadır (Karamürsel, 2010). Kısa hasat dönemine sahip olduklarından dolayı erik genelde kurutulularak muhafaza edilmektedir (Doymaz, 2004).

Erik meyvesi flavonoller, antosiyaninler ve hidroksinamik asitlerin de içine dahil olduğu fenolik bileşik grubunu içerirler. Eriklerde bulunan klorojenik asit türü kişideki kolesterol seviyesini düşüren antioksidan içerir. Erik meyvesi içeriğinde en baskın polifenol neoklorojenik asittir. Ayrıca erikte bulunan flavonoller yaygın olarak kuersetin türevleridir. Özellikle kalp ve kanser hastalıklarına karşı etkili olan yüksek antioksidan özelliğe sahip kuersetin içermektedirler. Siyanidin 3-rutinozit gibi antosiyaninler sarı erik türü dışındaki tüm eriklerde bulunmaktadır (Kim vd. 2003).

Bu çalışmada mürdüm eriği meyvesinin bileşimi ve biyoaktif özellikleri araştırılmıştır. Farklı çözügenler (hekzan, etanol ve metanol) kullanılarak, mürdüm eriği meyvesinin fitokimyasalları özütlenmiştir. Bununla beraber aşağıda belirtilen biyoaktiviteler *in vitro* olarak araştırılmıştır:

- I. Toplam fenolik bileşenlerinin tayin edilmesi
- II. Antioksidan kapasitelerinin tayin edilmesi
- III. Tip 2 diyabet için önemli olan α -amilaz ve α -glukozidaz enzimlerini inhibe etme özelliklerinin tayin edilmesi
- IV. Antibakteriyel aktivitesinin tayin edilmesi

2. GENEL BİLGİLER ve ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Fitokimyasallar ve sağlık üzerindeki etkileri

Fitokimyasal (Phytochemical) sözcüğündeki “fito-” (“phyto-”) yunanca bitki anlamına gelen fito (“phyto”) kelime kökeninden gelmektedir. Yapılan çalışmalarda 5000’den fazla fitokimyasalın olduğu bilinmektedir. Bunların bir kısmının ise halen faydalarının araştırılmayı beklediği görülmektedir. Yapılan çalışmalar, meyve ve sebze de bolca bulunan fitokimyasalların faydalarının mevcut durumda bilinenden çok daha fazla olduğu yönündedir (Arıkan, 2019). Çünkü serbest radikallerin neden olduğu oksidatif stres, çok çeşitli kronik hastalıkların etiolojisinde yer almaktadır (Shahidi vd., 1995).

İnsan vücudundaki ortalama olarak metabolik ve fizyolojik hareketleri sürdürebilmesinde antioksidanlar ve oksidanlar arasındaki hassas dengenin sağlanması elzemdir. Gerek oksidanlar gerekse de anti oksidanların fazla üretilmesi vücutta çok büyük dengesizliklere sebebiyet verebilir (Arıkan, 2019).

Vücutta ortaya çıkan oksidatif dengesizliğin giderilmesi için ihtiyaç duyulan antioksidan miktarı temin edilmelidir. Bunun içinde çevremizde bolca bulunan meyve, sebze, fenolikler ve karotenoidler gibi antioksidanlardan yararlanılmalıdır (Ames vd., 1993).

Birçok meyve ve sebze çeşidinde bol miktarda fitokimyasal bulunmaktadır. Meyve ve sebzeler renklerini çoğunlukla içerdikleri fitokimyasallardan alırlar. Fitokimyasalların varlığı meyve renklerinin kırmızı, mor, turuncu, mavi olmasını sağlamaktadır. Fitokimyasal miktarı ne kadar fazla ise meyvenin rengi o kadar koyu olmaktadır. Bol miktarda fitokimyasallar içeren bazı meyve sebzeler;

➤ Meyveler

- Nar
- Yaban mersini
- Portakal
- Çilek

➤ Sebzeler

- Domates
- Pancar
- Brokoli

ve bazı baklagiller de ve tam tahıl ürünlerinde de fitokimyasal bulunur.

Fitokimyasalların insan sağlığı açısından olumlu etkisi birçok çalışmada belirlenmiştir. Fitokimyasallar;

- Glikozun bağırsak tarafından emilmesi,
- insülin salgılanmasını arttırma,
- karbonhidratların parçalanmasında anahtar konumda olan α -amilaz, α -glikozidaz enzimlerinin çalışmasını inhibe etme,
- kan şekerinin düzenlenmesi,

gibi insan sağlığı için çok önemli olan noktalarda önemli etkileri vardır (Pandey vd., 2009; Rizvi ve Zaid, 2001; Matsui vd., 2001).

Fitokimyasalların diyetle alınması ile kardiyovasküler hastalık riskinin azalması arasında güçlü bir bağlantı olduğunu öne süren çok sayıda araştırma yapılmıştır. Diyet flavonoid alımı, koroner arter hastalığından ölümle ve miyokard enfarktüsü insidansı ile (daha zayıf ama yine de önemli ölçüde) ters orantılıdır. Finlandiya'da yapılan bir çalışmada, her ikisi de kersetin açısından yüksek olan elma ve soğan alımı, toplam ölüm oranı ve koroner ölüm oranını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Yakın tarihli bir Japon çalışmasında ise flavonoidlerin (kersetin, mirisetin, kaempferol, luteolin ve fisetin) toplam alımı, plazma toplam kolesterolü ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol konsantrasyonları azalttığına ulaşılmıştır. Tek başına quercetin alımı, toplam kolesterol ve LDL plazma seviyeleri ile ters orantılıdır (Ames vd., 1993).

Çalışmalar diyet antioksidanlarının kanser riskini azaltabileceğini göstermektedir. Block ve arkadaşları bunu meyve ve sebze alımı ile akciğer, kolon, meme, serviks, yemek borusu, ağız boşluğu, mide, mesane, pankreas ve yumurtalık kanserleri arasındaki ilişkiyi inceleyen yaklaşık 200 çalışmanın epidemiyolojik incelemesinde belirlemiştir. 156 diyet çalışmasının 128'inde meyve ve sebze tüketiminin önemli bir koruyucu etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Çoğu kanser bölgesi için kanser riski, meyve ve sebze alımı düşük olan kişilerde, yüksek alım yapanlara kıyasla iki kat daha yüksektir (Shahidi vd., 1995).

Polifenoller açısından zengin diyetler, polifenollerin antioksidan, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı, bulaşıcı olmayan birçok hastalık riskinde azalma ile ilişkilidir. Yapılan çalışmalarda meyve ve sebzelerde yüksek diyetler tüketen bireylerin kronik ve dejeneratif yaşa bağlı hastalık riski daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yapılan çalışmalar prosiyanidinler, epigallocatechin gallate, quercetin ve epicatechin gibi bitki polifenollerinin sıkı bağlantı protein ekspresyonunu, birleşmesini ve demontajını düzenleyerek epitelyal doku bütünlüğünü koruyabileceğini öne sürmüştür (Shahidi vd., 1995).

2.2. Erik meyvesi

Erik gülgiller ailesine ait bir meyve olup “*Prunus domestica*” adı ile bilinir. Dünyada birçok bölgede kültürü yapılan meyveler arasında yerini almaktadır. Yabani erikler erik çeşitleri arasında ağır ve nemli toprakları tercih ederler. Erik ağaçlarının boyları 4-6 metreye kadar yükselebilir. Çiçekleri beyaz renkli olup çiçeklenmeden sonra yaprak açarlar (Şekil 2.1-2) Meyveleri ise erik türüne göre şekil, renk ve irilik olarak farklı olabilir. Bazı eriklerin çekirdekleri ete bitişik bazıları ise ayrı olabilir. Türkiye’nin birçok bölgesinde yetişmektedir (Özvardar ve Önal, 1990).

Eriğin sistematigi Çizelge 2.1’de verilmektedir.

Çizelge 2.1. Eriğin sistematigi.

Takım	Rosales
Familya	Rosaceae
Alt Cins	Prunophora
Cins	Prunus
Alt familya	Prunoideae

Erik meyvesinin kimyasal kompozisyonu ve besin değeri üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan bu araştırmalar derlenerek Çizelge 2.2.’de özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.2. Eriğin kimyasal özellikleri.

Bileşen	Aralık	Kaynaklar
Nem (%)	84,97-89,00	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Demir vd., 2002.
pH	2,62-5,30	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006.
SÇKM (%)	9,48-22,64	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Fennibilek 2012.
Protein (%)	0,80-3,88	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Çalışır vd., Fennibilek 2012.
Lipid (%)	0,60-1,10	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Fennibilek 2012.
Karbonhidratlar (%)	13,00-19,80	Atıcı vd.,2013, Fennibilek 2012.
Asitlik (%)	0,08-3,08	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Demir vd., 2002
Toplam şeker (%)	6,40-12,10	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Fennibilek 2012.
Titre edilebilir asitlik (%)	0,37-12,80	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Fennibilek 2012.
Kül (%)	0,37-3,00	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Çalışır vd., Fennibilek 2012.
Mineraller (mg/100g)	4,00-92,08	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Fennibilek 2012.
Kalsiyum (Ca)	10,00-65,95	
Fosfor (P)	5,80-91,66	
Magnezyum (Mg)	172,00-	
Potasyum (K)	987,90	
Sodyum (Na)	4,05-13,90	
Demir (Fe)	0,01-3,01	
Bakır (Cu)	0,07-0,49	
Çinko (Zn)	0,01-0,86	
Manganez (Mn)	0,26-0,5	
Vitaminler (mg/100 g)	300,00-	Atıcı vd.,2013, Ertekin vd., 2006, Çalışır vd., Fennibilek 2012.
Vitamin A(IU)	323,00	
Vitamin B1	0,04-0,10	
Vitamin B2	0,03-0,20	
Vitamin B3	0,50-1,70	
Vitamin B6	0,05-0,13	
C Vitamini	2,00-9,50	
E Vitamini	0,70-2,30	
Pigmentler (%)	1,90-5,30	Atıcı vd.,2013.
Antosiyaninler	0,10-0,90	
Karotenoidler	0,10-0,40	
Fenolik bileşenler (%)	0,10-0,40	

Yaş ve işlenmiş olarak tüketilen erik, beslenme ve insan sağlığı için faydalı bir meyvedir. Antioksidan bakımından zengin olan erik meyvesi bünyesinde A ve C vitaminleri bulundurmaktadır. Bununla beraber potasyum, magnezyum gibi mineraller açısından faydalı bir meyvedir. Tüketim amaçlı dünyada üretilen eriklerin 2021 senesinde 12.050.800 ton olduğu ve Türkiye sahip olduğu 296.878 ton erik üretim oranıyla dünyada altıncı sırada yer almaktadır. Ülkemizde yıllık oranda erik üretimi değerlendirilmeye alındığı zaman sert çekirdekli grubunda dördüncü sırada bulunmaktadır. Oldukça yüksek bir besin değerine sahip olan kurutulmuş eriğin kimyasal kompozisyonu Çizelge 2.3.'de özetlenmiştir (Özvardar ve Önal, 1990).

Çizelge 2.3. 100 g kuru eriğin kimyasal kompozisyonu [SOKO, 2015].

Kimyasal kompozisyonu	Kuru erik
Su, g	30,92
Enerji, Kj	1006,00 (240,00 kcal)
Protein, g	2,18
Karbonhidrat, g	63,88
Toplam yağ, g	0,38
Selüloz, g	7,10
Kalsiyum, mg	43,00 (%4,30)
Demir, mg	0,93 (%5,00)
Magnezyum, mg	41,00 (%11,00)
Fosfor, mg	69,00 (%7,00)
Potasyum, mg	732,00 (%16,00)
Sodyum, mg	2,00 (%0,09)
Çinko, mg)	0,44 (%3,00)
Bakır, mg	0,28 (%14,00)
Manganez, mg	0,30 (%15,00)
Selenyum, µg	0,30 (%0,40)
Vitamin C, mg	0,60 (%1,00)

Erikler, meyve ağacı türlerinin en çok ve çeşitli grubunu oluşturur. Farklı çeşitlilikteki erik, meyvesinin geniş bir alana dağılışı ve değişen koşullara adapte olması, onu sadece günümüzde değil, aynı zamanda gelecekteki gelişim için de büyük önem taşımaktadır (Blazçek, 2007). Erikler ayrıca lif ve antioksidanlardaki zenginlikleri nedeniyle insan beslenmesine büyük ölçüde katkıda bulunma potansiyeline sahiptir (Kim vd., 2003).

Erik, yüksek besin değerine ve düşük oranda kalori içeriğine sahip olmakla birlikte; karbonhidrat (fruktoz, glukoz, sukroz), organik asit (malik asit, sitrik asit), fenolik maddeler, flavonoidler, aromatik bileşikler, karotenoidler ve antosiyaninleri de içermektedir (Ertekin vd., 2006).

Fenolik bileşiklerin güçlü antioksidan kaynakları olarak insan vücudunda serbest halde bulunan radikalleri inaktifleştirerek kalp hastalıklarını önlenmesine ve yaşlanma sürecini yavaşlatma üzerine de etkisi bulunmaktadır.

Farklı erik çeşitlerinde yüksek miktarlarda bulunan antosiyaninler, meyvenin renginin oluşumunda etkili olan fenolik maddeler arasında yer alır (Mazza vd., 2018). Ayrıca yapılan çalışmalarda antosiyaninlerin oksidasyonu, alerjik reaksiyonları, viral rahatsızlıkları, mutajenik durumları, mikrobiyal aktiviteleri ve şeker hastalıklarını önler. Farklı erik türlerinde yüksek oranlarda bulunan antosiyaninler, meyvenin renginin oluşumunda etkili olan fenolik maddeler arasında yer alır (Mazza vd., 2018).



Şekil 2.1. Erik genotipinin ağaç görünümü ve çiçeği.



Şekil 2.2. Erik bitkisinin çiçekli ağaç görünümü ve meyvesi.

2.2.1. Mürdüm eriği (*Prunus insititia* L.)

Mürdüm eriği ülkemizde, genellikle iklimi ılık olan, yerleşim alanlarına yakın yerlerde, yayla ve yol kenarlarına yakın alanlarda yetişmektedir. Mürdüm eriği ağacı, kış mevsiminde yapraklarını döken, meyvesi hem taze hem de kuru olarak tüketilen yaklaşık 11-13 m civarlarında boya sahip bir ağaçtır. ‘Bardak erik’ veya ‘kara erik’ olarak da bilinmektedir. Mürdüm eriği taze durumda mor renge sahip iken kurutulduğu zaman koyu mor veya koyu mavi rengine sahip olmaktadır. Mayhoş bir lezzette sahip, ağaç cinsine bağlı hafif iri, etli ve çekirdekli mürdüm erikleri Ağustos ve Eylül aylarında tüketime hazır hale gelmektedir. Olgunluk seviyesine ulaştığında daha yumuşak ve tatlı olmaktadır. Mürdüm eriğinin saklanma zamanı ile olgunlaşma zamanı ters orantılı olduğundan dolayı yüksek olgunlaşma oranına sahip mürdüm eriklerinin raf ömürleri kısa olmaktadır. Olgunlaşmasını tamamlamış eriklerin en kısa zamanda tüketilme alınması veya satışının yapılması gerekir (Frag ve Mills, 2003).

Meyvenin kabuk kısmında bulunmakta olan renk maddelerinin, bazı kanser türlerinin oluşumunu engellediği ve tedavi sürecini olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Chun vd., 2003). Mürdüm eriği magnezyum ve C vitamini içeriğinden dolayı dinlendirici ve uyku düzenini sağlayıcı etkisi bulunmaktadır (Frag ve Mills, 2003). Ayrıca manganez, bakır, demir ve fosfor gibi mineraller sayesinde kemik yoğunluğuna katkı sağlamaktadır. C vitaminin yanı sıra içerdiği etkili fenolik antioksidanlar (özellikle neoklorojenik ve klorojenik asit) sayesinde serbest radikaller kaynaklı hasarlara engel olarak vücudu hastalıklardan

korurlar Mürdüm eriklerinde bulunan fenolik maddeler sinir hücrelerini ve hücre membranlarını oksidatif strese karşı korurlar. Kuru erik tüketimi, diyetle alınan potasyum Emilimini arttırmaktadır (Kim vd., 2012).

Sert çekirdekli meyve üretiminde erik meyvesi, dünyada zeytin ve şeftaliden sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Erik meyve üretimi Türkiye’de ise zeytin, kayısı, şeftali, kiraz ve vişne üretiminden sonra gelmektedir. Ortalama olarak İkiyüzbin ton üretimi gerçekleştirilmektedir. Sert çekirdekli meyve grubunda bilinen erikler kurutmalık, sofralık veya mutfaklık olarak bilinmektedir.



Şekil 2.3. Mürdüm eriği.

