



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ  
ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BEYAZ KİRAZ (*Prunus avium* L. Starks gold) MEYVESİNDEN  
BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİN ULTRASON DESTEKLİ  
EKSTRAKSİYONU VE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**BETÜL BOZDAĞ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ADANA 2024**



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ  
ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BEYAZ KİRAZ (*Prunus avium* L. Starks gold) MEYVESİNDEN  
BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİN ULTRASON DESTEKLİ  
EKSTRAKSİYONU VE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**BETÜL BOZDAĞ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. AYSUN ŞENER GEDÜK**

**ADANA, 2024**

## **BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

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.

Betül BOZDAĞ



# ÖZET

## BEYAZ KİRAZ (*Prunus avium* L. Starks gold) MEYVESİNDEN BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİN ULTRASON DESTEKLİ EKSTRAKSİYONU VE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Betül Bozdağ

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK

Haziran 2024, 77 sayfa

Beyaz kiraz (*Prunus avium* L. starks gold) meyvesinin biyoaktif bileşenleri üzerine yapılan bu çalışmada, ultrason destekli ekstraksiyon yöntemiyle metanol, etanol ve hekzan kullanılarak hazırlanan ekstraktların toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri değerlendirilmiştir. Metanol çözgeni ile elde edilen ekstraktlar, en yüksek toplam fenolik bileşik miktarına (1.3-4.0 mg GAE/g) ve antioksidan aktiviteye sahipken, DPPH ve FRAP yöntemleriyle yapılan analizlerde antioksidan aktivitenin 2.34-22.33 mM TE/g ekstrakt ve 0-1.45 mM TE/g ekstrakt aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Diyabet üzerindeki etkilerin incelendiği enzim analizlerinde, beyaz kiraz ekstraktlarının  $\alpha$ -glukozidaz ve  $\alpha$ -amilaz enzimleri üzerindeki inhibisyon etkileri ölçülmüş; etanol ekstraktlarında en yüksek inhibisyon değerleri (35.05 mg/mL ve 90.1 mg/mL) elde edilmiştir. Ayrıca, metanol ile elde edilen ekstraktlar *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı belirgin antibakteriyel aktivite gösterirken, etanol ekstraktı sadece *E. coli*'ye karşı düşük antibakteriyel etki göstermiştir. Bu sonuçlar, beyaz kirazın farklı çözgenlerle elde edilen ekstraktlarının önemli biyoaktif özelliklere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Beyaz Kiraz (*Prunus avium* L.) meyvesi, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde,  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu,  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu, antibakteriyel aktivite

# ABSTRACT

## ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM WHITE CHERRY (*Prunus avium* L. Starks gold) FRUIT AND DETERMINATION OF THEIR PROPERTIES

Betül BOZDAĞ

M.Sc., Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK

June 2024, 77 pages

This study focused on the bioactive components of white cherry (*Prunus avium* L. starks gold) and assessed the bioactive properties of extracts obtained through ultrasound-assisted extraction using methanol, ethanol, and hexane. Methanol extracts were found to have the highest total phenolic content (1.3-4.0 mg GAE/g) and antioxidant activity, with antioxidant values ranging from 2.34-22.33 mM TE/g extract according to DPPH and 0-1.45 mM TE/g extract according to the FRAP method.

In enzyme analyses evaluating potential effects on diabetes, the extracts inhibition effects on  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase enzymes were measured, with ethanol extracts showing the highest inhibition values (35.05 mg/mL for  $\alpha$ -glucosidase and 90.1 mg/mL for  $\alpha$ -amylase). Additionally, methanol extracts exhibited significant antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, while ethanol extracts showed lower activity, only against *E. coli*. These findings suggest that white cherry extracts possess various bioactive properties, particularly in terms of antioxidant activity and potential effects on diabetes.

**Keywords:** White Cherry (*Prunus avium* L.) fruit, antioxidant activity, total phenolic content,  $\alpha$ -glucosidase inhibition,  $\alpha$ -amylase inhibition, antibacterial activity

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim süresince rehberlik eden, deneyimlerinden ve bilgisinden faydalandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Aysun Şener GEDÜK'e içtenlikle teşekkür ederim.

Tezimi değerlendiren jüri üyesi değerli hocam, sayın Prof. Dr. Haşim KELEBEK ve istatistiksel analizlerde destek olup aynı zamanda jüri üyesi olan sayın Prof. Dr. Adnan BOZDOĞAN'a,

Gıda Mühendisliği bölümündeki değerli hocalarıma, yüksek lisans sürecimde yanımda olan arkadaşlarıma ve maddi destek sunan A.T.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Bütün öğrenim hayatım boyunca ilgi, sabır ve manevi desteklerinden dolayı sevgili babam Adem DÖNDÜ, annem Semiha DÖNDÜ ve kardeşim Alperen DÖNDÜ'ye; hayatıma girdiği günden beri her zaman sevgi ile yanımda ve her konuda destekçim olan eşim Kürşat BOZDAĞ'a en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Betül BOZDAĞ

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                              |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANNAMESİ</b>                                                   | i    |
| <b>ÖZET</b>                                                                                  | ii   |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                              | iii  |
| <b>TEŞEKKÜR</b>                                                                              | iv   |
| <b>İÇİNDEKİLER</b>                                                                           | v    |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ</b>                                                                         | vii  |
| <b>TABLO LİSTESİ</b>                                                                         | viii |
| <b>ÇİZELGE LİSTESİ</b>                                                                       | ix   |
| <b>KISALTMALAR</b>                                                                           | x    |
| <b>1. GİRİŞ</b>                                                                              | 1    |
| <b>2. GENEL BİLGİLER VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b>                                                | 7    |
| 2.1. <i>Prunus avium</i> L. (Starks Gold) / Beyaz Kiraz Meyvesi                              | 7    |
| 2.2. Fitokimyasalların Sağlık Üzerindeki Rolü                                                | 10   |
| 2.3. Fitokimyasalların Diyabet Potansiyeli                                                   | 12   |
| 2.4. Fitokimyasalların Antibakteriyel Özellikleri                                            | 14   |
| 2.5. Fitokimyasalların Antioksidan Etkisi ve Fenolik Bileşikler                              | 16   |
| <b>2. MALZEME VE METOT</b>                                                                   | 22   |
| 3.1. Malzeme                                                                                 | 22   |
| 3.1.1. Beyaz kiraz meyvesi                                                                   | 22   |
| 3.1.2. Kimyasallar ve Mikroorganizmalar                                                      | 22   |
| 3.1.3. Araç - Gereçler                                                                       | 22   |
| 3.2. Metod                                                                                   | 24   |
| 3.2.1. Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması                                                    | 24   |
| 3.2.2. Toplam Fenolik Madde Analizi                                                          | 25   |
| 3.2.3. Pankreatik $\alpha$ -Amilaz İnhibisyonunun Belirlenmesi                               | 25   |
| 3.2.4. $\alpha$ -Glikozidaz İnhibisyonunun Belirlenmesi                                      | 26   |
| 3.2.5. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi                                                  | 27   |
| 3.2.5.1. DPPH (Serbest Radikal Giderme) Yöntemi ile Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi     | 27   |
| 3.2.5.2. FRAP (İndirgeme Gücü Kapasitesi) Yöntemi ile Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi | 27   |
| 3.2.6. Antibakteriyel Aktivite Analizi                                                       | 27   |
| 3.2.6.1. Tek Koloni Eldesi                                                                   | 27   |
| 3.2.6.2. Disk Difüzyon Yöntemiyle Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesi                    | 28   |