2.3. Fitokimyasalların diyabet üzerine etkisi

Diyabet hastalığında ki hasta sayısı bütün dünyada gözle görülür düzeyde artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü’nün yaptığı araştırmalarda, insülin yetersizliğinden dolayı Tip 2 diyabet hastalığına neden olduğu tespit edilmiştir (Maritim vd., 2003).

Gıda ve beslenme araştırmalarında diyabet gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artmaktadır (Thent & Latiff, 2018). 2010 yılında dünya çapında yaklaşık 230 milyon kişide diyabet

hastalığı var iken diyabetin 2025'te 333 milyona ve 2030'da 430 milyona çıkacağı tahmin edilmektedir (Wild vd., 2004).

Çok sayıda çalışma, diyabetin artan serbest radikal oluşumu ve antioksidan potansiyelde azalma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Diabetes mellituslu hastalarda antioksidan parametre düzeylerinin düştüğü tespit edilmiştir. Bu nedenle birçok çalışmada antioksidan ve serbest radikal süpürücü aktivite gösterebilen fitokimyasalların insülin duyarlılığını artırdığı öne sürülmüştür (Bacanlı vd., 2019).

Sinnamik asitler, kumarinler gibi antioksidan fitokimyasallar, tanenler, fenilpropanoidler, odun, gövde, meyve, kök, tohum gibi bitkilerin tüm kısımlarında daha yüksek konsantrasyonlarda bulunabilir. Çalışmalar, bu fitokimyasalların birçok hastalıklara karşı koruyucu etkiler gösterdiğini ve hastalarda olumlu yönde etkilerin olduğunu göstermiştir (Chanwitheesuk vd., 2005).

Ana fitokimyasallar, kökenleri ve sağlık üzerindeki başlıca etkileri birçok çalışmada incelenmiştir. Çeşitli şifalı bitkilerin diyabet üzerinde önemli koruyucu ve/veya tedavi edici etkileri olduğu gösterilmiştir (Rehman ve Akash, 2017). Fitokimyasallar, yüksek oksidatif stres koşullarıyla ilişkili AGE'lerin ve diğer diyabetik komplikasyonların oluşumunu önleyebilir (Rahimi vd., 2005).

Diyabet hastalarında da antioksidan parametre düzeylerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle birçok çalışmada antioksidan ve serbest radikal süpürücü aktivite gösterebilen fitokimyasalların insülin hassasiyetini artırdığı ileri sürülmektedir (Rahimi vd., 2005).

Flavonoidler, lignanlar, profenilfenoller gibi çeşitli fitoaktif bileşiklerin ayrıca kolajen birikimini artırarak, fibroblast seviyesini geliştirerek ve 11p-hidroksidehidrojenaz seviyesini azaltarak diyabetik yara iyileşmesi gibi diyabet komplikasyonlarıyla mücadele ettiği bulunmuştur (Rahimi vd., 2005).

Antioksidan aktiviteye sahip bitkilerin ayrıca lipid profil seviyelerini azaltarak diyabetin kardiyovasküler değişikliklerini geri döndürdüğü belirlenmiştir. Diyabet hastalarında doğal ürünlerin kullanımının arttığına dair çalışmalar bulunmaktadır (Ezuruike ve Prieto, 2014).

Bunun nedeni, diyabetik hastalarda hipoglisemik ataklar, gastrointestinal problemler (bulantı, kusma ve diyare), ödem ve hepatorenal rahatsızlıklardır (Mahomoodally vd., 2016).

Quercetin, diyabete karşı faydalı etkileri olan bir flavonoiddir. Soğan, elma, çilek, birçok fındık, tohum, ağaç kabuğu, çiçek, çay, brassica sebze ve yaprakları gibi çeşitli bitkilerden elde edilebilir (Chen vd., 2010).

Kam vd. (2013) yaptıkları çalışmada; narçiçeği kabuğu ve suyundan metanol, etil asetat ve su çözenleri kullanarak antiyabetik etkiyi araştırmışlardır. Metanolik narçiçeği özütünün α -amilaz değeri 653 mg/mL, narçiçeğinin ve kabuğunun metanolik özütünün α -glukozidaz inhibisyon değeri ise sırasıyla 187 mg/mL ve 835 mg/mL IC₅₀ elde edilmiştir. Etil asetat çözeni kullanılarak elde edilen narçiçeği ekstraktının α -amilaz 200 mg/mL, α -glukozidaz 98.7 mg/mL ve son olarak su çözeniyle elde edilen ekstraktın α -amilaz 1000 mg/mL α -glukozidaz 236 mg/mL elde etmişlerdir. En yüksek α -amilaz inhibisyon etkisi etil asetat, en yüksek α -glukozidaz inhibisyon etkisini ise metanol özütünde tespit etmişlerdir.

Gülmez (2020) , *Ribes rubrum L.* Meyvesinin farklı çözenler kullanarak (%50 etanol, su ve %100 etanol) ekstraktlarının antidiyabetik etkisini araştırmıştır. Antidiyabetik aktivite analizinde α -amilaz IC₅₀ değerleri sırasıyla 130 μ g/mL (% 100 etanol), 170 μ g/mL (% 50 etanol), 182 μ g/mL (su); α -glukozidaz IC₅₀ değerleri ise 190 μ g/mL (% 100 etanol), 227 μ g/mL (% 50 etanol) ve 354 μ g/mL (su) olarak bulunmuştur. En güçlü α -amilaz ve α -glukozidaz inhibisyon etkisi % 100 etanol ile elde edilen ekstraktta bulunmuştur.

2.4. Fitokimyasalların antioksidan etkisi ve fenolik bileşikler

İnsan bünyesinde mevcut bulunan hücreler farklı oksitleyici ajanların etkisiyle harekete geçer ve bu ajanlar yardımıyla oksitleme ihtiyaçlarını giderirler. Hava, gıda ve suda mevcut olabilirler veya hücrelerde metabolik aktivite ile de elde edilebilirler. En önemlisi optimum fizyolojik şartları devam ettirebilmek için oksidanlar ile antioksidanlar arasında bir denge sağlamaktır. Oksitleyiciler çok fazla üretildiği zaman bakteriyel, viral ve parazitik enfeksiyonlarda dengesizliğe neden olabilir. Oksidatif stres, biyomoleküllerde (yağlar, proteinler ve DNA gibi) kanser ve kalp-damar hastalıklarının oluşma riskini artırır (Ames ve

Gold, 1991; Liu ve Hotchkiss, 1995). İnsan vücudunda oluşan oksidatif dengesizliğin giderilmesi yada en azından önlenmesi için antioksidanlar hayati derece önem arz etmektedir (Sun vd., 2002).

Günümüzde tüketilen meyve ve sebzelerde fitokimyasal ekstraktların güçlü antioksidan ve antiproliferatif etkileri olduğu bilinmektedir. Tüketilen bu gıdaların bu etkisi antioksidan ve antikanser aktivitesine sahip olmasından ileri geldiği bilinmektedir. Aynı zamanda hücrel sistemleri ve vücut metabolizmasını oksidatif hasarın meydana getireceği olumsuz durumlardan koruduğu ve kronik hastalık riskini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Meyve ve sebzelerin sahip olduğu bu güçlü etki fitokimyasalların kendi yapısında bulunan sinerjik etkilerinden gelmektedir (Adom vd., 2002).

Oksidanların aşırı üretimi, özellikle kronik bakteriyel, viral ve paraziter enfeksiyonlarda oksidatif strese yol açan bir dengesizliğe neden olabilir (Liu,1995).

Oksidatif stres, proteinler, DNA ve lipidler gibi büyük biyomoleküllerde oksidatif hasara neden olarak kanser ve kardiyovasküler hastalık riskinin artmasına neden olabilir Serbest radikallerin neden olduğu oksidatif stresi önlemek veya yavaşlatmak için yeterli miktarda antioksidan tüketilmesi gerekir. Meyve ve sebzeler, hücrel sistemleri oksidatif hasardan korumaya ve kronik hastalık riskini düşürmeye yardımcı olabilecek fenolikler ve karotenoidler gibi çok çeşitli antioksidan bileşikler (fitokimyasallar) içerir (Ames, 1991).

Fitokimyasalların en büyük grubundan olan fenolik bileşikler ise, bitkilerde üreme ve gelişme gibi işlemler sağlayan metabolizma ürünleridir. Bitkilerin renk oluşumunda yardımcı olurlar. Bitkileri parazit, predatör ve patojenlere karşı korurlar. Fenolik bileşikler bunlara ek olarak sağlık açısından da kronik hastalık riskini azaltmada yardımcı olurlar (Chu vd., 2002).

Kim vd., (2003) 11 çeşit eriğin toplam fenol ve toplam antioksidan içeriklerini araştırmışlardır. Çözgen olarak % 80 sulu metanol kullanmışlardır. Eriklerin toplam fenolik miktarları 125 ile 372.6 mg GAE /100 g aralığında antioksidan kapasiteleri ise 204.9-567.0 VCE (Vitamin C eşdeğeri)/100 g olarak tespit etmişlerdir. En yüksek fenol ve antioksidan miktarı ise koyu olan erik çeşidinde tespit etmişlerdir.

Tuberoso vd., (2013) yaptıkları çalışmada; hambeles meyvesi (beyaz mersin) likörün antioksidan özelliklerinin fenolik içeriği ile olan ilişkisini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada ambeles likörün toplam fenol içeriği yüksek olduğunu (1741 ± 150 mg GAE/L) ve FRAP, ABTS ve DPPH analiz sonuçları toplam fenol içeriği ile doğrusal orantılı olduğunu tespit etmişlerdir (Tuberoso vd., 2010).

Vasantha vd., (2006) yaptıkları çalışmada 20 çeşit Avrupa eriğinde toplam fenolik miktarı ve toplam antioksidan kapasitesini araştırmışlardır. Farklı çözümler (HCl, metanol ve su) kullanmışlardır. 20 çeşit eriğin fenolik içerikleri 86-413 mg GAE/100 g, FRAP metoduyla elde edilen antioksidan miktarları ise 105-524 mg / 100 g olarak tespit etmişlerdir.

Gil vd., (2002) 25 çeşit (nektarin, şeftali ve erik) meyvenin antioksidan miktarı ve toplam fenol içeriklerini araştırmışlardır. DPPH ve FRAP yöntemleri kullanılarak antioksidan aktivitelerini tespit etmişlerdir. Toplam fenolik içerikleri; 42-109 mg/g olarak belirlenip, kullanılan meyve çeşitlerinde antioksidan aktivitelerinin büyük ölçüde değişiklik gösterdiği ve fenolik bileşiklerin miktarları ile yüksek korelasyon gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Kim vd., (2003) farklı yıllarda yetiştirilmiş (2001 – 2002) , kırmızı, sarı ve mor renkli 10 farklı taze meyvede bulunan toplam antioksidan ve toplam fenolik miktarlarını araştırmışlardır. Erik meyvesinde bulunan özüt sulu metanol kullanılarak ekstrakte edilmiştir. 2001 ve 2002 yılları arası hasat edilen erik meyvesi toplam fenolik miktarı 192.1 - 285.8 mg/100 g GAE olarak belirlenmiş olup antioksidan potansiyeli ise 204.9-567.0 / 144.4-889.6 mg/100 g arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Çömlekçioğlu vd., (2020) *Prunus divaricata* subsp. *divaricata* Ledeb. (yonuz eriği) meyve özütlerinden elde edilen ekstraktların toplam fenolik ve antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Toplam antioksidan miktarı analizi için FRAP ve DPPH yöntemlerini kullanmışlardır. Toplam fenolik madde içeriği 37.40 - 62,50 mg / g aralığında, olup toplam antioksidan miktarı ise FRAP metoduyla 20.82-31.05. mg/g, DPPH metoduyla bulunan sonuç ise 1,47 -1,65 mg/ g olarak tespit etmişlerdir.

Aguilar vd., (2021) 'Hass' tipi (HT) avokado çeşitlerinin olgun meyvelerinin kabukları, fitokimyasal bileşim ve diğer özellikler (antioksidan) açısından incelemişlerdir. Kabuklar, meyve ağırlığının % 8.78 ila % 14.11'ini oluşturmaktadır. Kabuklardaki yağ içeriği düşük olduğu belirlenmiştir. Fitokimyasal bileşimi çeşidi önemli ölçüde değiştiği ve avokado kabukları, ilk kez gözlemlenen bazı karotenoidler, asitler, steroller ve volemitol dahil olmak üzere önemli bir biyoaktif bileşik kaynağı olduğu tespit edilmiştir.

Bagchi vd., (2000) insanlardaki yüzün üzerinde hastalık koşulunda rol oynamaktadır. Antioksidanlar, serbest radikallerin güçlü süpürücüleridir ve neoplastik süreçlerin inhibitörleri olarak hizmet ederler. Çok sayıda sentetik ve doğal antioksidanın insan sağlığı ve hastalıkların önlenmesi üzerinde faydalı etkileri olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, antioksidanların yapı-aktivite ilişkisi, biyoyararlanımı ve terapötik etkinliği büyük ölçüde farklılık gösterir. Meyvelerde, sebzelerde, kabuklu yemişlerde, tohumlarda, çiçeklerde ve ağaç kabuğunda doğal olarak oluşan antioksidanların oligomerik proantosiyanidinlerin, farmakolojik ve terapötik aktivite yelpazesine sahip olduğu bildirilmiştir. Yeni bir IH636 üzüm çekirdeği proantosiyanidin özütünün (GSPE) hem *in vitro* hem de *in vivo* modellerde konsantrasyona veya doza bağlı serbest radikal süpürme kabiliyetini değerlendirilmiş ve GSPE'nin serbest radikal süpürme kabiliyetini vitamin C, E ve beta- ile karşılaştırılmıştır. Bu deneyler, GSPE'nin yüksek oranda biyolojik olarak kullanılabilir olduğunu ve serbest radikallere ve serbest radikallerin neden olduğu lipid peroksidasyonuna ve DNA hasarına karşı vitamin C, E ve beta-karotenden önemli ölçüde daha fazla koruma sağladığını tespit etmişlerdir. GSPE'nin ayrıca insan meme, akciğer ve mide adenokarsinom hücrelerine karşı sitotoksikite gösterdiği ve normal insan mide mukoza hücrelerinin büyümesini ve canlılığını arttırdığı gösterilmiştir. GSPE, C ve E vitaminlerinin karşılaştırmalı koruyucu etkileri, insan oral keratinositlerinde tütün kaynaklı oksidatif stres ve apoptotik hücre ölümü üzerinde araştırma yapmıştır. Oksidatif doku hasarı, lipid peroksidasyonu ve DNA parçalanması ile belirlenirken, apoptotik hücre ölümü akış sitometrisi ile değerlendirilmiştir. GSPE, tek başına ve kombinasyon halinde C ve E vitaminlerine kıyasla önemli ölçüde daha iyi koruma sağlamıştır. GSPE ayrıca bcl-X(L) genini, DNA hasarını düzenleyerek ve muhtemelen oksidatif stresi azaltarak asetaminofen doz aşımının neden olduğu karaciğer ve böbrek hasarına karşı mükemmel koruma göstermiştir. GSPE, sıçanlarda miyokardiyal iskemi-reperfüzyon hasarına ve miyokard enfarktüsüne karşı mükemmel koruma göstermiştir. GSPE'nin ayrıca bcl(2) genini

yukarı regüle ettiği ve onkogen c-myc'yi aşağı regüle ettiği tespit edilmiştir. GSPE'nin topikal uygulaması, insan gönüllülerde güneşten korunma faktörünü artırır ve ayrıca GSPE'nin takviyesi insanlarda kronik pankreatiti iyileştirir. Bu sonuçlar, GSPE'nin oksidatif strese ve serbest radikal aracılı doku hasarına karşı mükemmel koruma sağladığını göstermektedir.

Özkan vd., (2021) yaptıkları çalışmada; greyfurt meyvesinin ince tabaka kısmı olan flavedo ve flavedonun hemen altında albedoyu oda koşullarında, 72 saat kurutma işlemine tabi tutmuşlardır. Aseton: su (7:1) çözeltisiyle flavedo ve albedo ekstraktları oluşturulmuştur. Bu ekstraktlarda; antioksidan aktivite toplam flavonoid, (DPPH), toplam fenolik, pH ve renk tayinleri yapılmıştır.

Yılmaz vd., (2020) yaptığı çalışmada; Mersin bölgesinde yetişen üç farklı olgunluk düzeyinde *Myrtus communis* L. meyvelerinin toplam fenolik içerikleri, antioksidan kapasitelerini incelemişlerdir. Bunula birlikte *Myrtus communis* L. meyvelerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini de incelemişlerdir. Toplam fenolik içeriği için üç farklı ekstraksiyon yöntemi kullanmışlardır. Çalışma sonunda antioksidan kapasitelerini belirlemek için en iyi yöntem FRAP yöntemi olarak belirlemişlerdir.

Kim vd., (2012) yaptıkları çalışmada, eriklerin (Soldam, Oishiwase ve Formosa) fenolik bileşiklerini ve antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Antioksidan aktiviteler DPPH, ABTS radikal süpürme ve SOD benzeri aktiviteler ile ölçülmüştür. Üç çeşit arasında Soldam antioksidan aktivitesi en yüksek olduğu tespit etmişlerdir. Soldam'ın nitrit temizleme aktivitesi, diğer çeşitlerle karşılaştırıldığında yaklaşık % 61.5 daha yüksek olduğu belirlemişlerdir. Bu sonuçlardan Kore eriğinin fitokimyasal açıdan zengin meyve olduğu ve ayrıca yüksek antioksidan aktivite gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Kayano vd., (2003) yaptıkları çalışmada kafeoilkinik asit izomerlerinin kuru eriklerin ORAC'ına katkısını ve diğer antioksidan bileşenlerini incelemişlerdir. Eriklerin etanol (EtOH) ekstraktlarındaki kafeoilkinik asit izomerleri, HPLC ile analiz edip ve bu izomerlerin ORAC'a katkı derecesinin % 28.4 olduğu tespit edildiğinden, kalan ORAC'ın diğer antioksidan bileşiklere bağımlı olduğunu öne sürmüşlerdir.

Sabounchian vd., (2014) Mashhad ve Fariman İki farklı türdeki ığde yapraklarının toplam fenol miktarlarını araştırmışlardır. Etanol ve metanol özgenlerini kullanmışlardır. Ekstraktlarının toplam fenolik miktarları 10.91 (Fariman) -7.78 (Mashhad) mg GAE/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Gedük ve Zengin (2021) yaptıkları çalışmada Muz (*Musa cavendishii*) meyvesinin LC-MS/MS ile fenolik bileşiklerinin profilleri, toplam antioksidan miktarı, toplam fenolik bileşik miktarı, diyabette için son derece önemli olan α -amilaz ve α -glukozidaz enzimleri üzerine etki değerlerini incelenmişlerdir. Bununla birlikte muz meyvesinin biyoaktif özelliklerinden olan antibakteriyel aktivite etkisini de incelemişlerdir. Metanol ve etanol özgenlerini kullanarak özütler elde etmişlerdir. Ekstraktların toplam fenolik içeriklerini 0.33 ila 2.12 mg GAE/g arasında bulmuşlardır. α -glukozidaz inhibisyon etkisi (4.34 ± 0.29 mg/mL) ve α -amilaz (6.37 ± 0.35 mg/ mL) olarak bulmuşlardır. Çalışma sonunda inceledikleri bu özütler arasında metanol ekstraktı ile elde edilen ekstraktın en yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Köroğlu vd., (2021) yaptıkları çalışmada kızcık meyvesi, ahududu, vişne ve ilek, meyvelerinin antioksidan aktivite kapasitelerini incelemişlerdir. Çalışmada özücü olarak metanol, etanol, kullanılarak ekstraktlar elde etmişlerdir. Kullanılan bu meyve ekstraktının, antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik madde miktarını belirlemişlerdir. Toplam fenolik madde miktarı 13.25-33.94 mg GAE /g olarak tespit etmişlerdir.

Berktaş vd., (2020) ığde meyvesi ve ığde yaprak ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik, toplam flavonoid etkileri ve antidiyabetik aktivite kapasitelerini incelemişlerdir. Bununla birlikte α -glukozidaz ve α -amilaz enzimlerini inhibe etme kapasitelerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda ığde meyvesinin biyoaktif içeriğinin yaprağına göre oldukça yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Toplam fenolik miktarı 18.32 mg GAE/golarak bulmuşlardır. ığdenin meyvesinin özellikle de meyve kısmının tip 2 diyabet hastalıklarını doğal olarak tedavi etmede önemli rol oynayabileceği ve bu noktada destekleyici yönü olabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

2.5. Fitokimyasalların antibakteriyel etkileri

Erken ölümlerin başında gelen nedenlerden biri bulaşıcı hastalıklardır. Binlerce kişinin hayatını kaybetmesine sebep olmaktadır. Bakteriler genellikle tedavi etmek için kullanılan ilaçlara karşı direnç kazanma ve kazandıkları direnci ise iletme gibi özellikler taşırlar. İlaç sektörü yeni antibiyotikler bulmuş olsa da, bulaşıcı hastalıkların tedavisinde mikroorganizmaların bunlara karşı direncinin artması klinik probleme neden olmuştur. Fungal patojenler ve ilaçlara dirençli bakteriler bağışıklık sisteminde baskılanmış, kanserli ve AIDS hastalıkları gibi bulaşıcı hastalıkların tedavisini karmaşık duruma getirmiştir (Rinaldi, 1991; Diamond, 1991).

Eski zamanlardan beri, birçok bitkinin insan patojenlerine karşı antimikrobiyal ajanlar olarak hareket ettiği keşfedilen ikincil metabolitlerin içeriğinden dolayı insan enfeksiyonlarına karşı iyileştirici özellikler gösterdiği bilinmektedir. Özellikle çoklu ilaca dirençli Gram negatif ve Gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel aktiviteleri için fitokimyasalların değerlendirilmesi gerekmektedir (Borges vd.,2015).

Antibakteriyel direnç, bakterilerin, başlangıçta o mikroorganizmanın neden olduğu enfeksiyonun tedavisinde etkili olduğu bulunan antibiyotik ilaçlarla tedaviye direnci olarak tanımlanır. Bu, antibiyotiklerin dirençli bakterilere karşı etkisiz hale gelerek enfeksiyonların hastalarda kalmasına izin vererek onları daha kötü klinik sonuçlar ve ölüm riski altına soktuğu anlamına gelir. Aslında, ortalama olarak, dirençli olmayan bakterilerin neden olduğu enfeksiyonları olan hastalar için ölüm oranı, aynı enfeksiyonun dirençli bir formuna sahip kişilerinkinin yarısından azdır. Antibiyotik direnci dünya çapında mevcuttur ve dirençli suşların yayılma riskini güçlü bir şekilde artıran yeni direnç mekanizmaları ortaya çıkmaya devam etmektedir. Bu nedenle, antibiyotik direnci, küresel halk sağlığı için bir tehdidi temsil eder ve gerekli tedavilerin daha yüksek sağlık bakım maliyetleri ve dirençli olmayan, yaygın enfeksiyonlarla karşılaştırıldığında hastalık, tedavi ve potansiyel hastaneye yatış süresinin artması nedeniyle önemli bir ekonomik sorunu temsil eder (Mandal vd., 2014).

Antibiyotiklerin gelişigüzel ve uygunsuz kullanımının ilaca dirençli suşların ortaya çıkışını hızlandırdığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Ayrıca, kötü sıhhi koşullar ve yetersiz gıda işleme, antimikrobiyal direncin daha da yayılmasını teşvik eder. Antibakteriyel direncin

birbiriyle bağlantılı birçok faktör tarafından yönlendirilen çok faktörlü bir sorun olduğunu göz önünde bulunduran Dünya Sağlık Örgütü, bir dizi uyumlu ve koordineli eylem önermektedir. Bu eylemler, özellikle hastanelerde ve kliniklerde enfeksiyon bulaşmasının önlenmesinden tutun da tanıtıma kadar uzanmaktadır. Enfeksiyon için yeni tedavilerin araştırılması ve geliştirilmesidir (Anesini ve Perez 1993).

Bununla birlikte, yeni antibiyotiklerin keşfi çok pahalı ve zaman alıcıdır, yeni bir antibiyotığın pazara sunulması yaklaşık on yıl gerektirir. Bu nedenle fitokimyasallar gibi doğal ürünlerden elde edilen antibakteriyel maddelerin araştırılması, antibiyotik ve bakteriyofaj özelliklerine sahip yeni sentetik kimyasal bileşiklerin keşfiyle birlikte artan bir önem kazanmıştır.

Son otuz yılda, özellikle Latin Amerika'da, dünya çapında gerçekleştirilen aktiviteleri üzerine yapılan bir dizi çalışma sayesinde, farklı etki mekanizmalarına sahip binlerce fitokimyasal, antibakteriyel bileşikler olarak listelenmiştir. Örneğin, 1990'ların başında Arjantin'de Anesini ve Perez (1993), sefazolin, ampisilin ve mikonazol standart antibiyotikleri kullanarak penisilin G'ye dirençli *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Aspergillus niger* suşlarına karşı terapötik tedaviler olarak bilinen kullanımları olan 132 bitki türünü test ettiler. Agar kuyusu difüzyon yöntemi ile *Tabebuia impetiginosa* kabuğunun kaynar su özlerinin *Achyrocline sp.* toprak üstü kısımlar, *Larrea divaricata* yaprakları, *Rosa borboni*-ana çiçekleri, *Punica granatum* meyve perikarp, *Psidium guineense* meyve perikarp, *Lithrea ternifolia* yaprakları ve *Allium sativum* soğanları çok aktif özler ürettiğini tespit ettiler (Cruz vd., 1996).

Ayrıca, fitokimyasallar, antibiyotiklerle (0.031-512 g/ml) karşılaştırıldığında daha yüksek minimum inhibitör konsantrasyonları (MİK) (100-5000 g/ml) nedeniyle monoterapide kullanılamadığından, son birkaç yılda antibiyotik ve fitokimyasalların kombinasyonlarının etkileri incelenmiştir. Bu araştırmaların sonuçları, fitokimyasalların bakterilerdeki direnç mekanizmalarını modüle ettiğini veya değiştirdiğini göstermekte, bu da fitokimyasalların antibiyotiklerle kombinasyon halinde antibiyotiklerle aktiviteyi arttırmak ve antibiyotik dozlarını azaltmak için kullanılabileceğini düşündürmektedir (Santiago vd., 2015; Touani vd., 2014).

Öztürk ve Hamzaçebi (2009) yaptıkları çalışmada *Ulva lactuca* ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesini araştırmışlardır. Gram pozitif (*Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus*) ve Gram negatif (*Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Aeromonas hydrophila*) bakterilere karşı antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesini amaçlanmışlardır. Ekstrakt elde etmek için farklı çözümler (aseton, etanol, metanol, hekzan, kloroform ve distile su) kullanmışlardır. Etanol ekstresinde en yüksek antibakteriyel aktiviteyi gözlemlemişlerdir. En yüksek inhibisyon zonu çapı *S. aureus* (26 mm) ve *B. cereus*'ta (21 mm) tespit etmişlerdir.

Kalkav vd., (2021) kırmızı hevhulma (*Lythrum salicaria* L.) bitkisinin antibakteriyel aktivitelerini araştırmışlardır. Ekstraktları elde etmede etil alkol (%80 v/v) asetik asit ve su çözümleri kullanmışlardır. Disk difüzyon yöntemi ile elde ettikleri antimikrobiyel aktivite sonuçlarına göre, *Escherichia coli* ; asetik-asit su ekstraktında; 11.67-20.33 mm zon çapı, etanol ekstraktında 8.67-12.33 mm zon çapı, *Staphylococcus aureus* bakterisi; asetik-asit su ekstraktında 10.33-23.00 mm zon çapı, etanol ekstraktında 7.67-10.67 mm zon çapında ve *Proteus vulgaris*'a asetik-asit su ekstraktında;7.33-15.67 mm zon çapında, etanol ekstraktında ise 25.33 ± 0.57 mm zon olarak bulmuşlardır. Kırmızı hevhulma bitkisinin gövde kısmının çiçek-yaprak kısmının etanol ile elde edilmiş ekstraktı ile en yüksek antimikrobiyel etkinin 25.33 ± 0.57 mm zon çapı ile *Proteus vulgaris*'a karşı olduğunu tespit etmişlerdir.

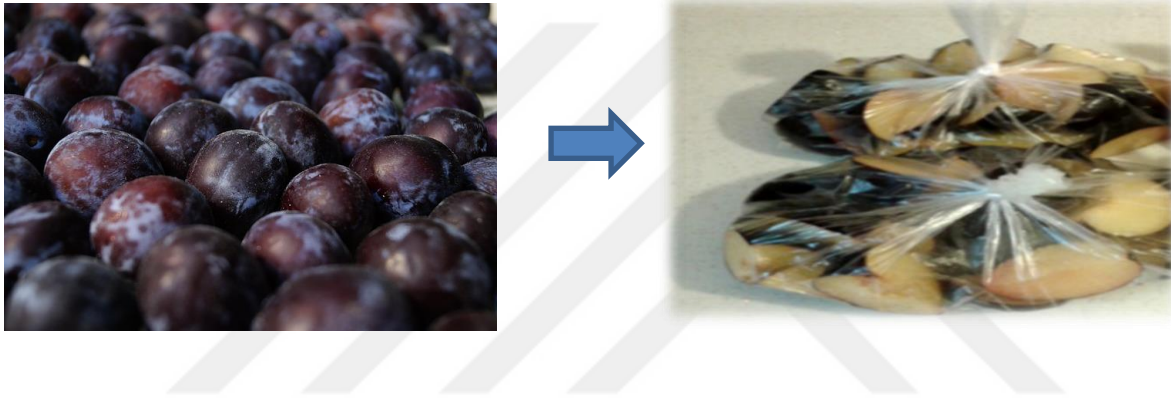
Takcı vd., (2021) yaptıkları çalışmada *Rheum ribes*'in bitki özütünün antioksidan, antibakteriyel gibi biyoaktif özelliklerini araştırmışlardır. Çözgen olarak; saf su, etil asetat hekzan ve metanol kullanmışlardır. Hekzan, metanol ve etanol ekstraktlarının antimikrobiyel etki göstermediği ve sadece saf su ekstraktının antibakteriyel etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Antibakteriyel etki gösteren saf su ekstraktı ise en yüksek etkiyi *S. aureus*'a karşı 9.00 ± 1.00 ve 14.50 ± 1.50 mm aralığında tespit etmişlerdir.

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Mürdüm eriği meyvesi

Mürdüm eriği (*Prunus insititia* L.) meyvesi, Eylül 2021 yılında Adana ilinde bulunan pazardan 5 kg alınmıştır. Yıkayıp, çekirdekleri çıkartılan mürdüm eriği meyvesi liyofilizatör ile dondurularak hava almayacak şekilde poşetlenip -20 °C’de korunmuştur.



3.1.2. Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler ve mikroorganizmalar

Enzim ve kimyasal malzemeler Sigma ve Merk şirketlerinden alınmıştır. Enzimler (α -glikozidaz ve α -amilaz) Sigma şirketinden tedarik edilmiştir. Folin-Ciocalteu, disodyumhidrojen fosfat, sodyum hidrojen fosfat, sodyum karbonat Merck'ten (Darmstadt, Almanya) alınmıştır. Formik asit, amonyum format, kloroform, metanol, etanol ve hekzan ve HPLC dereceli asetonitril Merck'ten (Darmstadt, Almanya) alınmıştır. Gallik asit, Fluka'dan (ABD) satın alınmıştır. 3,5-Dinitrosalisilik asit, p-nitrofenil-a-D-glukopiranosid, p-nitrofenol (pNPG), domuz pankreas- α -amilaz, α -glikozidaz, potasyum sodyum tartrat tetrahidrat Sigma-Aldrich (Avustralya) 'dan temin edilmiştir. Kullanılan bakteriler *S. aureus* ve *E. coli* Çukurova Üniversitesi Mikrobiyoloji laboratuvarından tedarik edilmiştir. Bütün kimyasallar analit sınıftadır.

3.1.3. Araç ve gereçler

Mürdüm eriği meyvesini kurutmak için liyofilizatör cihazı (Şekil 3.1) kullanılmıştır. “Hettic Universal 320 R”, marka santrifüj cihazı kullanılarak meyveler karıştırılmıştır (Şekil 3.2)

Meyve özütleri elde etme işlemlerinde evaporatör kullanılmıştır (Şekil 3.3). Toplam fenolik miktarı elde etmek ve bununla beraber toplam antioksidan ve enzim aktivitelerini belirlemek amacıyla “AGILENT” marka spektrometre kullanırken, pH ölçümleri yapılırken (Şekil 3.4) verilen cam elektrotlu olan pH-metre kullanılmıştır. “Legrand” markalı steril kabin ve steril alan için “Memmert IPP” inkübatörü ise inkübasyon için kullanılmıştır. Enzim inhibisyon işlemleri için tercih edilen su banyosu “MEMMERT” marka olup; antibakteriyel aktivite analizi işlemlerinde malzemeleri sterilize edebilmek için “HIRAYAMA HA-3MIV” marka otoklav cihaz kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. Mürdüm eriği meyvesini kurutmak için kullanılan liyofilizatör cihazı.



Şekil 3.2. Meyveleri karıştırma işlemi için kullanılan santrifüj cihazı.



Şekil 3.3. Meyve özütleri elde etme işlemlerinde kullanılan evaporatör.