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.7. İstatiksel Analiz                                                                                            | 28        |
| <b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b>                                                                                      | <b>29</b> |
| 4.1.Beyaz Kiraz Meyvesi Ekstraktlarının Toplam Fenolik Bileşikleri ve Antioksidan Kapasitelerinin Değerlendirilmesi | 29        |
| 4.2.Beyaz Kiraz Meyve Ekstraktlarının $\alpha$ -Glikozidaz Enzimi ile İnhibisyonu                                   | 35        |
| 4.3. Beyaz Kiraz Meyve Ekstraktlarının $\alpha$ -Amilaz Enzimi ile İnhibisyonu                                      | 38        |
| 4.4. Beyaz Kiraz Meyve Ekstraktlarının Antibakteriyel Aktivitesi                                                    | 41        |
| <b>5. SONUÇLAR</b>                                                                                                  | <b>45</b> |
| <b>6. ÖNERİLER</b>                                                                                                  | <b>47</b> |
| <b>KAYNAKLAR</b>                                                                                                    | <b>48</b> |



## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Ülkelere Göre Dünya Kiraz Üretimi (FAO, 2021) .....                                       | 4  |
| Şekil 2. Türkiye Kiraz Üretimi (TÜİK, 2022) .....                                                  | 4  |
| Şekil 3. Ereğli’de Beyaz Kiraz Bahçesi .....                                                       | 5  |
| Şekil 4. Beyaz Kiraz ( <i>Starks gold</i> ).....                                                   | 5  |
| Şekil 5. Liyofilizatör .....                                                                       | 23 |
| Şekil 6. Santrifüj .....                                                                           | 23 |
| Şekil 7. Evaporatör.....                                                                           | 23 |
| Şekil 8. Uv Spektrometre .....                                                                     | 24 |
| Şekil 9. $\alpha$ -glikozidaz enziminin 4-Nitrofenil $\alpha$ -D-glikopiranosid ile tayini .....   | 35 |
| Şekil 10. $\alpha$ -amilaz aktivitesinin 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS) reaktifi ile tayini ..... | 38 |

## TABLO LİSTESİ

|                                                                                                   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>Tablo 1.</b> Kaynak: TÜİK.....                                                                 | 8 |
| <b>Tablo 2.</b> Kiraz meyvesinin 100 g meyve etindeki kimyasal içerik (Özçağıran ve diğ., 2005)10 |   |



## ÇİZELGE LİSTESİ

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.1. Beyaz kiraz meyve ekstraktlarının verimi çözenlerle verimi (%) (a/a).....                         | 29 |
| Çizelge 4.2. Meyve ekstraktlarının toplam fenolik ve antioksidan miktar sonuçları (3 paralel ortalaması).....  | 30 |
| Çizelge 4.3. Beyaz kiraz meyve ekstraktlarının $\alpha$ -glukozidaz enzimi üzerine inhibisyonu .....           | 36 |
| Çizelge 4.4. Beyaz kiraz meyve ekstraktlarının $\alpha$ -amilaz enzimi üzerine inhibisyonu .....               | 39 |
| Çizelge 4.5. Beyaz kiraz meyve ekstraktlarının disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel analiz sonuçları ..... | 42 |



## KISALTMALAR

|                 |                                           |
|-----------------|-------------------------------------------|
| °C              | : Santigrat derece                        |
| µg              | : Mikrogram                               |
| µL              | : Mikrolitre                              |
| a/a             | : Ağırlık/Ağırlık                         |
| AChE            | : Asetilkolinesteraz                      |
| BChE            | : Bütilkolinesteraz                       |
| CRP             | : C-reaktif protein                       |
| dk              | : Dakika                                  |
| DNS             | : Dinitrosalisilik asit                   |
| <i>E. coli</i>  | : <i>Escherichia coli</i>                 |
| g               | : Gram                                    |
| GAE             | : Gallik asite eşdeğer                    |
| HPLC            | : Yüksek performanslı sıvı kromatografisi |
| KE              | : Kateşine eşdeğer                        |
| kg              | : Kilogram                                |
| L               | : Litre                                   |
| M               | : Molar                                   |
| mg              | : Milligram                               |
| MİK             | : Minimum inhibisyon konsantrasyonu       |
| mL              | : Mililitre                               |
| mm              | : Millimetre                              |
| mmol            | : Millimolar                              |
| nm              | : nanometre                               |
| NO              | : Nitrit oksit                            |
| <i>S. aureu</i> | <i>s: Staphylococcus aureus</i>           |
| TE              | : Trolox'a eşdeğer                        |
| U               | : Ünite                                   |
| WHO             | : Dünya Sağlık Örgütü                     |

# 1. GİRİŞ

Bitkisel diyetlerin potansiyel koruyucu etkilerinin, antioksidan özelliklere sahip bileşiklerden kaynaklandığı ve bu antioksidanların doğal oksidasyon reaksiyonlarının hücreleri yıkıcı etkilere karşı koruduğu keşfedilmiştir. Bu nedenle, araştırmalar bu bakış açısına odaklanmıştır. Günümüzde ise daha ayrıntılı bir yaklaşımla bitkilerde doğal olarak bulunan ve "fitokimyasallar" olarak adlandırılan maddeler üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır (Balch 1997; Sarah 2001).

Fitokimyasalların anlaşılması ve diyetlerdeki önemi, son yıllarda büyük bir önem kazanmıştır. Bilimsel ve teknolojik gelişmeler ile yapılan araştırmalar, WHO'nın önerdiği bir diyetin sağlıklı olabilmesi için sebzelerden ve meyvelerden oluşması gerektiğini vurgulamıştır. Toplumun beslenme alışkanlıklarının ve sağlık bilincinin artması, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi yaygın sağlık sorunlarının hayvansal ürünlerin aşırı tüketiminde rol oynadığının anlaşılması ve tüketicilerin beslenme tarzına olan yeni talepleri gibi faktörlere bağlıdır (Kırıçoğlu ve Velioğlu; Sarah 2001).

Fitokimyasallar doğal olarak bitkilerde bulunan ve genellikle bitkilerin büyümesini, gelişmesini ve savunmasını destekleyen kimyasal bileşiklerdir. Bu bileşikler, bitkilerin büyüme süreçlerini desteklerken aynı zamanda bitkileri çevresel streslere karşı koruma mekanizmaları olarak işlev görürler (Sharma ve diğ., 2018). İnsan metabolizmasını birçok hastalıktan koruyan fitokimyasallar; meyve ve sebzelerden beslenme yolu ile alınabilen maddelerdir (Çiçek, 2016). Son yapılan çalışmalara göre, 6000'den fazla fitokimyasal bileşiklerin olduğu bildirilmiştir. (Yalçın, 2016). Fitokimyasalların insan sağlığı üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar, bu bileşiklerin antioksidan, antienflamatuar ve hatta potansiyel olarak kanser karşıtı özellikler içerebileceğini göstermektedir (Shandilya ve Sharma, 2017). Bu, birçok kronik hastalığın belirtilerini hafifletebilir ve hastalık riskini azaltabilir (Arıdur, 2013). Bitkilerde flavonoidler, monofenoller, hidroksisinnamik asitler, fitoesterojenler ve tanenler gibi birçok fenolik bileşik bulunur. Flavonoidler bitkilere renk ve tat kazandırır, fitoesterojenler ise soya ürünlerinde yaygındır. Glikozinolatlar lahanagillerde keskin koku oluşturur. Karotenoidler ise kırmızı ve sarı bileşikler olup, meyve ve sebzelerde  $\beta$ -karoten, likopen ve lutein gibi yaklaşık 500 türü bulunduğu saptanmıştır. Bu bileşiklerin insan vücudunda emilerek metabolize edildikleri ve *in vitro* koşullarda biyolojik aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir (Cassidy ve Hooper, 2006).

Sebze, meyve ve tahıl tüketimi son yıllarda hızla artan araştırmalara göre düzenli olarak tüketildiğinde tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, katarakt ve kronik hastalıkların oluşum riskini azalttığı gözlemlenmektedir (Çiçek, 2016).