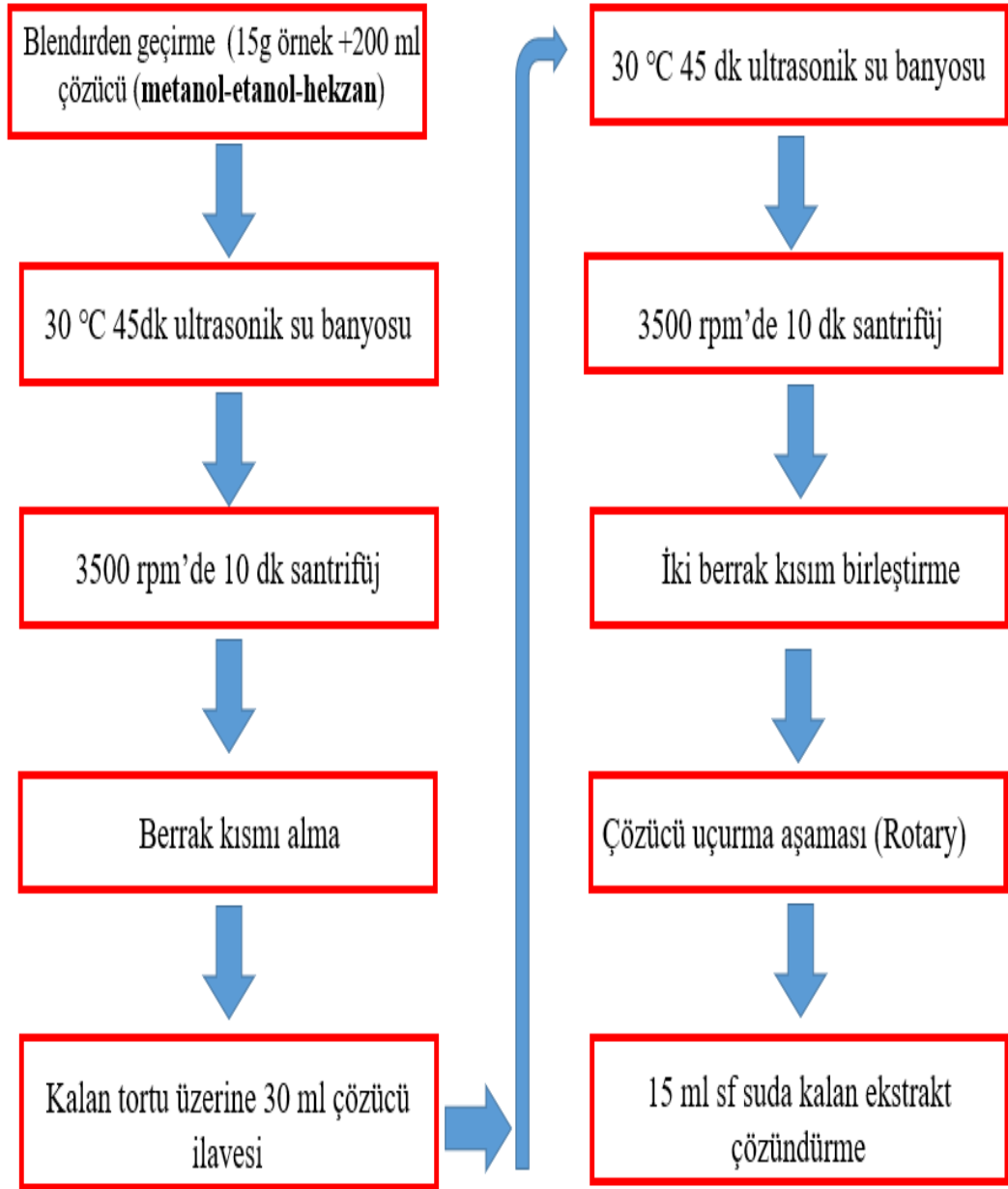


Şekil 3.4. Çalışmada toplam fenolik miktarı, toplam antioksidan miktarı ve enzim aktivitelerini belirlemek amacıyla kullanılan spektrometre.

3.2. Metot

3.2.1. Bitki özütlerinin hazırlanması

Mürdüm eriği özütlerini oluşturma yönteminde Kam vd.' nin (2013) kullanmış olduğu metot kullanılmıştır. Mürdüm eriği meyve numuneleri liyofilizatör cihazı kullanılarak kurutulmuştur. Daha sonrada numuneler kurutulup toz haline getirilmiştir. 200 mL çözen, toz halindeki numunelerden 15 g alınıp üzerine eklenir. Bu çözenler (hekzan, etanol ve metanol)'dan biri olabilir. Daha sonra 30° C su banyosunda (ultrasonik) 45 dakika bekletilmiş ve santrifüj işlemi (3500 rpm'de) 10 dk yapılmıştır. Bu işlemden sonra iki katman (berrak ve katı) elde edilmiştir. Bir kaba berrak kısım aktarılıp, tortunun üzerine 30 mL çözücü aktarılıp ve iki defa aynı işlem tekrarlanmıştır. Oluşan berrak kısım tekrar tortu ile birleştirildikten sonra numuneler vakum evaporatör ile kurutulmuştur. Daha sonra saf su (15 mL) ile geriye kalan kısım çözündürülerek meyve ekstraktları elde edilmiştir. Analizleri için hazırlanan özütler metanol çözeltisi kullanılarak çözündürülmüştür. Tüm bu aşamalar aşağıdaki gibi gösterilmiştir.



3.2.2. Biyoaktivite testleri

3.2.2.1. Toplam fenolik bileşik tayini

Mürdüm eriği meyvesi ekstraktlarının toplam fenolik bileşik miktarı Folin-Ciocalteu kolorimetrik metodu ile yapılmıştır (Apostolou vd., 2014). Burada 100 mL'lik balona 1 mL mürdüm eriği meyvesi ekstraktı konularak üzerine 60 mL saf su aktarılır. Balon içeriği karıştırıldıktan sonra 5 Ml Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenerek iyice karıştırılır ve 30 sn içerisinde % 20'lik karbonat çözeltisinden 15 mL ilave edilir ve karıştırılarak hacmine tamamlanır. 2 saat bekletildikten sonra 765 nm'de 1 mL'lik küvetlerde köre karşı absorbans ölçümü yapılır. Toplam fenolik miktarları hesaplanır.

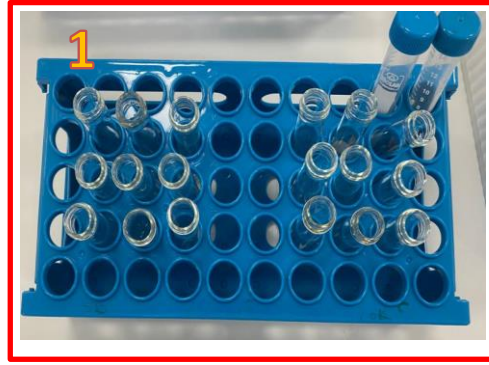
3.2.2.2. Pankreatik α -amilaz inhibisyonunun belirlenmesi

Mürdüm eriği meyvesi özütlerinin α -amilaz inhibisyonunun belirlenmesi için α -amilaz enzimi (40 μ L) pH 6.9 fosfat tamponu (560 μ L) ile karıştırılmıştır. Daha sonra 100 μ L mürdüm eriği meyvesi özütlerinden eklenilip karıştırılmıştır. Ardından 37°C su banyosunda 20 dk bekletilmiştir. Süre bittikten sonra aynı özelliğe sahip tamponda hazırlanmış olan nişasta çözeltisinden (1 mL % 1'lik) 300 μ L eklendikten sonra tekrardan aynı süre ve sıcaklıkta su banyosunda bekletilmiştir (Şekil 3.5). Sonra içinde numune olan tüplere DNS (Dinitrosalisilik asit) çözeltisinden 750 μ L eklenilip ve kaynamış suyun altında 5 dk bekletilmiştir. Oda sıcaklığına gelen tüplerin üzerine saf su (6 mL) eklenerek, UV spektrofotometrede köre 540 nm'de okunmuştur (Şekil 3.6). Enzim kullanılmadan yerine enzimin çözündürüldüğü tamponunun eklenmesiyle kör elde edilmiştir. 3'er kez tekrarlanıp, 3 değerin ortalaması hesaplanmıştır (Shobana vd., 2009).

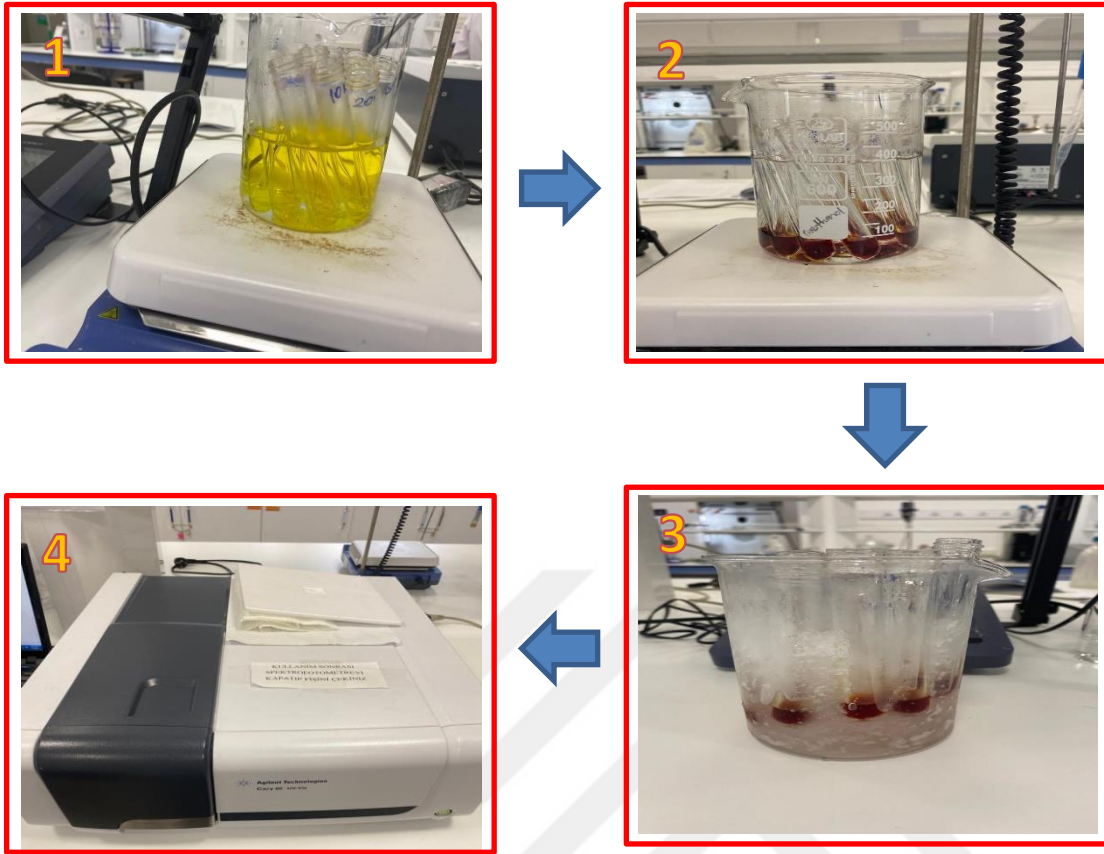
1 ünite enzim aktivitesi: Dk da 1 mmol maltoz oluşturan enzim miktarı olarak ifade edilmiş ve % inhibisyon değeri $[(A_0 - A_i)/A_0] \times 100$ formülü ile tespit edilmiştir.

$$\% \text{ inhibisyon değeri} = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100 \quad (1)$$

Burada inhibitörsüz olan enzim aktivitesi A_0 ile, inhibitör içeren enzim ise A_i şeklinde gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Mürdüm eriği meyvesi özütlerinin α -amilazın inhibisyon etkisi analizi için su banyosunda (37°C) 20 dk bekletilme süreci.



Şekil 3.6. Mürdüm eriği meyvesi özütlerinin α -amilazın özelliğinin analizi için (DNS) çözeltisini eklenmesi (1), kaynamış su altında bekletilmesi (2), soğutulması (3) ve saf su eklenerek absorbensları UV spektrofotometrede okunması (4) süreci.

3.2.2.3. α -glikozidaz inhibisyonunun belirlenmesi

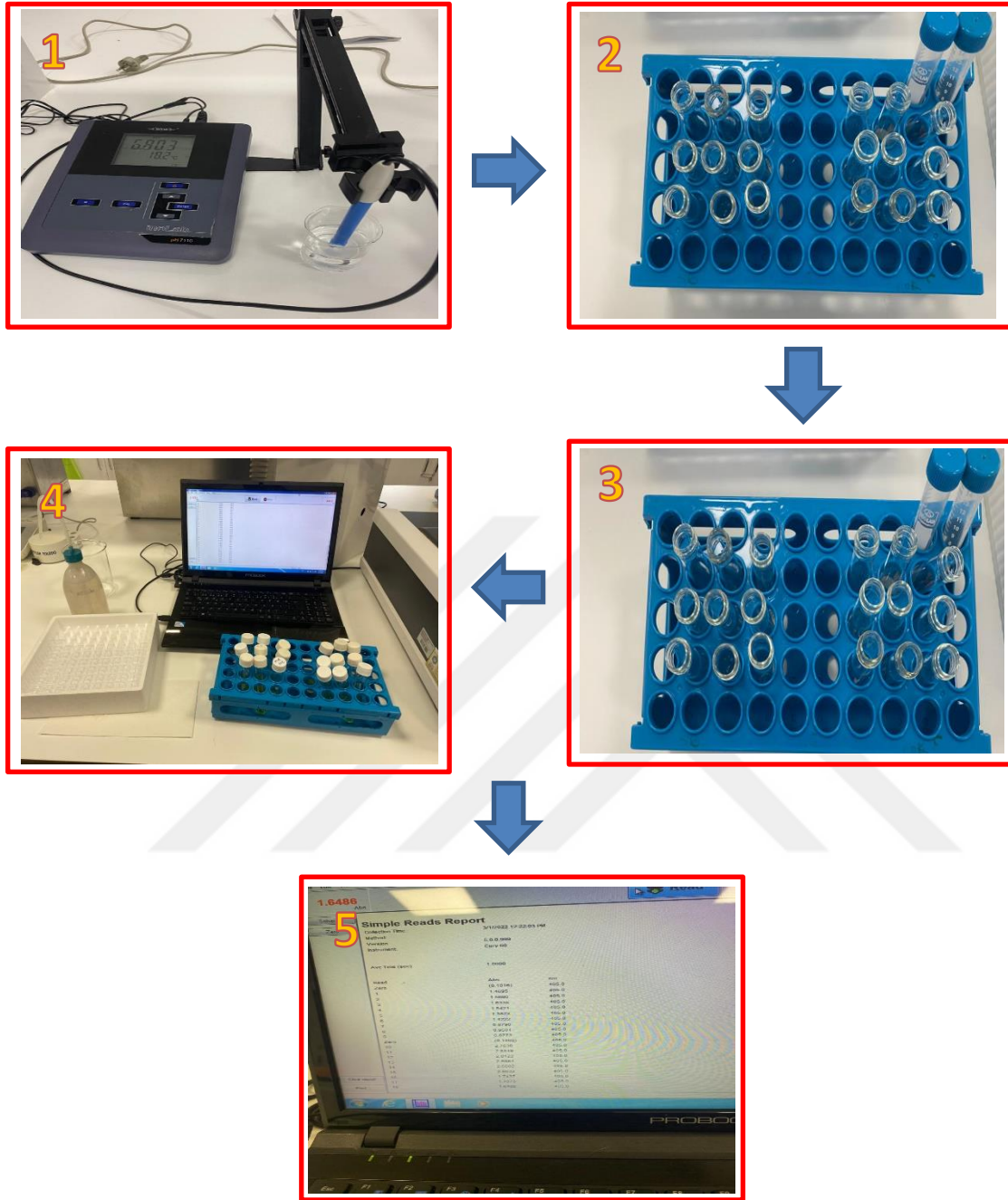
İnhibisyon özelliğinin belirlenmesi için 1.15 mL 0.1 M fosfat tamponu (pH 6.8) ile 50 μ L 2 U/mL α -glikozidaz enzimi ilave edilip karıştırılmıştır. Oluşan karışıma ilaveten 50 μ L mürdüm eriği meyvesi özütleri ilavesi ile 10 dk (37°C) de su banyosunda bekletilmiştir. Bekletildikten sonra karışıma 5 mmol 50 μ L substrat aktarılmış ve 30 dakika su banyosunda (37°C) bekletilmiştir. Daha sonra 4.7 mL saf su ve 2 mL 0.2 M sodyum ilave edilerek reaksiyon tamamlanmıştır. Daha sonra spektrofotometrede 405 nm'de köre karşı absorbens değerleri ölçülmüştür. Enzim yerine enzimin çözündürüldüğü tampon ilavesi ile kör aynı reaksiyon karışımı hazırlanmıştır. 3'er kez tekrarlanarak ortalama değeri alınmıştır (Shobana vd., 2009).

1 enzim aktivitesi ni hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\% \text{ inhibisyon değeri} = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100 \quad (1)$$

Burada A_i ise inhibitör olması durumunda enzim aktivitesi A_0 inhibitörsüz enzim aktivitesi ni göstermektedir.





Şekil 3.7. α -glikozidaz enziminin inhibe edici özelliğinin tayini için fosfat tamponu pH değerinin ayarlanması (1), eksratların tüpe ilavesi (2), su banyosunda bekletilme (3) spektrofotometrede değerlerin ölçülmesi (4) ve sonuç raporunun eldesi (5).

3.2.3. Antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi

3.2.3.1. Tek koloni eldesi

Seyreltme işlemi yapılırken mikroorganizmaların 10^{-4} 'e kadar dilüsyon sıvısı yardımıyla çözüldürerek yapılmıştır. Nutrient agar besiyerine yayma için bu 10^{-4} 'lük dilüsyondan 0.1 mL alınıp ekim yapılmıştır.

3.2.3.2. Antibakteriyel aktivitenin disk difüzyon yöntemi ile tespiti

Filtre kâğıdı diskli agar metodu ile özütlerin antibakteriyel etkisi tespit edilmiştir. Mürdüm eriği özütlerinde elde edilen etanol, hekzan ve metanol özütleri için antibakteriyel aktivite in vitro çalışılmıştır. Agar plakalarından koloniler, 0.5 McFarland standartlarında bir türbidite oluşturmak için steril bir Nutrient Broth besiyerine aktarılmıştır. Yaklaşık 1×10^6 CFU/mL süspansiyona sahip bakteri süspansiyonları, steril sürüntü çubuğu kullanılarak besleyici agar plakalarına eklenmiştir. Test diski, 10 mg/disk nihai konsantrasyon verecek şekilde her bir özütün 20 uL'sini (500 mg / mL) 5 mm sterilize edilmiş filtre kağıdı diskine eklenerek hazırlanmıştır. Diskler, gece boyunca biyogüvenlik kabininde muhafaza edilerek kurutulmuştur. Daha sonra diskler yavaşça ilgili yere yerleştirilmiştir. Ampisilin (30 µg / disk), *E. coli* ve *S. aureus*'un büyümesini inhibe etmek için bir pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Kültür plakaları (37 ° C'de) bir gün inkübe edilmiştir. Mikrobiyal büyüme, inhibisyon bölgesinin çapı mm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir (Fernandez-Agullo vd., 2013).

3.2.4. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

3.2.4.1. DPPH (Serbest radikal giderim) yöntemi ile antioksidan aktivitenin Belirlenmesi

Bu metotta 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil çözeltisi kullanılmıştır. Mürdüm eriği özütleri (150 µL) üzerine metanol çözgeni ile hazırlanan DPPH (% 0.005'lik) çözeltisinden, 2.85 mL miktarında eklenip karıştırılmış ve karanlık ortamda (20°C) bir gün bekletilmiştir. İnkübasyon bittikten sonra köre karşı absorbans değeri spektrofotometrede 515 nm'de ölçülmüştür. Daha sonra trolox ile çizilen eğriside, mM Trolox'a eşdeğer olacak biçimde hesaplanmıştır (İsmail vd., 2010).

3.2.4.2. FRAP (İndirgeme Gücü Kapasitesi) yöntemi ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Meyve ekstraktlarının Fe^{3+} - Fe^{2+} dönüşümüne olan etkisine göre meyve ekstraktlarının indirgeme potansiyel (FRAP) tayini yapılmıştır. 2.5 mL TPTZ, 25 mL asetat tamponu (300 mM'lik), 2.5 mL 20 mmol'lik $\text{FeCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$ karıştırılmış ve 37°C 'de numuneler inkübe edilmiştir. Oluşturulan karışımdan 2.85 mL alınarak 150 μL mürdüm eriği özütü aktarılmış ve inkübasyona 20°C 'de bırakılmıştır. İnkübe edildikten sonra köre karşı absorbans değeri spektrofotometrede 593 nm'de belirlenmiştir. Sonuçlar trolox yardımıyla çizilen kalibrasyonda, mM Trolox'a eşdeğeri alınarak elde edilmiştir (Zhang vd., 2013).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Mürdüm eriği meyvesi farklı çözümlerle (metanol, etanol ve hekzan) ekstrakte edilmiştir. Kurutulan mürdüm eriği örnekleri, polaritesi farklı olan çözümlerle işlendikten sonra örnekteki çözümler vakum evaporatör ile uzaklaştırılmıştır. Mürdüm eriği meyve ekstrakt verimi Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı çözümlerle mürdüm eriği meyve özütlerinin verimi (%) (a/a).

Çözgen	Verim*
Metanol	68.2
Etanol	49.4
Hekzan	1.33

* a/a: Çözgenle elde edilen ekstraktın ağırlığı/liyofilizatörden elde edilen meyve ağırlığı (g).

Özüt verimlilikleri; kullanılan çözgen, örneğin taneciklerin boyutları ve tercih edilen ekstraksiyon metodundan etkilenmektedir (Stalikaş, 2007). Çizelgeden de anlaşıldığı üzere en yüksek polarite metanol bunu sırasıyla etanol ve hekzan takip etmektedir. Hekzan çözgeninden % 1.33 en düşük verim tespit edilmiştir.

4.1. Mürdüm eriği meyve özütlerinin toplam fenolik bileşik ve toplam antioksidan analizi

Çizelge 4.2’de çalışmada elde edilen toplam antioksidan ve fenolik bileşik aktivitesi sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde kullanılan çözümler değiştiğinde toplam fenolik bileşik miktarının da değiştiği görülmektedir. Toplam fenolik madde miktarı, kullanılan çözgenin çeşidine göre, 0.008 – 0.32 mg/mL aralığında değişmiştir. Çözümlerin polarite değerleri sırasıyla en yüksek etanol, sonra metanol ve hekzan şeklindedir. Toplam fenol değerleri en yüksek etanol ekstraktından elde edilmiştir. Hekzan çözgeniyle oluşturulan ekstraktlarda toplam fenol miktarı 0.008 mg/ml belirlenmiştir. Toplam antioksidan miktarı için; DPPH yöntemi ile elde edilen antioksidan aktivite değeri 0.16-1.42 mM / mL aralığında, FRAP yönteminde ise 0.20-1.10 mg/mL aralığında değişkenlik göstermiştir. FRAP yönteminde metanol ve etanol ekstrakt sonuçları yakın değerler gösterirken, hekzan en düşük

belirlenmiştir. DPPH yöntemiyle elde edilen en yüksek antioksidan aktivite değerleri ise metanol ile elde edilen ekstrakta görülmüştür. Her iki yöntem ile tespit edilen antioksidan miktarları sıralama olarak en yüksek metanol sonra etanol ve hekzan şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde mürdüm eriği meyvesi toplam fenol değeri bakımından metanol ve etanol çözümleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p<0.05$). FRAP ve DPPH yöntemine göre antioksidan aktivite incelendiğinde benzer şekilde metanol ve etanol özütleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p<0.05$). Antioksidan ve toplam fenol miktarı bakımından hekzan ve diğer çözeltiler arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.2. Mürdüm eriği meyvesinin ekstrakt toplam fenolik bileşik ve antioksidan miktarı sonuçları (3 paralel ortalaması).

Özüt TE/ mL	Toplam Fenolik miktarı* (mg GAE/mL özüt)	Antioksidan aktivite (mM Özüt)**	
		FRAP	DPPH
Metanol	0.30±0.03 ^a	1.10±0.03 ^a	1.42±0.03 ^a
Etanol	0.32±0.03 ^a	1.10±0.01 ^a	1.37±0.03 ^a
Hekzan	0.008±0.00 ^b	0.20±0.01 ^b	0.16±0.00 ^b

*Toplam fenol sonuçları: gallik asite eşdeğer (GAE).

**Antioksidan sonuçları: Trolox'a eşdeğer (TE).

***Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Arıkan (2019) ayva meyvesinin biyoaktif özelliklerini araştırmıştır. Çalışmada çözümler olarak su, metanol ve etil asetat kullanılmıştır. Ayva meyve özütlerinin antioksidan miktarları DPPH ile FRAP yöntemine göre tespit edilmiştir. Sonuçlar DPPH metoduna göre 44.6 ve 96.8

mg/mL aralığındadır. FRAP yöntemiyle elde edilen sonuçlar ise 0.146 ve 1.86 mmol/mL arasındadır. En çok antioksidan etki su çözgeniyle yapılan özütte tespit edilmiştir.

Dinçer (2015) tarafından yapılan çalışmada üzüm meyve özütlerinin toplam antioksidan miktarı incelenmiştir. Çözgen olarak aseton, etil asetat ve asetat kullanılmıştır. Çalışmada antioksidan tespiti için FRAP ve DPPH yöntemleri kullanılmıştır. Meyve özütlerinin toplam antioksidan miktarına bakıldığında, DPPH yöntemine göre en yüksek aktivite aseton ile elde edilen özütte (EC50: 0,13 mg/mL), en düşük aktivite ise etil asetat ile elde edilen özütte (EC50: 5,5 mg/mL) elde edilmiştir. FRAP metodunda ise en yüksek sonuç su ekstraktı (0.14 mmol/mL), en düşük olanı ise etil asetat ile elde edilen özüt (0.006 mmol/mL) olmuştur.

Deniz (2022) , *Paeonia mascula* L. (Mill.) subsp. *mascula* Osmaniye-Amanos, Afyon-Dereçine, Konya-Doğanhisar ve Çanakkale-Tombaklık' tan topladığı bitkilerin kök kısımlarının metanol özütlerinin antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Metanolik kök özütlerinin spektroskopik toplam fenolik madde içerikleri en yüksek Çanakkale örneğinde 10.77 mg GAE /g kök olarak tespit edilmiştir. Bu özütün demir (III) indirgeyici antioksidan aktivitesi de (FRAP) 21.21 mg TE /g kök olarak en yüksek bulunmuştur. DPPH radikal temizleme aktivitesi açısından en düşük değeri Afyon örneğinde 255.9 µg/mL'dir. ABTS radikaline karşı Çanakkale örneği 115.1 µg/mL SC50 değeri ile kullanılan antioksidan standardı Troloksun değerine (91.9 µg/mL) yakın bir değer göstermiştir.

Erkölencik (2016) 5 farklı malta eriğinin biyoaktif özelliklerini incelemiştir. Çalışmada antioksidan tespiti için DPPH ve CUPRAC yöntemleri kullanılmıştır. Malta eriğinde DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite değeri 2.50-3.73 mg/mL troloks eşdeğeri, CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite değeri 11.79-19.40 mg/mL troloks eşdeğeri olarak tespit edilmiştir.

Mertoğlu vd., (2019) elma ve armut çeşitlerinin toplam fenol ve antioksidan aktivite (AOA) özelliklerini incelemiştir. Toplam fenol miktarının belirlenmesinde Folin-Ciocalteu yöntemi, antioksidan aktivite analizleri ise DPPH yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, türlere ait çeşitlerin ortalama değerleri incelendiğinde, toplam fenol ve antioksidan aktivite özelliklerinin elma türünde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Elmalarda toplam fenol, antioksidan aktivite değerlerinin sırası ile 0.4948 – 0.1586 mg/mL,

%78.23 – %55.94 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Armutta ise bu değerler 0.3347 – 0.1034 mg/mL, %78.43 – %11.93 sınırları içerisinde değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Tomar vd., (2020) yaban mersininin üç farklı türünü (*Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium arctostaphylos* L. ve *Vaccinium uliginosum* L.) kullanarak geleneksel yöntemle üretilen sirkelerin kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda toplam antioksidan *Vaccinium corymbosum* L. çeşidi ile üretimi yapılan sirke örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir.

Yalgi (2015) Mersin-Anamur ve Afyonkarahisar-Çay lokasyonlarından elde edilen karadut meyvelerinin kimyasal özelliklerini incelemiştir. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri yapılmıştır. Çalışmada antioksidan tespiti için DPPH yöntemi kullanılmıştır. Meyvede bulunan toplam fenolik madde belirlenmesinde fenolik bileşenler saf metanol ve % 80 metanol kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarlarına bakıldığında saf metanol ekstraktlarının daha yüksek toplam fenolik madde içerdiği belirlenmiştir. Antioksidan aktivite analizinde en yüksek antioksidan aktivite, saf metanol ekstraktında olduğu belirlenmiştir.

Turgut vd., (2013) Antalya’da yetişen beş adet farklı nar çeşidi ve altı adet nar genotipinin kimyasal özelliklerini (antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fenolik bileşenleri) incelemişlerdir. Çalışmada toplam fenolik madde miktarı 8151.5-1380.00 mg gallik asit eşdeğeri GAE/mL olarak tespit edilmiştir. Örneklerin TEAC değerleri 100.4-164.1 mmol Troloks eşdeğeri TE/mL, ORAC değerleri 16.39-21.05 µmol TE/mL arasında belirlenmiştir. Nar suyu numunelerinde tespit edilen fenolik bileşenlerden 0.005-0.004 mg GAE /mL bulunmuştur.

Peri (2014) Doluca ve Kavaklıdere firmalarından temin edilen şarap örneklerinin kimyasal özellikleri incelemiştir. Doluca firmasından temin edilen şaraplarda toplam fenolik madde miktarı 2.07 ile 4.23 mg GAE/mL arasında olduğu belirlenmiştir. Kavaklıdere firmasından temin edilen şaraplarda toplam fenolik madde miktarı 1.70 ile 3.23 mg GAE/mL arasında olduğu saptanmıştır. Çalışma sonunda bütün şarap çeşitleri arasında *Kalecik Karası* adı verilen çeşidinin toplam fenolik madde miktarı diğerlerine nazaran daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Halil vd., (2014) yaptıkları çalışmada Adıyaman'da yetiştirilen 'Katırbaşı' nar (*Punica granatum L.*) çeşidine ait meyvelerin Kahta ve Gerger narlarının fenol ve toplam antioksidan değerlerini incelemişlerdir. Gergerde yetişen narların antioksidan aktivitesi (20.85 $\mu\text{mol TE/mL}$) ve toplam fenol miktarı (99.04 mg GAE/100 mL) diğer narlara nazaran çok bariz şekilde yüksek değerler tespit edilmiştir.

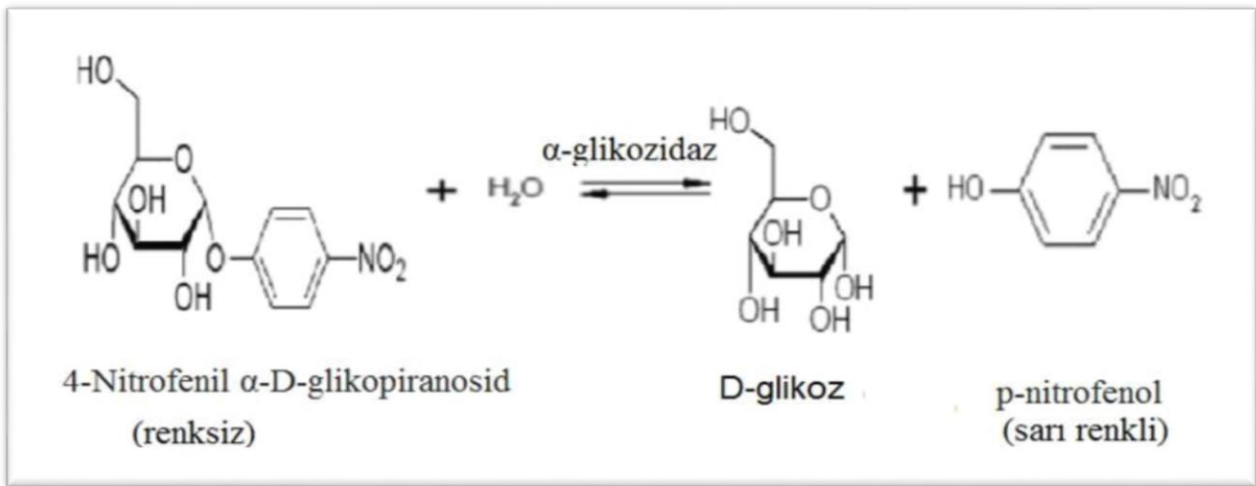
Yılmaz (2019) Hayrabolu-Karabürçek'de yetişen hünnap (*Zizyphus zizyphus*) ağacının meyve ekstraktlarının kimyasal özelliklerini incelemiştir. Çalışmada su-metanol çözgenleri ve DPPH yöntemi kullanılarak yaprak ve meyve ekstraktlarının antioksidan özellikleri araştırılmıştır. En yüksek toplam fenolik özellik yaprak ekstraktından 8.29 mg GAE/mL olarak belirlenmiştir. Antioksidan kapasitesi ise su ekstraksiyonu yöntemi kullanılarak DPPH metodu ile 0.0048 $\mu\text{l/mL}$ bulunmuştur.