Antioksidanlar, vücuttaki serbest radikallerin hücrelere zarar vermesiyle oluşan oksidatif stresin zararlarına karşı hücreleri koruyan bileşiklerdir. Oksidatif stresin zarar vermesiyle ortaya kronik hastalıklar çıkar. Burada antioksidanların önemi oldukça büyüktür ve serbest radikallerin etkilerini nötralize edip oksidatif stresi azaltır ve hücre sağlığını korur. Doğal antioksidanların zengin kaynakları olan meyve ve sebzeler ise düzenli tüketildiği takdirde oksidatif stresin azalmasına katkıda bulunabilirler. Kirazlar özellikle antosiyaninler açısından zengindir ve güçlü bir şekilde antioksidan etki gösterirler. Yapılan araştırmalar ise, diyetle kiraz tüketiminin kronik hastalık riskini düşürmede katkı sağlayabileceğini göstermektedir. İnflamasyonu azaltabileceği ve osteoartrit gibi inflamatuvar hastalıkların semptomlarını azaltması, kalp sağlığını desteklemesi ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltabileceği yönünde bilimsel araştırmalar yapılmıştır (Kelley ve diğ., 2006).

Canlılar hücrelerindeki tepkimenin yeterli miktarda hızlı olabilmesi için enzimlere ihtiyaç duyarlar. Enzimler, biyokimyasal reaksiyonları katalize eden ve hücrelerdeki temel maddelerin düzenlenmesinden sorumlu olan biyomoleküllerdir. Bu enzimler, sadece bir dizi veya aktif bir bölgeden ibaret olmayıp, geniş bir zincir ve yapısal alana sahip kompleks proteinlerdir. Enzimler, kimyasal reaksiyonların aktivasyon enerjisini azaltarak yaşamsal kimyasal süreçleri hızlandırırlar, ancak çalışma performansları yüksek sıcaklıklar, substrat miktarı ve pH gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Hücredeki çeşitli biyolojik olaylara aracılık eden enzimler, genellikle spesifik tepkimeleri katalizledikleri gibi bu tepkimelerdeki substratlar konusunda özgüldürler. Enzimlerin çalışma mekanizması, yapılarında bulunan aktif bölgeye uygun substratın bağlanmasıyla başlar (Robinson, 2015; Pérez de la Lastra ve diğ., 2021).

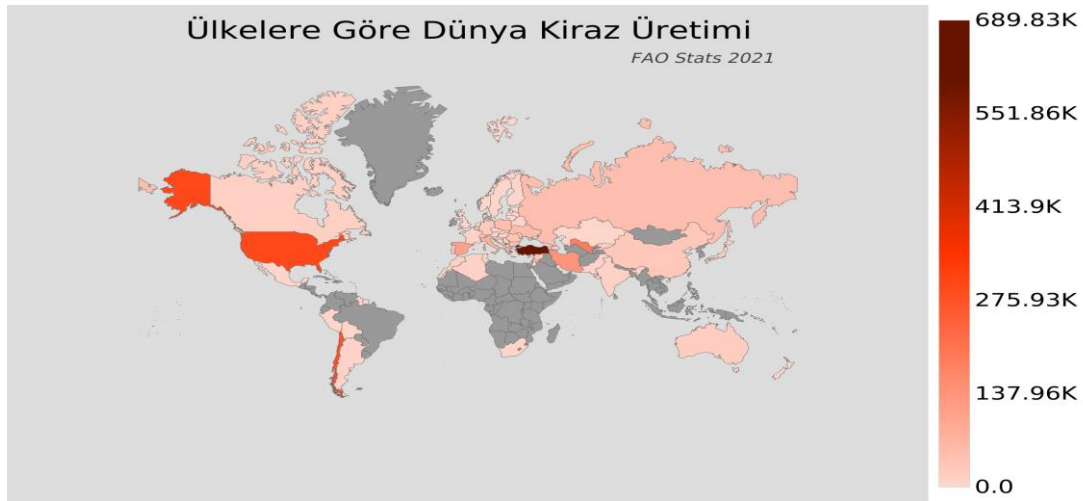
Enzim inhibitörleri ise, düşük moleküler ağırlığa sahip ve enzimlerin substratlarla etkileşiminde kritik rol oynayan yapısal benzerliklere sahip moleküllerdir. Bu moleküller, katalitik döngüdeki herhangi bir aşamaya müdahale ederek enzimlerin katalitik fonksiyonlarını engelleyebilirler. Enzimler, birçok hastalıkta önemli rol oynarlar ve bu hastalıklarla mücadele etmek için çeşitli spesifik enzim inhibitörleri geliştirilmiştir. Bu inhibitörler, farmasötik uygulamalarda terapötik ajanlar olarak kullanılırlar (Sharma, 2012; Buker, Ouertani ve diğ., 2019)

Diyabet, günümüzde dünya genelinde karşı karşıya kaldığımız önemli tıbbi komplikasyonlardan biridir. Yetersiz veya etkisiz insülin salgısı sonucu ortaya çıkan hiperglisemi, karbonhidrat, protein ve lipid metabolizmasında değişikliklere yol açan kronik bir metabolik hastalıktır (Shobana ve diğ., 2009). Son araştırmalar, hipergliseminin çeşitli makromoleküllerde enzimatik olmayan glikozilasyona, reaktif oksijen türlerinin oluşumuna ve endojen antioksidanların değişimine neden olarak, diyabetin kronik komplikasyonlarının gelişimine zemin hazırlayabileceğini göstermektedir. Oksidatif stresin diyabetin başlangıcı ve ilerlemesinde önemli bir tetikleyici rol oynadığı, bu süreçte postprandiyal hipergliseminin tedavi ve yönetiminde benzersiz bir terapötik seçenek sunduğu da vurgulanmaktadır (Lebovitz 2001; Martinez ve diğ., 2005). Yemek sonrası karbonhidratların emilimini önlemek, postprandiyal hiperglisemiyi azaltmanın pratik bir yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle,  $\alpha$ -glikozidaz ve  $\alpha$ -amilaz gibi karbonhidrat hidroliz enzimlerini inhibe eden ajanlar, özellikle tip 2 diyabet hastalarında hiperglisemi kontrolünde kullanılan ilaçlar olarak değerlendirilmektedir (Kimmel, 2005). Ancak bu inhibitörlerin karın şişkinliği, gaz birikimi, meteorizm ve ishal gibi bazı yan etkileri olduğu bilinmektedir (Bischoff, 1994). Bu nedenle, doğal ve daha güvenli  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glikozidaz inhibitörleri arayışları önem kazanmaktadır. Fitokimyasallar gibi güçlü antioksidan özelliklere sahip bileşikler,  $\alpha$ -glikozidaz ve  $\alpha$ -amilaz gibi enzimlerin etkin inhibitörleri olarak gösterilmektedir. Bu bileşiklerin potansiyeli, oksidatif stres kaynaklı hiperglisemi ve diğer diyabetik komplikasyonların tedavisinde bütünsel bir yaklaşım sunmaktadır. (Kwon ve diğ., 2006; Shobana ve diğ., 2009).

Nişasta, büyük bir moleküldür ve bu sebeple kan-beyin bariyerini geçemez. Ancak, beyin fonksiyonları için gerekli olan glikozun sağlanması önemlidir. Bu nedenle, nişasta moleküllerini küçük şeker parçalarına dönüştüren  $\alpha$ -amilaz enzimi, bu moleküllerin kan-beyin bariyerini aşmasını kolaylaştırır. Nişastanın parçalanmasıyla açığa çıkan basit şekerler kan şekerini yükseltir, bu da postprandiyal glikoz seviyelerinin artmasına yol açar. Diğer yandan,  $\alpha$ -glikozidaz enzimi de polisakkaritlerin sindiriminde önemli bir rol oynar.  $\alpha$ -glikozidaz, glikojen ve diğer polisakkaritleri parçalayarak glikoz ve diğer basit şekerlerin oluşumuna katkıda bulunur. Bu süreç, sindirim sırasında karbonhidratların emilimini artırır ve dolayısıyla kan şekerinin yükselmesine neden olabilir. Hem  $\alpha$ -amilaz hem de  $\alpha$ -glikozidaz inhibitörleri, karbonhidrat sindirimini yavaşlatarak postprandiyal glikoz seviyelerini düşürmeye ve bu şekilde diyabet yönetiminde etkili olmaya yardımcı olabilirler. Dolayısıyla,  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$  -

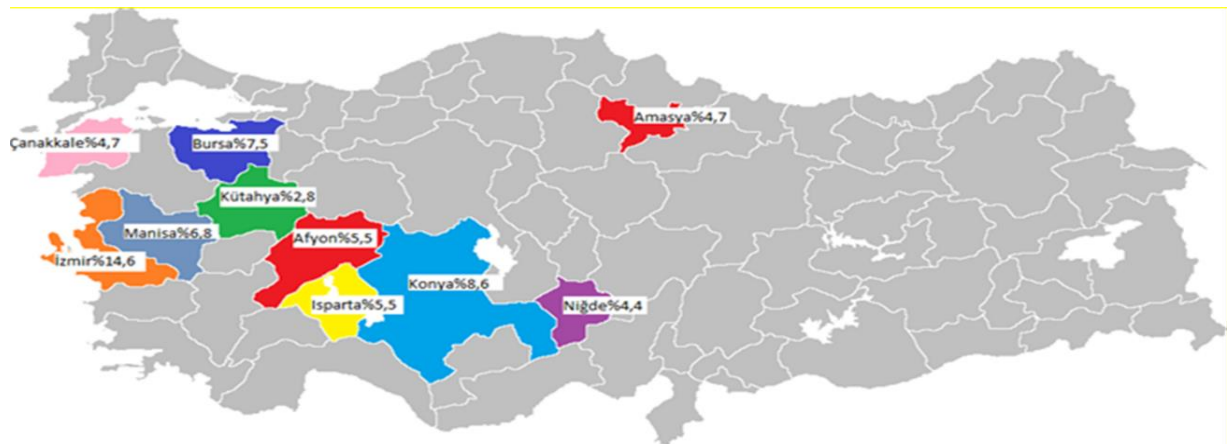
glukozidaz inhibitörlerinin araştırılması ve geliştirilmesi diyabet yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır (Kaur ve diğ., 2021).

Kiraz üretiminde dünya genelinde ilk sırada yer alan Türkiye’de yaklaşık olarak 50 kiraz çeşidinin yetiştiriciliği yapılmaktadır. FAO verilerine göre Türkiye, yılda 689.834 ton üretim ile dünyanın en büyük kiraz üreticisi olmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Ülkelere Göre Dünya Kiraz Üretimi (FAO, 2021)

2020 yılındaki verilere göre, 724.000 ton kiraz üretiminde, İzmir 108.000 ton ile birinci sırada, Konya 64.000 ton ile ikinci sırada yer almıştır. 2021 yılı meyve ürünleri, içecek ve baharat üretim miktarına göre kiraz üretimi %4,8 azalış göstermiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Türkiye Kiraz Üretimi (TÜİK, 2022)

Beyaz kiraz meyvesi Konya ilinin Ereğli ilçesinden temin edilmiştir. Beyaz kiraz bir diğer adıyla “Starks Gold” olarak ifade edilir. Ereğli ilçesi, üretimde Türkiye’nin en önemli şehirlerinden biridir. Son verilere göre, 319.375 beyaz kiraz ağacından 9.000 ton beyaz kiraz üretilmiştir (Şekil 3). Beyaz kiraz Toros dağlarının eteğindeki köylerin en önemli geçim kaynağıdır. Ereğli’nin beyaz kiraz üretimi iklim değişiklikleride göz önünde bulundurularak yıllık yaklaşık olarak 9.000 ton civarındadır. Bu rakamın yaklaşık 6.000-7.000 tonu İtalya ve diğer Avrupa ülkelerine salamura yapılarak ihraç edilmektedir. Bu ihracat ülke ekonomisinde de ciddi oranda katkı sağlamaktadır. Ayrıca beyaz kiraz, işlendikten sonra pasta, kek ve meyve suyu sanayisinde kullanılmaktadır. Ereğli ilçesinin rakımının yüksek olması, nispi neminin düşük ve kiraz üretiminde kullanılan suyun kaynak suyu olmasından dolayı burada yetiştirilen beyaz kirazların sertliği, lezzeti ve aroması çok zengindir (Şekil 4) (Tapur ve Bozyiğit, 2013).



Şekil 3. Ereğli’de Beyaz Kiraz Bahçesi



Şekil 4. Beyaz Kiraz (*Starks gold*)

Türkiye, bitki çeşitliliği açısından son derece önemli bir konuma sahiptir. Birçok farklı meyve türü yetiştirilir ve birçok meyve çeşidi bilinmektedir. Bu meyvelerden biri de tatlı kirazlardır. Tatlı kirazlar, *Prunus* cinsinin *Cerasus* alt cinsinde yer alır. *Rosaceae* familyasının *Prunodeae* alt familyasına aittirler. *Prunus avium* L. tatlı kirazı, *Prunus cerasus* L. ise ekşi kirazı temsil eder. Kirazın yenilebilir kısmı üç ana bölümden oluşur. Bunlar: Etili Kısım (Mesocarp),

kabuğun altında yer alan ve çoğunlukla etli ve sulu olan bölüm; Çekirdek (Endocarp), etli kısmın içinde yer alan sert ve düz bir çekirdek; Kabuk (Exocarp), kirazın dışında bulunan ince ve parlak dış tabakasıdır. Tatlı kirazların ağaçları ise, dik piramidal bir taç şekline sahip güçlü bir ağaçtır ve 18 metreye kadar büyüyebilir. Yetiştirme koşullarında, tatlı kirazlar genellikle 4 metreden daha kısa tutulur. Yapraklar genellikle büyük, eliptik şekilli, sivri uçlu, saplı ve belirgin damarlıdır (Anonymous, 2003).

Farklı meyve türlerinin besinsel özellikleri üzerine birçok çalışma bulunmaktadır, örneğin kızılcık, muz, çilek, nar, ardıç meyvesi, erik, portakal ve yaban meyveleri gibi. Ancak, yapılan araştırmada beyaz kiraz meyvesinin biyoaktif özelliklerini ve diyabet etkileri üzerine detaylı bir inceleme literatürde sınırlı sayıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada, beyaz kiraz meyvesinin bileşimi ve biyoaktif özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Beyaz kiraz meyvesinden elde edilen fitokimyasallar, metanol, etanol ve hekzan gibi farklı çözücüler kullanılarak ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu ekstraktların bileşimleri analiz edilirken, aynı zamanda biyoaktiviteleri *in vitro* olarak araştırılmıştır:

1. Toplam fenolik bileşiklerin miktarının belirlenmesi
2. Antioksidan aktivitelerin ölçülmesi
3. Tip 2 diyabet adına önemli olan  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz enzimlerinin inhibisyon etkilerinin araştırılması
4. Antibakteriyel aktivitenin incelenmesi

## 2. GENEL BİLGİLER VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. *Prunus avium* L. (Starks Gold) / Beyaz Kiraz Meyvesi

*Prunus* cinsine ait olan ve alt türü *avium* olan bu ağaç, *Rosaceae* ailesinin *Prunoideae* alt ailesine mensuptur. Doğal olarak Asya kökenlidir ve yapraklarını döken bir özelliğe sahiptir (Gonçalves ve diğ., 2006). *Prunus avium* olarak adlandırılan tatlı kiraz meyvesi, dünya genelinde, özellikle ılıman iklim bölgelerinde sevilen bir meyvedir. Bu meyve, yüksek su içeriği ve düşük kalori seviyesiyle bilinirken, aynı zamanda zengin biyoaktif bileşenlere sahiptir (Serra ve diğ., 2011).