Kuşoğlu (2015) Aspir (*Carthamus tinctorius L.*) bitkisinin toplam fenolik madde gibi bazı kimyasal özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonunda toplam fenolik madde içeriği 35.33-276 mg/mL olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen toplam fenol miktarı, Turgut (2013) yapmış olduğu çalışmadan yüksek, Tomar (2020) ve Mertoğlu (2019) yapmış oldukları çalışmaya çok yakın sonuçlar göstermiştir. Bununla birlikte Yılmaz (2019), Kuşoğlu (2015), Halil vd. (2014), Yalgi (2015) ve Peri (2015)'in yaptıkları çalışmalardan elde ettikleri toplam fenol miktarı değerinden düşük değerler saptanmıştır. Antioksidan miktarı DPPH yönteminde incelendiğinde bu çalışmada elde edilen sonuçlar; Dinçer (2015)'in sonuçlarına yakın çıkarken Yılmaz (2019)'un sonuçlarından yüksek çıkmıştır. Bununla birlikte Erkönlecik (2016) ve Arıkan (2019)'nın elde ettiği sonuçlardan ise düşük sonuçlar belirlenmiştir. Son olarak antioksidan miktarını FRAP yöntemine göre diğer çalışmalar ile mukayese edildiğinde; Dinçer (2015) ve Arıkan (2019)'a benzerlik göstermektedir.

4.2. Mürdüm eriği meyvesinin ekstraktlarının α -glikozidaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi

Mürdüm eriği meyvesi ekstraktlarının inhibisyon etkisini bulmak için 4-Nitrofenil α -D-glikopiranosid substratı kullanılarak yapılmıştır. α -glikozidaz enziminin etkisinin belirlenmesi için, α -glikozidaz enziminin 4-Nitrofenil α -D-glikopiranosid substratının katalize ederek oluşturduğu *p*-nitrofenol maddesinin kolorimetrik olarak tespit edilmesi ilkesine dayanır (Li vd., 2005).



Şekil 4.1. α -glikozidaz enziminin 4- Nitrofenil α -D-glikopiranosid ile tayini.

Mürdüm eriği özütlerinin α -glikozidaz üzerindeki etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde farklı çözümler kullandığında α -glikozidazın inhibisyon etkisinin de değiştiği görülmektedir. Ayrıca enzim üzerine inhibe edici etkisi, özüt miktarına paralel olarak artmıştır. IC₅₀ değerleri yarı yarıya enzimi inhibe etmek için gerekli değerlerdir ve Çizelge 4.3'te verilmiştir. Bu IC₅₀ değerleri düşük olması inhibitör etkisinin daha yüksek olduğu anlamına gelir. Bu durumda en düşük IC₅₀ değeri 230.3 mg/mL ile metanol özütü olmuş, yüksek olan IC₅₀ değeri ise 157.4 mg/mL ile etanol de belirlenmiştir. α -glikozidaz üzerine inhibisyon etkisi Çizelge 4.3 incelendiğinde, etanol özütünün metanol özütüne göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte toplam fenol miktarı yüksek olan etanol beklendiği üzere α -glikozidaz da en yüksek inhibisyon etkisi göstermiştir. Hekzan çözeltisi ile elde edilen sonuçta ise çizelgede de görüldüğü gibi α -glikozidaz etkisi bulunamamıştır. Akarbozun etkinliği bulunmuştur. Özütlerin etkinliği akarbozdan düşük çıkmıştır. Çizelge 4.3

mürdüm eriği meyvesi α -glikozidaz inhibisyon değeri bakımından incelendiğinde çözgenler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.3. Mürdüm eriği meyvesinin ekstraktlarının α -glikozidaz enzimi üzerine inhibisyonu.

Ekstrakt	Ekstrakt Miktarı (mg/mL)	İnhibisyon (%)	IC50 (mg/mL)
Metanol	68.26	97.96	230.3 ^a
	34.13	62.26	
	17.06	36.35	
	8.53	12.29	
	6.82	9.70	
	3.41	5.09	
	1.70	6.48	
Etanol	49.4	92.78	157.4 ^b
	24.7	61.34	
	12.35	35.59	
	6.17	15.00	
	4.94	11.80	
	2.47	7.27	
Hekzan	-	-	- ^c
Akarboz			4.77 $\pm$ 0.1

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Kayimu (2017), Hambeles meyvesinin su, metanol ve etil asetat ile ultrasonikasyon ile özütlemesini gerçekleştirmiştir. Su, metanol ve etil asetat özütlerin α -glikozidaza karşı IC50 değerlerini sırasıyla; 0.70 μ g/mL, IC50 2.06 μ g/mL ve IC50 44.70 μ g/mL bulmuştur.

Yeğin vd. (2018) yaptıkları çalışmada Piraziz elması olarak bilinen *Malus communis L.* elma türünün antioksidan içeriğini ve antidiyabetik etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, IC50 cinsinden α -glikozidaz ve α -amilaz değerleri sırasıyla 924.93 ve 501.08 mg/mL olarak saptanmıştır.

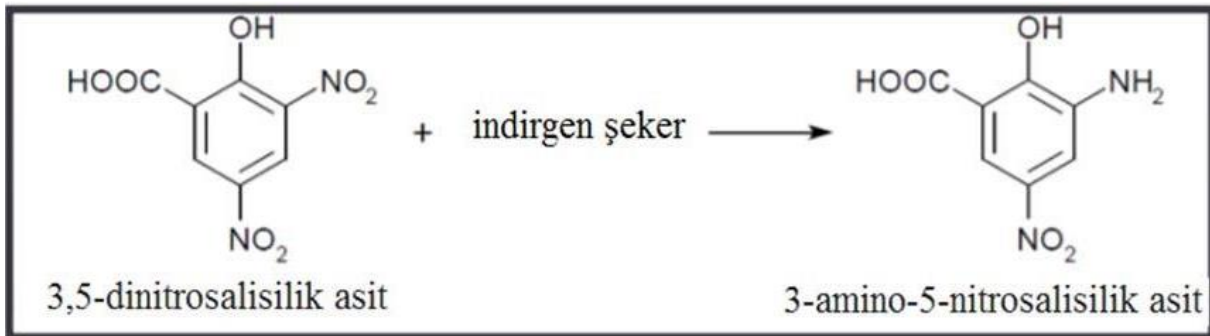
Berktaş vd. (2020) iğde meyve ve yapraklarının α -glikozidaz enzimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda inhibe etki değerleri (IC50) sırasıyla; 17.11 $\mu\text{g/mL}$ ve 124.7 $\mu\text{g/mL}$ olarak belirlenmiştir.

Gülmez (2020) *Ribes rubrum L.* meyvesinin α -glikozidaz enzimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çözgen olarak %100 etanol, % 50 etanol ve su kullanmıştır. Yaptığı analiz sonucunda IC50 değerleri %100 etanol ekstraktında 190 $\mu\text{g/mL}$, % 50 etanol ekstraktında 227 $\mu\text{g/mL}$ ve son olarak su ekstraktında ise 354 $\mu\text{g/mL}$ olarak tespit etmiştir. En yüksek inhibisyon etkisi %100 etanol ekstraktında bunu % 50 etanol ekstraktı ve su ekstraktı takip etmektedir.

Çalışmada elde edilen verilere göre α -glikozidaz değerleri Kayımu (2017) ve Berktaş vd., (2020) yaptıkları çalışmanın değerlerinden yüksek, Yeğin vd. (2018) ve Gülmez (2020) buldukları sonuçlardan düşük olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Mürdüm eriği meyve ekstraktlarının α -amilaz üzerindeki inhibisyon etkisi

Mürdüm eriği meyvesi ekstraktları dinitrosalisilik asit renk reaktifi ile spektrofotometrede α -amilaz üzerine inhibisyon etkisi araştırılmıştır. Analiz aşamasında ilk olarak nişastanın α -amilaz enzimi, 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS)'in tarafından parçalanmıştır. Daha sonra elde edilen indirgen şekerle tepkimeye girmesiyle 3-amino-5-nitrosalisilik asite dönüştürülmüştür. Tepkime başlamadan önce sarı olan renk, turuncu-kırmızı renge dönüşmesi sağlanır. İndirgeme son aşamasında elde edilen bileşik, dalga boyutları 540 nm olan ışığı absorbe eder. İndirgen şeker yoğunluğu oluşan renk yoğunluğu ile doğru orantı gösterir.



Şekil 4.2. α -amilaz aktivitesinin 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS) reaktifi ile analizi.

Çizelge 4.4'te özütlerin α -amilaz ile tepkimeye girince elde ettikleri etkiler verilmiştir. Çizelge incelendiğinde özütlerinin farklı çözümlere bağı olarak α -amilaz üzerine inhibisyon etkisi değişebilmektedir. Buna göre düşük olan IC50 değeri 122 mg/mL ile metanol ekstraktı iken, yüksek olan IC50 değeri ise 46 mg/mL ile etanol ekstraktında gözlenmiştir. Bununla birlikte toplam fenol miktarının yüksek olduğu etanol çözgenin de α -amilaz ve α -glukozidaz inhibisyon etkisi de yüksek bulunmuştur. Toplam fenol miktarının yüksek olmasıyla bağlantılı olarak inhibisyon etkisinin yüksek olacağı sonucuna ulaşılmıştır. En yüksek inhibisyon etkisi etanol özütünde gözlenmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi hekzan özütlerinin herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Çizelge 4.4'de mürdüm eriğı meyvesi α -amilaz inhibisyon değeri bakımından çözümler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.4. Mürdüm eriği meyve ekstraktlarının α -amilaz enzim üzerine inhibisyonu.

Ekstrakt	Ekstrakt Miktarı (mg/mL)	İnhibisyon (%)	IC50 (mg/mL)
Metanol	68.26	94.07	122 ^a
	34.13	78.03	
	17.06	69.13	
	8.53	41.44	
	6.82	23.68	
	3.41	17.51	
Etanol	49.4	88.42	46 ^b
	24.7	78.11	
	12.35	72.34	
	6.17	66.88	
	4.94	56.14	
	2.47	40.78	
	1.23	11.75	
Hekzan	-	-	- ^c
Akarboz	-	-	6,81±0.1

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Arıkan (2019) ayva meyvesinin α -glikozidaz ve α -amilaz özelliklerini araştırmıştır. Çözgen olarak su ve metanol kullanılmıştır. IC50 değerleri α -glikozidaz 7.44 μ g/mL α -amilaz inhibisyon etkisi ise 1.24 μ g/mL olarak tespit edilmiştir. α -glikozidaz inhibisyonunda en güçlü etkiyi su özütü göstermiştir.

Wayhu vd., (2011) farklı çözgenler (su ve etanol) kullanarak elde edilen fasulye ekstraktlarının Glucobay isimli diyabet ilacı ile α -glikozidaz inhibisyon etkisini mukayese etmişlerdir. IC50 değerleri; fasulye örneğinde, etanollü ekstraktında 19.55, sulu ekstraktta α -glikozidaz inhibisyon etkisi 48.97, Glucobay isimli ilacın ise 24.44 μ g/mL tespit edilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde fasulyenin etanollü ekstraktının Glucobay ilacından daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Akyurt (2014) farklı yaprak türlerinin IC50 değerlerini araştırmıştır. Çalışmada fasulye, kiraz, asma ve ayva yaprağı, ısırgan otu yaprağının IC50 değerleri sırasıyla 35.59 ± 14.95 , 71.75 ± 16.42 , 97.09 ± 99.30 , 313.72 ± 173.76 , 620.285 ± 11.15 µg/mL belirlenmiştir. IC50 değeri ne kadar küçük ise enzim inhibisyon aktivitesi o kadar büyük olur. Dolayısıyla en yüksek aktivitenin asma yaprağına ait olduğu belirlenmiştir.

Gülmez (2020) *Ribes rubrum L.* meyve özütünün α -amilaz, α -glukozidaz inhibisyonu incelenmiştir. Çalışmada % 100 etanol, % 50 etanol ve su çözümleri kullanılmıştır. Antidiyabetik aktivite analizinde, α -amilaz, IC50 değerleri sırasıyla 130 µg/mL, 170 µg/mL, 182 µg/mL; α -glukozidaz için IC50 değerleri sırasıyla 190 µg/mL, 227 µg/mL, 354 µg/mL olarak belirlenmiştir.

Özdemir (2021) *Rhododendron caucasicum* ve *Rhododendron luteum* türlerinin çiçek ve yaprakları üzerinde α -amilaz inhibisyon etkisini incelemiştir. Analizde tespit edilen IC50 değerleri *R. caucasicum* yaprak ve çiçek özütünde sırasıyla 4108.35 ± 161.43 µg/mL, 5342.41 ± 54.14 µg/mL, *R. luteum* yaprak ve çiçek ekstraktında ise sırasıyla 792.52 ± 10.49 µg/mL, 1783.50 ± 39.19 µg/mL olarak tespit etmiştir.

Çalışmada elde edilen verilere göre α -amilaz inhibisyon etkisi değerleri Gülmez (2020) yaptığı çalışmaya yakın, Arıkan (2019), Akyurt (2014) ve Wayhu vd., (2011) yaptıkları çalışmadan yüksek ve Özdemir (2021) 'den düşük çıkmıştır.

4.4. Mürdüm eriği meyvesinin ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesi

4.4.1. Disk difüzyon metoduyla antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi

Bu analizde yaygın olarak kullanılmakta olan metotlardan biri Disk difüzyon yöntemidir (Huys vd., 2002). Yaklaşık olarak 10 mm çapındaki diskler meyve özütleri *S. Aureus* ve *E. Coli* ekilmiş daha sonra besiyer (katı) eklenmiş ve absorbe edilmiştir. Daha sonra üreme için yaklaşık 24 saat süreyle 37°C'de tutulmuştur. Bekletilme sonunda zon çapları ölçülmüş ve sonuçlar Çizelge 4.5'te verilmiştir. Mürdüm eriği meyve ekstraktları antibakteriyel aktivite sonuçları karşılaştırılmıştır. Antibakteriyel duyarlılık test diskleri ve (BIOANALYSE®) cihazı kullanılmıştır. Çalışmada aynı miktarda bakteri inokule edilmiş petri kaplarına yerleştirilmiştir.

Çizelge 4.5'te disk difüzyon metodu kullanılarak mürdüm eriği meyve ekstraktlarının antibakteriyel analiz sonuçları incelenmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi mürdüm eriği meyvesinin etanol ile elde edilen özütü *E. coli*'ye karşı 4.5 ± 4.2 mm, *S. aureus*'a karşı 3.2 ± 2.9 mm zon oluşumuyla, kullanılan bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite göstermişlerdir. Hekzan ve metanol ile elde edilen ekstraktların *E. coli* ve *S.aureus*'un gelişmesini önleyici etkisi olmamıştır. Kontrol olarak kullanılan ampisilin *E. coli*'ye karşı 14.3 ± 14.1 mm, *S. aureus*'a karşı 17.5 ± 17.2 mm zon oluşturmuştur. Etanol ile elde edilen özütlerin çalışılan mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkisi ampisilin (kontrole) göre daha düşüktür.

Çizelge 4.5 mürdüm eriği meyvesi antibakteriyel bakımından incelendiğinde *E. Coli* ve *S. aureus* karşı etanol ve diğer çözeltiler arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.5. Disk difüzyon yöntemi ile mürdüm eriği meyve ekstraktlarının antibakteriyel analiz sonuçları

Ekstrakt	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
	Zon çapı (mm)*	Zon çapı (mm)*
Metanol	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
Etanol	4.5 ± 4.2^b	3.2 ± 2.9^b
Hekzan	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
Ampisilin	14.3 ± 14.1	17.5 ± 17.2

* Sonuçlardan kullanılan disk çapı çıkarılarak hesaplanmıştır. Verilen sonuçlar 3 paralel ortalamasıdır.

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Karakuzulu (2018) yaptığı çalışmada sumak (*Rhus coriaria* L.) meyvesinin antimikrobiyal etkilerini incelemiştir. Bunun için çalışmada su ve petrol eteri, etanol, metanol çözgenlerini kullanmıştır. Disk difüzyon yöntemini kullanarak elde edilen ekstrelerin antimikrobiyal etkisi *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas spp.* bakteri suşları ve *Penicillium.thomi*, *Aspergillus parasiticus* fungusları üzerinde test etmiştir.