Aslen Hazar Denizi ile Karadeniz arasında bulunan bölgelerde doğal olarak yetişir. Bu durum, Türkiye'nin kirazın kökeni için önemli bir merkez olduğunu gösterir. Ülkemizin coğrafi konumu ve elverişli iklim koşulları, çeşitli ürünlerin yetiştirilmesine olanak sağlar ve bu da diğer ülkelere göre bir avantaj sunar (Aydın, 2012). Türkiye'de bulunan 58 türle, *Rosaceae* familyasına ait 37 cins ve 297 türün %24'ünü oluşturur (Davis, 1972; Erik ve Tarıkahya, 2004). Bu nedenle, Türkiye, dünya çapında kiraz üretiminde önde gelen ülkelerden biridir. Kirazın kültürü, diğer birçok meyve türü gibi, tarihsel olarak Anadolu'da yapılmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin kirazın tarıma kazandırılması ve kültürünün geliştirilmesinde erken dönemlerden itibaren bir rol oynadığını göstermektedir (Sağlam, 2007). Modern tarım yöntemleriyle birlikte kiraz çeşitliliği de artmıştır (Başkaya, 2013).

2020 yılında en fazla ihracat 90,6 milyon dolar ile Almanya'ya gerçekleştirilmiştir. Bunu sırasıyla Rusya, Avusturya, Norveç ve Hollanda takip etmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Kaynak: TÜİK

| <b>2020 YILI KİRAZ<br/>İHRACAT TABLOSU</b> |                          |                      |
|--------------------------------------------|--------------------------|----------------------|
| <b>Ülke adı</b>                            | <b>İhracat Miktar kg</b> | <b>İhracat Dolar</b> |
| Almanya                                    | 25.894.246               | 90.641.528           |
| Rusya Federasyonu                          | 29.599.421               | 51.775.612           |
| Avusturya                                  | 3.875.831                | 13.638.196           |
| Norveç                                     | 1.521.901                | 7.847.157            |
| Hollanda                                   | 2.141.405                | 7.663.033            |
| İtalya                                     | 2.753.687                | 6.697.724            |
| Hong Kong                                  | 1.327.929                | 5.921.553            |
| Çin                                        | 1.382.911                | 4.491.772            |
| Irak                                       | 7.242.675                | 4.430.529            |
| İsveç                                      | 1.362.505                | 4.019.130            |
| Danimarka                                  | 1.238.481                | 3.932.186            |
| Birleşik Krallık                           | 1.373.109                | 3.895.885            |
| İspanya                                    | 987.820                  | 2.450.640            |
| BAE                                        | 473.362                  | 2.284.040            |
| Singapur                                   | 514.203                  | 2.274.967            |
| Belarus                                    | 1.080.996                | 1.707.878            |
| Polonya                                    | 448.260                  | 1.343.905            |
| Fransa                                     | 446.831                  | 1.240.636            |
| Letonya                                    | 388.440                  | 900.491              |
| Malezya                                    | 213.228                  | 863.325              |
| Gürcistan                                  | 578.608                  | 702.824              |
| Güney Afrika Cumhuriyeti                   | 128.981                  | 634.811              |
| Romanya                                    | 127.795                  | 439.265              |
| Katar                                      | 69.693                   | 346.181              |
| Bulgaristan                                | 215.434                  | 343.661              |
| Hindistan                                  | 77.507                   | 333.557              |
| Kuzey Kıbrıs Türk Cum.                     | 353.786                  | 327.163              |
| Litvanya                                   | 99.000                   | 270.533              |
| Suriye                                     | 430.800                  | 245.771              |
| Endonezya                                  | 45.416                   | 242.180              |
| Bahreyn                                    | 44.993                   | 213.539              |
| Kuveyt                                     | 53.473                   | 206.197              |
| Belçika                                    | 78.500                   | 200.976              |
| Ukrayna                                    | 187.018                  | 195.765              |

Kiraz meyvesi kabuğun rengi, meyvesinin sertliği, suda çözünabilir kuru madde oranı, meyve ağırlığının yanı sıra düşük kalorisi ve iyi bir potasyum, kalsiyum, vitamin kaynağı ile tüketiciye hitap eden bir meyvedir (Wani ve diğ., 2014). Özellikle glikoz ve fruktoz olmak üzere toplam şeker miktarının %80'den fazlasını içermektedir. Kiraz meyvesinin yaklaşık, 1500 mg/kg toplam fenolik madde içerdiği bilinmektedir. Fenolik bileşikler, besin değeri olmayan bileşikler

olarak kabul edilse de, biyolojik sistemler üzerinde özellikle antioksidan aktivite açısından çeşitli özel etkilere sahip oldukları bilinmektedir (Usenik ve diğ., 2008; Göksel ve Aksoy, 2014). Kirazların besin değeri ve biyoaktif içeriği, çeşidine özgüdür ve aynı zamanda olgunluk aşaması ve etkili olan iklim koşullarına da bağlıdır (Usenik ve diğ., 2008).

Kirazlar, sağlıklı bir diyetin yanı sıra birçok besin maddesi ve fitokimyasalın mükemmel bir kaynağıdır. Bunlar, hidroksisinamat, flavonoller, prosiyanidinler ve antosiyaninler de dahil olmak üzere çeşitli fenolik bileşikler içerirler (Gao ve Mazza, 1995; Usenik ve diğ., 2010; Liu ve diğ., 2011). Kirazlar aynı zamanda fenolik asitler açısından da zengindir, özellikle hidroksisinamik asit türevleri bol miktarda bulunur (Usenik ve diğ., 2010; Liu ve diğ., 2011). Bu bileşenler, kiraz meyvelerinin rengini antosiyaninlerle birlikte etkileyerek önemli bir rol oynarlar (Mazza ve Brouillard, 1990; Mozetiç, Trebse ve Hribar, 2002). Ayrıca, meyvelerin fenolik içeriği ile antioksidan aktivitesi arasında güçlü ilişkiler bulunmuştur (Usenik, Fabcic ve Stampar, 2008; Serra, Duarte, Bronze ve Duarte, 2011).

Beyaz Kiraz (*Starks gold*), orta irilikte, sarı renk, yuvarlak ve orta kalite bir meyvedir. %3 oranında meyve çatlaması yapar ve taşımaya dayanıklılığı azdır. Besin değeri açısından zengin bir meyvedir. Özellikle kırmızı kirazlara oranla yüksek C vitamini içeriğine sahiptir bu da bağışıklık sistemini güçlendirir ve hücrel hasarı önlemeye yardımcı olur. Ayrıca potasyum, magnezyum ve kalsiyum gibi mineraller içerir; bu mineraller kalp ve kemik sağlığını destekler. Şeker içeriği doğal olarak yüksek olup, tatlı bir lezzet sunar ve diyet lifi bakımından da zengindir, bu da sindirim sağlığını teşvik eder

Beyaz kiraz bazı fenolik bileşenler ve flavonoidler içerir; bu bileşenler serbest radikalleri nötralize ederek hücrel hasarı azaltabilir. Bu besin profili, beyaz kirazı hem besleyici hem de sağlıklı bir seçenek yapar (Demir ve diğ., 2022).

**Tablo 2.** Kiraz meyvesinin 100 g meyve etindeki kimyasal içerik (Özçağıran ve diğ., 2005)

| Kimyasal İçerik | Ortalama Değer |
|-----------------|----------------|
| Su              |                |
| Protein         |                |
| Yağ             |                |
| Karbonhidrat    | 83.6 (g)       |
| Mineral madde   | 0.8 (g)        |
| Sodyum          | 0.5 (g)        |
| Potasyum        | 14.0 (g)       |
| Magnezyum       | 0.6 (g)        |
| Kalsiyum        | 1.8 (mg)       |
| Manganez        | 227.0 (mg)     |
| Demir           | 0.8 (mg)       |
| Kobalt          | 0.5 (mg)       |
| Bakır           | 0.10 (mg)      |
| Fosfor Klor     | 25.0 (mg)      |
| Karoten         | 61.0 (mg)      |
| Vitamin B1      | 0.3 (mg)       |
| Vitamin B2      | 0.03 (mg)      |
| Nikotinamid     | 0.03 (mg)      |
| Vitamin B6      | 0.25 (mg)      |
| Vitamin C       | 0.04 (mg)      |
| Limon Asidi     | 10.5 (mg)      |
| Toplam Asit     | 15.0 (mg)      |
|                 | 680.0 (mg)     |

## 2.2. Fitokimyasalların Sağlık Üzerindeki Rolü

Dünya genelinde, sağlık sorunlarını tedavi etmek veya önlemek amacıyla biyoaktif özelliklere sahip fitokimyasal bileşenler içeren bitkileri kullanan insanların oranı, dünya nüfusunun %64'lük kısmını oluşturmaktadır (Sökmen ve Gürel, 2001).