Demir vd., (2019) nar (*Punica granatum* L.) kabuğunun antimikrobiyal özelliğini araştırmışlardır. Çözgen olarak etanol kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan ekstraktlar, seçilen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki gösterdiği ve en fazla mikrobiyal direnci *S. aureus*'a (21 mm; 1.87 mg ekstrakt/mL) meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Türkyılmaz vd. (2017), narın farklı kısımlarının (nar kabuğu, dilim zarı ve çekirdekleri) antibakteriyel aktivitesi farklı çözgenler kullanılarak (aseton, aseton:su, metanol, etanol ve su) etkisini araştırmışlardır. Nar kabuğu ve dilim zarının *Bacillus megaterium*'a karşı antibakteriyel aktivitesi 12.42–14.40 mm arasında ve *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel aktivite ise 19.77-20.50 mm arasında olduğu belirtmişlerdir.

Akgeyik vd., (2021) *Ornithogalum umbellatum* L. ekstraktının antibakteriyel etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda en yüksek antibakteriyel etki 15.9 ± 0.9 mm ile *Staphylococcus aureus*'a karşı elde etmişlerdir.

Tokar (2019) *Cymbopogon spp.* ve *Helianthemum spp.* bitki ekstraktlarının antibakteriyel etkisini araştırmıştır. Disk difüzyon yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışmada çözgen olarak metanol kullanılmıştır. Disk difüzyon sonuçlarına göre, *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı tüm ekstraktların zon çapı oluşturduğu *E. Coli*' ye karşı 16 mm zon çapı, *S. aureus*'a karşı ise 38 mm zon çapı oluşturduğunu tespit etmiştir.

Başka bir çalışmada ise; Dinçoğlu (2019) yaptığı çalışmada mercanköşk (*Origanum onites* L.) bitkisinin antibakteriyel özelliklerini araştırmıştır. Çözgen kaynatılmış su, metanol, aseton, kloroform ve etanol çözgeni kullanılmıştır. Metod olarak disk difüzyon metodu kullanılmıştır. *E. Coli*, *S. Aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Brucella spp* ve *C. Jejuni* bu bakterilere karşı etkilerini incelemiştir. Ekstrakt *Brucella spp.*'ye karşı etki göstermediği ve diğer dört bakteride antibakteriyel etki gösterdi saptanmıştır. En yüksek etkiyetanol çözgeniyle

oluşturulan özütte *S. Aureus*'a karşı 18 mm zon çapı, en düşük etki ise kloroform ile oluşturulan özütten *C. jejuni*'ye düzey (9 mm) olduğunu tespit etmiştir. Mercanköşk özütünün antimikrobiyel etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış olan çalışmalar ile kıyaslandığında, çalışmadaki mürdüm eriği meyve ekstraktının *S. Aureus* ve *E. Coli*'nin gelişimi üzerine inhibisyon etkisi genel olarak diğer çalışmalara kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir.



5. SONUÇLAR

Bu çalışmada mürdüm eriği meyvesinin bileşimi ve biyoaktif özellikleri araştırılmıştır. Farklı çözümler (hekzan, etanol ve metanol) kullanılarak, mürdüm eriği meyvesinin fitokimyasalları özütlenmiştir. Bunun için mürdüm eriği meyve numuneleri ilk olarak kurutulmuştur. Bu 3 farklı çözümler ile meyve özütleri elde edilmiştir. Elde edilen mürdüm eriği meyve özütlerinin toplam antioksidan ve fenolik madde miktarı incelenmiştir. Bununla beraber antioksidan miktarı tespiti için, FRAP (indirgeme gücü kapasitesi) ve DPPH (serbest radikal giderici gücü) yöntemleri kullanılmıştır. Diyabet hastalığı için son derece önemli olan mürdüm eriğinin α -glukozidaz ve α -amilaz enzimleri üzerine inhibisyon etkisi araştırılmıştır. Ayrıca mürdüm eriğinin disk difüzyon ve minimum inhibe edici konsantrasyon metotlarıyla *S. aureus* ve *E. coli* üzerine antibakteriyel aktiviteleri de incelenmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre;

- Mürdüm eriği meyve özütünün elde edilmesinde en verimli metanol (% 68.2), sonra etanol (% 49.4), en az verimli olan ise hekzan (% 1.33) olmuştur.
- Toplam fenolik madde miktarları ise 0.008-0.32 mg GAE/mL özüt arasından değişmiştir.
- En yüksek verim toplam fenol miktarı için; etanol çözümlerinden oluşan özütten (0.32 mg GAE/mL) elde edilmiştir. Bunu metanollü özüt (0.30 mg GAE/mL) takip etmiştir. Hekzan çözümü kullanılarak elde edilen ekstraktta ise toplam fenolik miktarının 0.008 mg GAE/mL olduğu belirlenmiştir.
- Mürdüm eriği meyvesi toplam fenol değeri istatistiksel bakımından incelendiğinde metanol ve etanol çözümleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p < 0.05$). Hekzan ve diğer çözümler arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).
- Mürdüm eriği meyve ekstraktlarının DPPH yöntemine göre antioksidan analiz sonuçları; serbest radikal giderici etkisi en fazla olanı metanol ekstraktında (1.42 mM TE / mL özüt), düşük aktiviteyi ise hekzan ile oluşturulan ekstrakt (0.16 mM TE / mL özüt) göstermiştir. FRAP metoduyla yapılan analiz sonucunda ise antioksidan kapasitesinde ise metanol ekstraktı ve etanol ekstrakt yakın iken (1.10 mM TE/ mL özüt) hekzan ile elde edilen ekstraktın (0.20 mM TE/ mL özüt) düşük olduğu

saptanmıştır. Metanol ile elde edilen özütlerin antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Metanolü sırasıyla etanol ve hekzan takip etmiştir.

- FRAP ve DPPH yöntemine göre antioksidan aktivite istatistiksel olarak incelendiğinde metanol ve etanol özütleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p<0.05$). Hekzan ve diğer çözeltiler arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).
- Mürdüm eriği meyve ekstraktlarının α -glukozidaz etkisi kullanılmakta olan çözgen ve çözgenin yoğunluğuna göre değişkenlik göstermiştir. IC değeri düşük olan çözgenin inhibisyon etkisi daha yüksek olmaktadır. Meyve ekstraktlarının değerleri IC₅₀: 230.3-157.4 mg/mL arasında değişmiştir. Meyve özütlerin inhibisyon etkileri şu sırayla gerçekleşmiştir: etanol özütü (IC₅₀: 157.4 mg/mL) > metanol (IC₅₀: 230.3mg/mL). Hekzan çözgeni ile elde edilen özütün inhibe edici etkisi saptanmamıştır.
- α -glukozidaz inhibisyon değeri bakımından incelendiğinde çözgenler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).
- Metanol, etanol ve hekzan kullanılarak elde edilen mürdüm eriği meyve özütlerin α -amilaz değeri özüt konsantrasyonuna ve çözgene göre değişkenlik göstermiştir. Mürdüm eriği meyve özütlerin IC₅₀ değerleri 122-46 mg/mL arasında değişmiştir. α -amilaz üzerine inhibisyonu en fazla etanol özütünün (46 mg/mL) olduğu, metanol ekstraktlarının inhibisyon etkisi daha düşük olduğu (122 mg/mL) bulunmuştur. α -amilaz analizinde hekzan ile edilen özütün inhibisyon etkisi saptanmamıştır.
- α -amilaz inhibisyon değeri bakımından incelendiğinde çözgenler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).
- Mürdüm eriği ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesine incelendiğinde, mürdüm eriği ekstraktlarından etanol *E. coli*'ye karşı 4.5 ± 4.2 mm düzeylerinde antibakteriyel etki gösterirken, metanol ve hekzan da herhangi bir etki göstermemiştir. *S.aureus*'a karşı ise etanol 3.2 ± 2.9 mm düzeylerinde iken metanol ve hekzan da herhangi bir etki gözlemlenmemiştir. Elde edilen özütler mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkisi ampicilin (kontrol) göre daha düşüktür.
- Antibakteriyel bakımından istatistiksel olarak incelendiğinde *E. Coli* ve *S. aureus* karşı etanol ve diğer çözeltiler arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).
- Etanol, metanol ve hekzan çözgenleri kıyaslandığı zaman etanol çözgeninin toplam fenolik maddelerin çözünürlüğünü artırılması anlamında daha etkin olduğu ve bunu

metanol, hekzan çözenleri takip ettiği görölmüştür. Antioksidan etkide de benzer sıralamanın gözlemlendiği tespit edilmiştir. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalar da özellikle fenolik özütlerin elde edilmesinde etanolün kullanılması önerilmektedir.

- Hekzan’da hiçbir fenolik madde bulunmamasından dolayı ve durum polar nitelikli fenolik bileşiklerin çözünürlüğünün apolar nitelikten fazla olmasından dolayı bu tür çalışmalarda hekzan çözgeninin kullanılmaması ve kullanılmasının gereksiz olduğu sonucuna varılmıştır.



6. ÖNERİLER

- Bu çalışma, mürdüm eriği meyvesinin etanolik özütünün, toplam fenol miktarı, antioksidan ve antibakteriyel formülasyonlarda aktif bileşen olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Literatür için bir giriş ve başlangıç çalışmasıdır.
- Bu çalışmada kullanılan mürdüm eriği meyveleri Eylül ayında toplanmıştır. Farklı aylarda toplanan mürdüm eriği meyveleri ile mukayese edilip etkileri incelenebilir.
- Bu çalışma *in vitro* koşullarda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında klinik testlerinin yapılması önerilebilir.
- Polar ve apolar nitelikte farklı çözügenlerin etkisi incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Adom, K. K., Liu, R. H. (2002). Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21):6182-6187.
- Aguilar-Ramos, A. L., Ornelas-Paz, J., Tapia-Vargas, L. M., Gardea-Béjar, A. A., Yahia, E. M., de Jesús Ornelas-Paz, J., & Escalante-Minakata, P. (2021). Effect of cultivar on the content of selected phytochemicals in avocado peels. *Food Research International*, 140, 110024.
- Ahmad, N., Mahmood, F., Khalil, S. A., Zamir, R., Fazal, H., Abbasi, B. H., (2014). Antioxidant activity via DPPH, gram-positive and gram-negative antimicrobial potential in edible mushrooms. *Toxicology and Industrial Health*, 30(9):826-834.
- Akyurt, B. (2014). Ülkemizde tüketilen bazı yaprakların antioksidan ve antidiyabetik aktivitelerinin belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Kayseri, Türkiye.
- Ames BN, Gold LS. (1991). Endogenous mutagens and the causes of aging and cancer. *Mutat Res* 1991;250:3–16.
- Ames BN, Shigenaga MK, Gold LS. (1993). DNA lesions, inducible DNA repair, and cell division: the three key factors in mutagenesis and carcinogenesis. *Environ Health Perspect*, 101(suppl 5):35–44.
- Ames, B. N., Gold, L. S., (1991). Endogenous mutagens and the causes of aging and cancer. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 250(1):3-16.
- Anesini, C., Perez, C., (1993). Screening of plants used in Argentine folk medicine for antimicrobial activity. *J. Ethnopharmacol.* 39 (2), 119–128.
- Arıkan, G. (2019). Ayva (*Cydonia oblonga*) meyvesinden biyoaktif bileşiklerin özütlenmesi ve biyoaktif özelliklerinin araştırılması. *Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Atıcı, G. (2013). Erik Pestilinin Kalite Parametreleri ve Kuruma Davranışı Üzerine ‘Sıcak Havalı Kurutma ve Mikrodalga Kurutma’ Yöntemlerinin Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Adana, 95 s. (Yüksek Lisans Tezi)
- Bacanli, M., Dilsiz, S. A., Başaran, N., & Başaran, A. A. (2019). Effects of phytochemicals against diabetes. *Advances in food and nutrition research*, 89, 209-238.

- Bagchi, D., Bagchi, M., Stohs, S. J., Das, D. K., Ray, S. D., Kuszynski, C. A., & Pruess, H. G. (2000). Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology*, 148(2-3), 187-197.
- Bal, E., Çelik, S. (2008). Hasat Sonrası UV-C Uygulamalarının Giant Erik Çeşidinin Meyve Kalitesi ve Soğukta Muhafazası Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 14 (2), 101-107.
- Balık, S. (2005). Kahramanmaraş 'ta Dış Satıma Yönelik Japon Grubu (Prunus Salicina Lindl) Sofralık Yeni Erik Çeşitlerinin Yetiştiriciliği Üzerine Araştırmalar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı*, Kahramanmaraş, 59 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- Bayazit, S., Yılmaz, S. (2011). Bazı Can Erik (Prunus Cerasifera Ehrh.) Çeşit ve Seleksiyon Tiplerinin Mut (Mersin) Ekolojisindeki Meyve Özellikleri. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*. 16 (1), 1-9.
- Bendelow, V. M. (1963). Modified procedure for the determination of diastatic activity and α -amylase activity. *Journal of the Institute of Brewing*, 69(6), 467-472.
- Berktaş, S., & ÇAM M. (2020). İğde (Elaeagnus angustifolia L.) meyve ve yapraklarının antioksidan ve antidiyabetik özellikleri. *Akademik Gıda*, 18(3), 270-278.
- Beyhan, Ö. (2005) Darende'de Yetiştirilen Bazı Standart ve Mahalli Erik Çeşitlerinin Pomolojik, Fenolojik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Bahçe*. 34 (2), 47-56.
- Blazek, J. (2007). A survey of the genetic resources used in plum breeding. *Acta Horticulturae*, 734, 31-45.
- Botterweck, A. A. M., Verhagen, H., Goldbohm, R. A., Kleinjans, J., Van den Brandt, P. A., (2000). Intake of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene and stomach cancer risk: results from analyses in the Netherlands cohort study. *Food and Chemical Toxicology*, 38(7):599-605.
- Cassidy, A., & Hooper, L. (2006). Phytoestrogens and cardiovascular disease. *British Menopause Society Journal*, 12(2), 49-56.
- Chanwitheesuk, A., Teerawutgulrag, A., & Rakariyatham, N. (2005). Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. *Food Chemistry*, 92, 491-497.
- Chen, C., Zhou, J., & Ji, C. (2010). Quercetin: a potential drug to reverse multidrug resistance. *Life sciences*, 87(11-12), 333-338.

- Chun, O. K., & Kim, D. O. (2004). Consideration on equivalent chemicals in total phenolic assay of chlorogenic acid-rich plums. *Food Research International*, 37(4), 337-342.
- Civil, C. (2009). Eğirdir Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Erik Çeşitlerinde Mekanik Hasat Parametrelerinin Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Konya, 70 s. Yüksek Lisans Tezi.*
- Cohen, M. L., (1992). Epidemiology of drug resistance: implications for a post-antimicrobial era. *Science(Washington)*, 257 (5073): 1050-1055.
- Cruz, F., Roque, N., Giesbrecht, A., Davino, S., (1996). Antibiotic activity of diterpenes from *Mikania triangularis*. *Fitoterapia* 67 (2), 189–190.
- Çalışır, S., Haciseferoğulları, H., Özcan M., Arslan, D. (2005). Some Nutritional and Technological Properties of Wild Plum (*Prunus* Spp.) Fruits in Turkey. *Journal of Food Engineering.*, 66, 233–237.
- Çömlekçioğlu, N., Kocabaş, Y. Z., & Aygan, A. (2020). Kahramanmaraş'tan Toplanan *Prunus divaricata* subsp. *divaricata* Ledeb. Meyvelerinin Biyokimyasal Özellikleri ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 30(1), 46-56.
- Demir, H. (2002). Bazı Yabani Meyve Türlerinin Besin Değerlerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. *Bahçe*. 31 (1-2), 33-38.
- Diamond, R. D., (1991). The growing problem of mycoses in patients infected with the human immunodeficiency virus. *Review of Infectious Diseases*, 13(3): 480-486.
- Dillard, C. J., & German, J. B. (2000). Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(12), 1744-1756.
- Dinçer İnce, V. S. (2019). Şiraz üzümünden (*Vitis vinifera* l. cv. shiraz) biyoaktif bileşiklerin özütlenmesi ve biyoaktif özelliklerinin araştırılması. *Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Dinçoğlu, A. H. (2019). Mercanköşk (*Origanum Onites* L.) Bitkisinin Bazı Gıda Patojenleri Üzerine Antibakteriyel Etkinliğinin Saptanması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 139-146.
- Doymaz, I. (2004). Convective air drying characteristics of thin layer carrots. *Journal of food engineering*, 61(3), 359-364.
- Dündar, Ö. (2001). Models of urban transformation: Informal housing in Ankara. *Cities*, 18(6), 391-401.