Fitokimyasallar, bitkilerin ikincil metabolik faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan ve insan beslenmesi için temel bir değeri olmayan, ancak sağlık açısından olumlu etkilere sahip kimyasal bileşiklerdir (Visioli ve diğ., 2000; Ecem ve Sevindik, 2019).

Bu bileşikler, bitkilerin doğal savunma sistemlerinin bir parçası olarak renk, aroma ve dış etkenlere karşı koruma özellikleri sağlarlar (Vasanthi, Nirupama ve Padmasri, 2012). Fitokimyasallar ayrıca bitkilerin fiziksel özelliklerinin oluşmasında da rol oynarlar ve bitkilerin renk, koku ve tat gibi özelliklerini etkilerler. Diyetimizde mikro besin öğeleri olarak kabul edilirler (Cemeroğlu, 2004). Sonuç olarak, fitokimyasallar bitkilerin doğal savunma sistemlerinin ve görsel özelliklerinin birleşiminde kilit bir rol oynarlar (Balch, 1997).

Fitokimyasalların en yaygın olarak bilinen türleri “fenolik bileşikler”dir ve meyve ile sebzelerin tüm kısımlarında bulunurlar (Karakaya ve diğ., 2001; Kafkas ve diğ., 2008). Bu fenolik bileşikler, sağlık açısından biyoaktif bileşikler olarak adlandırılır ve büyüme ile gelişme açısından önemli bir role sahiptirler (Karaaltın ve diğ., 2005; Erbaş, 2006). Bağırsak florasındaki pH ve iyonik dengeyi düzenleyip, hücreyi çevresel faktörlere karşı daha dirençli hale getirip hücre içi matrislerin de bütünlüğünü korurlar. Düşük konsantrasyonlarda oksidasyonu geciktirme veya önleme aynı zamanda sabit formda kalma özelliğine sahiptirler. Kanser hücrelerinin inhibisyonunda, enzimlerin aktivitesini artırıp; nitrozamin gelişimin önleyerek kanser ve tümör oluşumu riskini azaltırlar (Güney ve diğ., 2008).

Fitokimyasallar ayrıca, hastalıkları önleme, antialerjenik, antikarsinojen, antienflamatuar, antimikrobiyal, antitrombotik, antiaterojen, antiülser ve kan damarlarını genişletme gibi görevlerde de bulunurlar (Weisburger, 2000; Cemeroğlu, 2004).

Fitokimyasallar, basit moleküllerden yüksek polimerize bileşiklere kadar farklı şekillerde sınıflandırılabilirler. Karmaşık yapı ve geniş bir aileye sahip olan fenolik bileşikler, temel olarak flavanoidler ve non-flavanoidler (fenolik asitler) olarak ikiye ayrılır. Antioksidan fitokimyasallar, (kumarinler, flavonoidler, liganlar, sinamik asitler, fenilpropanoidler, monoterenler, diterpenler, triterpenler, tanenler) bitkilerin her yerinde bulunabilirler. Araştırmalar bu fitokimyasalların oksidatif stresin neden olduğu hastalıklara karşı koruduğunu kanıtlamıştır (Chanwitheesuk, Teerawutgulrag ve Rakariyatham, 2005).

Kelley ve diğ., (2006) da tatlı kiraz (*Prunus avium*) tüketiminin antienflamatuar etkilerini araştırmışlar. Çalışma sonucunda günde 280 gram tatlı kiraz tüketen katılımcıların 28 gün sonunda, C-reaktif protein (CRP) ve nitrik oksit (NO) gibi değerlerin kan seviyelerinde azalma gösterdiği bildirilmiştir. Bu bulgular, düzenli olarak tatlı kiraz tüketiminin antienflamatuar etkilere sahip olabileceğini göstermiştir.

İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, günlük yaklaşık 45 kiraz (*P. avium* L.) tüketilmesinin plazma lipofilik antioksidan kapasitesini arttırdığı bildirilmiştir (Prior ve diğ., 2007).

Kolon kanseri hastalar ile yapılan çalışmada, 9 hafta sonunda 20 g liyofilize ahududu tozu takviyesi sonunda granülosit makrofaj koloni uyarıcı faktör, interferon- $\gamma$  ve IL-8, TNF- $\alpha$  10 gün sonra değişerek azalmış ve apoptozis ve anjiyogenesistede azalma gözlemlenmiştir (Mentor-Marcel ve diğ., 2012).

Del Bó ve diğ., (2013) sağlıklı erkek bireyler ile yaptıkları araştırmada, tek doz 300 g yaban mersini tüketiminden 1 saat sonra kontrol örnek ile karşılaştırıldığında hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) kaynaklı DNA hasarında %18 azalma meydana gelmiştir. Yine yaban mersini takviyesinden sonra endojen DNA hasarı, periferik arter fonksiyonu ve nitrik oksit (NO) seviyeleri için önemli farklar gözlemlenmiştir.

Bir başka çalışmada, sağlıklı yetişkin bireylere 14 gün boyunca 500 g çilek takviyesi verilmiş ve 14 günün sonunda lipid oksidasyonundan önceki gecikme fazında önemli bir artış görülmüştür. Bununla birlikte, açlık plazma antioksidan aktivitesi ve C vitamininde de artış gözlemlenmiştir (Tulipani ve diğ., 2014).

### **2.3. Fitokimyasalların Diyabet Potansiyeli**

İnsanlar tarih boyunca, doğadan elde ettikleri bitkileri farklı işlemlerden geçirerek birçok hastalığın tedavisi için kullanmışlardır. Ancak teknolojinin gelişmesiyle birlikte, yeni tedavi yöntemleri ve ilaçlar ortaya çıkmış olsa da, bu ilaçların potansiyel yan etkileri önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu nedenle, bitkilerin sağlık üzerindeki etkilerini inceleyen bilimsel nitelikli çalışmalara olan ilgi artmış olup, biyoaktif özelliklere sahip bitkilere yönelik araştırmalar daha derinlemesine yapılmıştır (Kürşat ve Erecevit, 2009).

Diyabet, kan şekerinin kontrolsüz bir şekilde yükselmesiyle karakterize edilen bir sağlık sorunudur. Bu bağlamda, fitokimyasalların özellikle antioksidan etkileri ve diğer fonksiyonel özellikleri aracılığıyla, diyabet üzerinde olası etkileri incelenmektedir. Fitokimyasalların tüketimi, diyabetin tedavisine katkı sağlayabilirken aynı zamanda kalp-damar rahatsızlıkları ve kanser riskinin azalmasına da potansiyel sağlayabilir (Ecem, 2019). Ayrıca, fitokimyasalların yüksek tansiyon, enflamatuvar hastalıklar, viral ve paraziter hastalıklar gibi çeşitli sağlık

sorunlarında potansiyel yararları üzerine yapılan bilimsel çalışmalar da artmaktadır (Ayşe ve diğ., 2018).

Diyabetin erken aşamalarında kullanılan tedavi yaklaşımı, sindirim sistemindeki  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glikozidaz enzimlerini inhibe ederek karbonhidratların sindirimini azaltmayı amaçlar. Bu enzimlerin inhibisyonu, sindirim sürecinde glikozun emilimini yavaşlatarak yemek sonrası kan glikoz seviyelerinin düşmesine yardımcı olur. Bu terapötik strateji, diyabetin kontrol altına alınmasında etkili olmaktadır (Tundis ve diğ., 2007).

Diyetimizde bulunan nişastanın sindirimi, kandaki glikozun temel kaynağıdır ve bu süreçte  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glikozidaz enzimleri önemli rol oynar. Bu enzimlerin inhibe edilmesi, karışık karbonhidrat içeren bir diyetin ardından yemek sonrası kan glikoz seviyelerinde belirgin bir düşüş sağlayabilir. Bu nedenle, bu yaklaşımın tip 2 diyabetle ilişkili hipergliseminin tedavisinde önemli bir yöntem olabileceğine inanılmaktadır (Lordan ve diğ., 2013).

Diyabet (DM) hem ülkemizde hem de dünyada hızla artmakta olup, hastalığın etkili yönetimi için glisemik kontrol kritik bir öneme sahiptir. Diyabet, lipid metabolizmasında bozulmalara yol açabilir ve bu durum, özellikle kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalıklarla ilişkilendirilmiştir. Dislipidemi, vasküler bütünlüğü, yapısını ve fonksiyonunu olumsuz yönde etkileyebilir. Kiraz gibi antioksidan ve anti-inflamatuar özelliklere sahip meyveler, diyabet hastalığı ve lipid metabolizma bozukluklarının yönetiminde etkili olabilecek potansiyele sahiptirler. Bu meyveler, sağlık için önemli bir bileşen olarak düşünülmektedir (Yamaş, 2019).

Marles ve Farnsworth (1994) tarafından yapılan araştırmada, kan glikozunu düşüren etkilere sahip 200'den fazla saf bitki bileşiği ve diyabet semptomlarını hafifletmek için kullanılan etnobotanik veya deneysel olarak 1200'den fazla bitki türünün saptandığı belirtilmiştir. Subramoniam (2016), çalışmasında ise diyabet mellitus hastalığını iyileştirebilecek potansiyele sahip 800'den fazla bitki türünün tanımlandığı vurgulanmıştır.

Diyabet tedavisinde kullanılan akarboz, vogliboz, miglitol gibi ilaçlar  $\alpha$ -glikozidaz ve  $\alpha$ -amilaz aktivitelerini inhibe etmek için tercih edilir. Bu ilaçlar, kan glikoz seviyelerinin yükselmesini önlemekte etkili olsalar da, uzun süreli kullanımları istenmeyen yan etkilere yol açabilir. Bu sebeple, doğal bitkilerden elde edilen  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glikozidaz inhibitörleri üzerinde

araştırmalar artmıştır; çünkü bunlar herhangi bir yan etki göstermemektedir (Lordan ve diğ., 2013).

Kam ve diğ., (2013) yaptığı bir çalışmada, armut türlerinin kabuk ve meyve etinden elde edilen ekstraktlarının  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glikozidaz aktivitesine etkisini araştırmış ve her iki türden elde edilen kabuk ve meyve ekstraktlarının enzimleri yüksek derecede inhibe ettikleri sonucuna varılmıştır.  $\alpha$ -amilazı inhibe etme derecesi açısından sulu meyve eti ekstraktlarının etanol ile olan meyve eti ekstraktları ve kabuk ekstraktlarından daha yüksek inhibe edici aktivite sergilediği bildirilmiştir.

Yafez (2021), tarafından yapılan bir araştırmada, kayısı meyve suyu üretimi sonrasında geriye kalan posa ve çekirdekten elde edilen ürünlerin anti-diyabetik özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kayısı posasının diyabet ve tansiyon hastalarında olumlu etkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Bir çalışmada, "zerlik" olarak bilinen ve nazarlık olarak kullanılan *P. Harmala* bitkisinin meyve ve herbasından hazırlanan metanol ekstraktlarının  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glikozidaz inhibisyonu incelenmiştir.  $\alpha$ -glikozidaz inhibisyon deneyinde, meyve ekstraktı 5 mg/mL konsantrasyonda %36 oranında inhibisyon göstermişken ( $IC_{50}=6907 \mu\text{g/mL}$ ), akarboz %63 inhibisyon sağlamıştır ( $IC_{50}=4738 \mu\text{g/mL}$ ). Herbası ise herhangi bir etki göstermemiştir.  $\alpha$ -amilaz enzim inhibisyon deneyinde ise 5 mg/mL konsantrasyonda inhibisyon sıralaması şöyle olmuştur: akarboz (%59) > herba (%32) > meyve (%29). Meyve ve herbanın, *C. tropicalis* mayası üzerinde en etkili olduğu belirlenmiş ve her ikisi için de minimal inhibisyon konsantrasyonu (MİK) 160  $\mu\text{g/mL}$  olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular, *P. harmala*'nın potansiyel olarak antidiyabetik ve antimikrobiyal özelliklere sahip olabileceğini ve sentetik ilaçlara alternatif bir bitkisel çözüm sunabileceğini göstermektedir (Yuca ve diğ., 2022).

#### **2.4. Fitokimyasalların Antibakteriyel zellikleri**

Antibakteriyel maddeler, mikroorganizmaların neden olduğu hastalıklarla mücadelede hayati bir rol oynar. Bu maddeler, hastalık etmeni mikroorganizmaların büyümesini kontrol edebilir veya yok edebilir. İnsan sağlığını korumak ve hastalıklarla savaşmak için tıpta ve sağlık sektöründe yaygın olarak kullanılırlar (Canales ve diğ., 2005).

Yapılan *in vitro* araştırmalarda, fenolik bileşiklerin çeşitli kf ve bakteri türlerinin gelişmesini önlediği ve bu sayede potansiyel enfeksiyon risklerinin engellenmesine ve patojenlerin kontrol edilmesine katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (Samy ve Gopalakrishnakone, 2010; Demir ve diğ., 2020). Bu alandaki çalışmalar, birçok bitkinin antibakteriyel etkinlik açısından potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır. Örneğin, *Calendula officinalis* L. bitkisi, 15 farklı mikroorganizma arasında *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı en yüksek inhibisyonu gösterdiği bulunmuştur (Larin ve diğ., 2015).

Fenolik bileşiklerin antibakteriyel etki mekanizması oldukça çeşitlilik göstermektedir ve farklı bileşikler farklı mikroorganizmalara karşı farklı etkiler gösterebilir (Rempe ve diğ., 2017). Örneğin, Kuersetin *Escherichia coli* ve *Helicobacter pylori* gibi bakterilere karşı farklı bir etki mekanizması sergileyebilir; hücre zarını parçalayarak ve DNA interkolasyonuna (DNA intercalation; DNA gyrase inhibition, Type III secretion inactivation) yol açarak antimikrobiyal etkisini gösterebilir (Wu ve diğ., 2013).

*Staphylococcus* cinsine ait olan ve *Micrococcaceae* familyasında bulunan *Staphylococcus aureus*, gıda zehirlenmesinin önemli nedenlerinden biridir (Tunail, 2000). Bu bakteri, insanlarda gıda zehirlenmesiyle birlikte çeşitli sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Omoe ve diğ., 2004; Stevens, 2007). *Escherichia coli* ise; insanların ve hayvanların bağırsak sistemlerinde doğal olarak bulunan bir bakteridir ve genellikle zararsızdır. Ancak, bazı türleri insanlarda hastalıklara neden olabilir (Halkman ve diğ., 2001).

Silva ve diğ., (2013) yaptığı bir çalışmada, Portekiz'de sıklıkla kullanılan kekik, keklilotu, biberiye, fesleğen, yarpuz, nane, yer minesi ve bahçe nanesi gibi aromatik bitkilerden ekstrakte edilen uçucu yağların 7 farklı gram pozitif bakteri ve 3 farklı gram negatif bakteriye olan antimikrobiyel etkisi *in vitro* olarak incelenmiştir. Yöntem olarak agar difüzyon kullanılan bu çalışmada, *S. Aureus*'un yağlara en duyarlı olduğu ve *P.aeruginosa*'nın en az duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Kullanılan uçucu yağlar arasında en yüksek aktiviteyi kekik, keklilotu ve yarpuz göstermiştir. Kekik yağının, en düşük konsantrasyonda bile antimikrobiyel aktivite göstermesi, gıdadan kaynaklanan hastalıklara ve gıda bozulmasına karşı doğal koruyucu etkisinin olduğunu kanıtlamışlardır.