- Obrenovich, M., Li, Y., Parvathaneni, K., B Yendluri, B., H Palacios, H., Leszek, J., Aliev, G., (2011). Antioxidants in health, disease and aging. *CNS & Neurological Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-CNS & Neurological Disorders)*, 10(2):192-207.
- Edwards, S. E., da Costa Rocha, I., Williamson, E. M., & Heinrich, M. (2015). Lemon Balm *Melissa officinalis* L. *Phytopharmacy: An Evidence-Based Guide to Herbal Medicinal Products*, 242.
- Ertekin C., Gozlekci S., Kabas O., Sonmez S., Akinci, I. (2006). Some Physical, Pomological and Nutritional Properties of Two Plum (*Prunus Domestica* L.) Cultivars. *Journal of Food Engineering.*, 75, 508–514
- Ezuruike, U. F., & Prieto, J. M. (2014). The use of plants in the traditional management of diabetes in Nigeria: Pharmacological and toxicological considerations. *Journal of Ethnopharmacology*, 155(2), 857-924.
- Farag, N. H., & Mills, P. J. (2003). A randomized-controlled trial of the effects of a traditional herbal supplement on sleep onset insomnia. *Complementary therapies in medicine*, 11(4), 223-225.
- Fennibilek, B. (2012). Bazı Kuru ve Taze Meyvelerin Antioksidan Kapasitelerinin Araştırılması. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Adana*, 92 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- Fernandez-Agullo, A., Pereira, E., Freire, M. S., Valentaoc, P., Andrader, P. B. (2013). Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts. *Industrial Crops and Products*, 42, 126-132.
- Gedük, A. Ş., & Zengin, F. (2021). LC–MS/MS characterization, antidiabetic, antioxidative, and antibacterial effects of different solvent extracts of Anamur banana (*Musa Cavendishii*). *Food Science and Biotechnology*, 30(9), 1183-1193.
- Govindarajan, R., Vijayakumar, M., & Pushpangadan, P. (2005). Antioxidant approach to disease management and the role of ‘Rasayana’herbs of Ayurveda. *Journal of ethnopharmacology*, 99(2), 165-178.
- Gülmez, G. (2020). *Ribes rubrum* L. meyvesinin antidiyabetik ve antitrombosit etkisinin incelenmesi (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).

- Halil, O., ŞEN, .F., & Eroğul, D. (2014). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde farklı lokasyonlarda yetiştirilen 'Katırbaşı' nar (*Punica granatum L.*) çeşidinin depolanma süresince bazı fiziksel ve biyokimyasal içeriklerindeki değişimlerin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3), 309-316.
- Hooper, L., & Cassidy, A. (2006). A review of the health care potential of bioactive compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12), 1805-1813.
- Inhibitory and Antioxidant Activities of Vietnamese Edible Plants and Their
- İsmail, H. I., Chan, K. W., Mariod, A. A., Ismail, M., (2010). Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chemistry*, 119(2), 643-647.
- Kalkan, S., Engin, M. S., & Mustafa, O. T. A. Ğ. (2021). Kırmızı hevhulma (*Lythrum salicaria L.*) bitkisinin toplam fenolik bileşik tayini ile antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), 219-228.
- Kam, A., Li, K. M., Razmovski-Naumovski, V., Nammi, S., Shi, J., Chan, K., Li, G. Q. (2013). A comparative study on the inhibitory effects of different parts and chemical constituents of pomegranate on α -amylase and α -glucosidase, *Phytotherapy Research*, 27, 1614-1620.
- Kandaswami, C., & Middleton, E. (1994). Free radical scavenging and antioxidant activity of plant flavonoids. *Free radicals in diagnostic medicine*, 351-376.
- Karakaya, O., Yılmaz, M., Serkan, u. z. u. n., Balta, M. F., Yarılgac, T., & Balta, F. (2020). Fruit Bioactive Profile of "Alişar" Pear Variety Grown in Şebinkarahisar, *Giresun. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(4), 696-704.
- Karakuzulu, H. (2018). Kilis ekolojik koşullarında yetişen sumak (*Rhus coriaria L.*) meyvesinin mineral madde içeriği ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Karamürsel, D. (2010). Afyonda erik üretimi yapan işletmelerin yapısal durumu ve gelişme olanakları. *Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Kaşka. N., (2001). Sert Çekirdekli Meyvelerde Üretim Hedefleri Üzerine Öneriler. 1. *Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. Yalova. 10-11 s.
- Kayano, S. I., Yamada, N. F., Suzuki, T., Ikami, T., Shioaki, K., Kikuzaki, H., ... & Nakatani, N. (2003). Quantitative evaluation of antioxidant components in prunes (*Prunus domestica L.*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(5), 1480-1485.

- Kayımu, H., & Ünal, M. Ü. Hambeles (*Myrtus Communis* L.) Meyvesinin Biyoaktif Özelliklerinin Araştırılması.
- Kennedy, D. O., Wightman, E. L., (2011). Herbal extracts and phytochemicals: plant secondary metabolites and the enhancement of human brain function. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 2(1):32-50.
- Kim D.O., Chun K., Kim Y., Lee C.Y., (2003), Superoxide radical scavenging activity of the major polyphenols in fresh plums. *J. Agric. Food. Chem.*, 51 8067-8072.
- Kim, D. O., Heo, H. J., Kim, Y. J., Yang, H. S., & Lee, C. Y. (2005). Sweet and sour cherry
- Kim, S. N., Kim, M. R., Cho, S. M., Kim, S. Y., Kim, J. B., & Cho, Y. S. (2012). Antioxidant activities and determination of phenolic compounds isolated from oriental plums (Soldam, Oishiwase and Formosa). *Nutrition Research and Practice*, 6(4), 277-285.
- Kolaç, T., Gürbüz, P., & Yetiş, G. (2017). Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5(1), 26-42.
- Köroğlu, D. G., Süyünç, G., Yıldırım, R., & Turan, S. (2021). Farklı Çözücülerle Hazırlanan Bazı Meyve Ekstraktlarının Antioksidan Potansiyeli. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2), 1127-1139.
- Kuşoğlu, E. (2015). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin fenolik bileşiklerinin ve antioksidan aktivitesinin tayini (*Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü*).
- Li, Y., Wen, S., Kota, B. P., Peng, G., Li, G. Q., Yamahara, J., Roufogalis, B. D. (2005). *Punica granatum* flower extract, a potent α -glucosidase inhibitor, improves postprandial hyperglycemia in Zucker diabetic fatty rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 99(2), 239-244.
- Liu, R.H. (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78, 517-520.
- Lordan, S., Smyth, T. J., Soler-Vila, A., Stanton, C., & Ross, R. P. (2013). The α -amylase and α -glucosidase inhibitory effects of Irish seaweed extracts. *Food chemistry*, 141(3), 2170-2176.
- Mahomoodally, M. F., Mootoosamy, A., & Wambugu, S. (2016). Traditional therapies used to manage diabetes and related complications in Mauritius: a comparative ethnoreligious study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016.

- Maritim, A., Dene, B., Sanders, R., & Watkins, J., III. (2003). Effects of pycnogenol treatment on oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 17, 193–199.
- Matsui, T., Ueda, T., Oki, T., Sugita, K., Terahara, N., Matsumoto, K. (2001). α -Glucosidase inhibitory action of natural acylated anthocyanins. 2. α -Glucosidase inhibition by isolated acylated anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4), 1952-1956
- Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y. (2019). Bazı elma ve armut çeşitlerinde fitokimyasal özelliklerin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 11-20.
- Messaoud, C., Boussaid, M., (2011). Myrtus communis berry color morphs: a comparative analysis of essential oils, fatty acids, phenolic compounds, and antioxidant activities. *Chemistry & Biodiversity*, 8(2):300-310.
- Mojica Luis, A., Allison Meyer, A., Mark, A., Berhow, B., Elvira González de Mejía. (2015). Bean cultivars (Phaseolus vulgaris L.) have similar high antioxidant capacity, in vitro inhibition of α -amylase and α -glucosidase while diverse phenolic composition and concentration. *Food Research International*, 69, 38-48.
- Mulligan, M. E., Murry-Leisure, K. A., Ribner, B. S., Standiford, H. C., John, J. F., Karvick, J. A., Yu, V. L., 1993. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*: a consensus review of the microbiology, pathogenesis, and epidemiology with implications for prevention and management. *American Journal of Medicine*, 94:313-328.
- Özçağır, R., Ünal, A., Özeke, E., & İsfendiyoğlu, M. (2005). Ilıman iklim meyve türleri, sert kabuklu meyveler Cilt-III. *Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın*, (566).
- Özkan, H., Babaoğlu, A. S., & Karakaya, M. (2021). Greyfurt Flavedo Ve Albedosunun Bazı Antioksidatif Özelliklerinin Belirlenmesi.
- Özkarakaş, İ., Ercan, N., & Gürnil, K. (2006). Ege Bölgesinden Toplanan Bazı Yeşil Erik (Prunus Cerasifera Ehrh.) Materyalinin Değerlendirilmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 16(2), 35-49.
- Öztürk, F., Hamzaçebi, S. (2019). Farklı çözenlerle elde edilmiş Ulva lactuca ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesi. *Acta Aquatica Turcica*, 15(3), 272-279.
- Özvardar, S., & Önal, K. (1990). Strawberry cultivars suitable for the Aegean region. *Bahçe*, 19(1-2), 53-57.

- Pandey, K. B., Rizvi, S. I., (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine And Cellular Longevity*, 2(5), 270-278.
- Peri, P. (2015). Türkiye’den Toplanan Şaraplarda Yıllanmanın Fenolik Madde, Antioksidan Aktivite Ve Antosiyaninler Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi (*Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü*).
- Prior, R. L., Cao, G., (2000). Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: diet and health implications. *HortScience*, 35(4):588-592.
- Rahimi, R., Nikfar, S., Larijani, B., & Abdollahi, M. (2005). A review on the role of antioxidants in the management of diabetes and its complications. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 59, 365–373.
- Rehman, K., & Akash, M. S. H. (2017). Mechanism of generation of oxidative stress and pathophysiology of type 2 diabetes mellitus: how are they interlinked. *Journal of cellular biochemistry*, 118(11), 3577-3585.
- Relationships with Polyphenol Contents. *Journal of Nutritional Science and*
- Rinaldi, M. G., (1991). Problems in the diagnosis of invasive fungal diseases. *Review of Infectious Diseases*, 13(3):493-495.
- Rizvi, S.İ., Zaid, M.A. (2001). Insulin-like effect of (–) epicatechin on erythrocyte membrane acetylcholinesterase activity in type 2 diabetes mellitus. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 28, 776-778.
- Sabounchian, F., Jamei, R., Hosseini, S.S. (2014). Phenolic and flavonoid content of *Elaeagnus angustifolia* L. (leaf and flower). *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 4, 231-8
- Santiago, C., Pang, E.L., Lim, K.H., Loh, H.S., Ting, K.N., (2015). Inhibition of penicillin-binding protein 2a (PBP2a) in methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) by combination of ampicillin and a bioactive fraction from *Duabanga grandiflora*. *BMC Complement. Altern. Med.* 15 (1), 1.
- Sarkar, D., Ankolekar, C., Pinto, M., Shetty, K. (2015). Dietary functional benefits of Bartlett and Starkrimson pears for potential management of hyperglycemia, hypertension and ulcer bacteria *Helicobacter pylori* while supporting beneficial probiotic bacterial response. *Food Research International*, 69, 80-90.
- Shahidi F, Naczki M. Food phenolics: an overview. In: Shahidi F, Naczki M, eds. Food phenolics: sources, chemistry, effects, applications. Lancaster, PA: Technomic Publishing Company Inc, 1995:1–5.

- Shobana, S., Sreerama, Y. N., Malleshi, N. G. (2009). Composition and enzyme inhibitory properties of finger millet (*eleusine coracana* L.) seed coat phenolics: mode of inhibition of α -glucosidase and pancreatic amylase, *Food Chemistry*, 115, 1268–1273.
- Silva, N., Alves, S., Gonçalves, A., Amaral, J. S., Poeta, P., (2013). Antimicrobial activity of essential oils from mediterranean aromatic plants against several foodborne and spoilage bacteria. *Food Science and Technology International*, 19(6):503-510.
- Singh, M., Chaudhry, M. A., Yadava, J. N. S., Sanyal, S. C., (1992). The spectrum of antibiotic resistance in human and veterinary isolates of *Escherichia coli* collected from 1984–86 in Northern India. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 29(2):159-168.
- Soko, L., (2015). Prune and plum nutrition health benefits of plum and prunes. <http://www.lose-weight-with-us.com/plum-nutrition.html>.
- Sun, J., Y-F. Chu, X. Wu, R.H. Liu, (2002). Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Fruits. *J. Agric. Food CHEM.* 50 (25), 7449-7454.
- Şen, F., & Eroğul, D. (2012). Adıyaman İlinde Yetiştirilen'Hicaznar'Nar Çeşidinin Depolama Sürecindeki Kalite Değişiminin Belirlenmesi. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2).
- Takcı, H. A. M., Türkmen, F. U., Güneş, M., & Bakırhan, P. (2021). Rheum ribes Özütlerinin Antioksidan ve Antibakteriyel Aktiviteleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), 104-117.
- Taşkın M. (2006). Konserveye İşlenen Erik ve Çilek Meyvelerinin Mineral (Demir, Bakır, Çinko, Mangan) İçeriklerinin Proses Aşamalarındaki Değişimlerinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Adana, 76 s. (Yüksek Lisans Tezi)
- Tezcan, F., Alan, S. D. (2019). Antioxidant Activities, Total Phenolics and Riboflavin Profiles of Turkish Commercial Apricot Nectars. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 36-47.
- Thent, Z. C., & Latiff, A. A. (2018). Savior of diabetes: Antioxidants. In *Diabete food plan IntechOpen*.
- Tokar, M. Cymbopogon spp. ve Helianthemum spp. Bitki Ekstraktlarının In-Vitro Antibakteriyel Aktivitelerinin Araştırılması. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 131-136.

- Tomar, O., Akarca, G., & İstek, Ö. (2020). Farklı yaban mersini türlerinden geleneksel yöntemle üretilen sirkenin bazı kalite özellikleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4), 2595-2603.
- Touani, F.K., Seukep, A.J., Djeussi, D.E., Fankam, A.G., Noumedem, J.A., Kuete, V., 2014. Antibiotic-potential activities of four Cameroonian dietary plants against multidrug-resistant Gram-negative bacteria expressing efflux pumps. *BMC Complement. Altern. Med.* 14 (1), 1.
- Tuberoso, C. I. G., Rosa, A., Bifulco, E., Melis, M. P., Atzeri, A., Pirisi, F. M., Dessì, M. A., (2010). Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis* L. berries extracts. *Food Chemistry*, 123(4):1242-1251.
- Tundis, R., Loizzo, M. R., Statti, G. A., & Menichini, F. (2007). Inhibitory effects on the digestive enzyme α -amylase of three *Salsola* species (Chenopodiaceae) in vitro. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 62(6), 473-475.
- Turgut, D. Y., & Seydim, A. C. (2013). Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Nar *Punica granatum*, L. Çeşit ve Genotiplerinin Fenolik Bileşenleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 11(2), 51-59.
- Vanaclocha, B. V., & Folcara, S. C. (Eds.). (2003). Fitoterapia: vademécum de prescripción (Vol. 12). Barcelona: Masson. *Vitaminology*, 53: 267-276.
- Wahyu W., Hana R., Ch. R., L., Udju D.R., Wahyu W. (2011). Free Radical Scavenging and α -Glucosidase Inhibitor Activity of Ethanolic Extract of *Mucuna pruriens* L. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 5(3): 117-124.
- Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R., & King, H. (2004). Global prevalence of diabetes: Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*, 27, 1047–1053.
- Yalgi Uygur, E. (2015). Karadut (*Morus nigra*) meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yeğin, S. Ç., Güder, A., Kılıç, A., & Aydın, H. (2018). Yeni Elma Kültürü: Piraziz Elmasının (*Malus communis* L.) Antioksidan İçeriğinin ve Antidiyabetik Etkisinin Araştırılması. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(3), 237-242.
- Yıldız, H. (1996). Ege Bölgesi'ne Adaptasyonu Sağlanan Bazı Avrupa Erik Çeşitlerinin (P. Domestica) Kimyasal Kompozisyonu ve Besin Değeri Üzerine Araştırmalar. *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Manisa, 1996, 71 s. (Yüksek Lisans Tezi).

- Yılmaz, E., Kadioğlu, İ., Kitiş, Y.E. (2019). Antalya ili muz (*Musa cavendishii* Lam. Ex. Payton) bahçelerinde görülen yabancı otların yaygınlık, yoğunluk ve ekolojik parametrelere bağlı olarak dağılımının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 22(1), 81-97.
- Yılmaz, S. (2020). *Myrtus communis* l. meyvesinin bazı kimyasal ve antioksidatif özelliklerinin belirlenmesi. *Doctoral dissertation, Bursa Uludag University* (Turkey).
- Zhang, R., Zeng, Q., Deng, Y., Zhang, W., Wei, Z. (2013). Phenolic profiles and antioxidant activity of litchi pulp of different cultivars cultivated in southern china. *Food Chemistry*, 136, 1169–1176.