Rahman ve diğ., (2015) Bangladeş'te yetişen bazı meyvelerin *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerinin üremesi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırma, Demirhindi, Hint bektaşı üzümü, yıldız meyvesi, ambarella ve shatkora meyvelerinin etanol ve su ekstraktlarının minimum inhibisyon değerlerini belirlemiştir. Bulgularına göre, meyve ekstraktlarının farklı bakteri suşlarının üremesini farklı şekillerde etkilediği ortaya konmuştur.

*Ornithogalum umbellatum* L. ekstraktının disk difüzyon yöntemi kullanılarak gram bakterilerine karşı antimikrobiyel aktivitesi incelenmiş olup, *Ornithogalum umbellatum* L. ekstraktı mikroorganizmalara karşı önemli düzeyde aktivite göstermiştir. En yüksek aktiviteyi ise gram pozitif bakteriler göstermiştir. Ekstrakt, *Staphylococcus aureus*'a karşı  $15.9 \pm 0.9$  mm değer ile en yüksek antimikrobiyel aktiviteyi sergilemiştir (Akgeyik ve diğ., 2021).

## **2.5. Fitokimyasalların Antioksidan Etkisi ve Fenolik Bileşikler**

Antioksidanlar, organizmanın serbest radikaller olarak adlandırılan zararlı moleküllerle savaşmasına yardımcı olan ve oksidasyon sürecini geciktiren veya engelleyen kimyasal bileşenlerdir (Lo ve diğ., 2002; Huang ve diğ., 2005; Sevindik, 2019). Antioksidanlar doğal olarak gıdalarda bulunabildiği gibi, gıdalardaki kimyasal reaksiyonlar veya Maillard reaksiyonu gibi süreçler sonucunda da oluşabilirler (Shahidi, 2000). İnsan vücudundaki antioksidan dengesi, yaşlanma, çevresel faktörler (örneğin, hava kirliliği), stres, yanlış beslenme alışkanlıkları ve yüksek yağ içeren diyetler gibi bir dizi etken nedeniyle değişebilir. Bu değişiklikler, oksidatif stres ve serbest radikallerin hücrelere zarar verdiği bir sürecin başlamasına yol açabilir. Vücut bu nedenle, dış kaynaklı antioksidanlara, yani fenolik bileşiklere, C ve E vitaminlerine, karotenoidlere ihtiyaç duyar (Samaranayaka ve diğ., 2011). Antioksidanlar sadece serbest radikallerle savaşmakla kalmaz, aynı zamanda yaşlanma etkilerini minimize ederek sağlıklı bir yaşam sürdürmeye katkıda bulunurlar (Baysal ve Yıldız, 2003). Sonuç olarak, antioksidanlar, serbest radikallerin neden olduğu hücresel hasarı azaltmada ve kronik hastalıkların riskini düşürmede önemli bir rol oynarlar. Ayrıca, bu antioksidanların vücutta dengeli bir şekilde alınması sağlıklı yaşam için gereklidir. Özellikle fenolik bileşikler, serbest radikallerle etkileşime girerek, metalleri bağlayarak ve lipoksigenaz enzimini etkisiz hale getirerek antioksidan etkilerini gösterirler. (Frankel, 1999; Cemeroğlu, 2007)

Serbest radikaller, normal metabolik süreçler sırasında vücutta oluşurlar ve biyolojik moleküllere zarar verebilirler. Antioksidanlar, bu zararlı etkilere karşı koruma sağlarlar. Bu bileşiklerin antioksidatif etkileri, özellikle C ve E vitaminleri, karotenoidler ve fenolik bileşikler gibi önemli besin öğeleri arasında belirgin olarak görülür (Kalt, 2005). Örneğin, C ve E vitaminleri ile birlikte beta-karoten gibi bileşikler, antioksidan savunma mekanizmasında etkili olarak, zararlı oksijen formlarını etkisiz hale getirerek ve oksidasyon zincir reaksiyonunu durdurarak antioksidan aktivite sergilerler. Bu bileşikler, tek başlarına veya bir araya gelerek sinerjik etki göstererek, oksidatif stresi azaltabilirler. (Elliot, 1999). Oksidatif stres, serbest radikallerin vücutta aşırı biriktiği durumu ifade eder. Bu durum, kanser, kalp hastalıkları, diyabet ve diğer birçok kronik hastalığın riskini arttırabilir. Antioksidanlar da burada devreye girer ve oksidatif stresi azaltarak bu tür hastalıkların oluşma riskini düşürebilirler (Halifeoğlu ve diğ., 2005; Lippmann ve diğ., 2007; Samaranayaka ve diğ., 2011).

Son yıllarda oksidatif stresin sebep olduğu kronik hastalıkların önlenmesi için antioksidan etkili fitokimyasal tüketiminin oldukça önemli olduğu birçok araştırmada bildirilmiştir (Yalçın, 2016). Fitokimyasallar; reaktif oksijen türleri ve oksidanları baskılamak için enzim üretimini aktive ederek, antioksidan etkisini gösterir (Zhang ve diğ., 2019). Ayrıca yapılan birçok çalışma, farklı bitkilerden izole edilen fenolik bileşiklerin ve diğer fitokimyasalların yüksek antioksidan kapasitelerine sahip olduğunu ortaya koymuştur (Husein, Liu ve diğ., 2014; Tan ve Lim, 2015; Joubert ve Gelderblom, 2016; Demir ve diğ., 2019). Antioksidan kapasitesi, hücrelerin oksidatif stresten korunmasında kritik bir rol oynar ve bu nedenle sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip olabilirler. Özellikle, bitkisel kaynaklardan elde edilen fitokimyasalların sentetik antioksidanlarla benzer seviyede antioksidan aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir (Beer ve diğ., 2017). Bu durum, doğal antioksidanların sentetik alternatiflere göre tercih edilebilirliğini ve doğal kaynaklardan elde edilen bileşiklerin sağlık açısından potansiyelini vurgulamaktadır.

Fenolik bileşikler gıdalarda bulunan önemli antioksidan bileşikleridir (Roginski ve Lissi, 2005) ve bitkilerin metabolizmasının bir ürünü olarak ortaya çıkan, insan sağlığına fayda sağlayabilen, ancak tüketilemeyen bileşiklerdir. (Saldamlı, 1998). Bu bileşikler, aromatik amino asit metabolizması sırasında üretilirler ve çeşitli fizikokimyasal özelliklere sahiptirler. Örneğin, bazı fenolik bileşikler çok sayıda monomerden oluşabilir, proteinlerle etkileşime girerek çökebilir ve su içinde çözünabilirler (Saldamlı, 1998). Bugüne kadar yaklaşık olarak

200.000 fenolik bileşimin izole edildiği bilinmektedir (Lattanzio, 2013). Ancak, bu sayı, bitkilerin içinde barındırdığı potansiyel fenolik bileşik çeşitliliğini yeterince yansıtmamaktadır ve hala keşfedilmeyi bekleyen birçok fenolik bileşimin olduğunu göstermektedir (Silva ve diğ., 2005).

Yapılan çalışmalar, yüksek fenolik içerikli gıdaları beslenmelerine dahil eden bireylerin koroner arter hastalığı riskinin azaldığını göstermektedir (Skowrya ve diğ., 2014). Kirazlarda çeşitli fenolik bileşiklerin hem yapraklarda hem de meyvelerde bulunduğu belirlenmiştir (Kim ve diğ., 2005; Kelebek, 2010; Ballistreri ve diğ., 2013; Martini ve diğ., 2017; Dziadek ve diğ., 2019). Kiraz tüketiminin sağlık yararları genellikle bu fenolik bileşiklerle ilişkilendirilmiştir. Fenolik bileşikler, yüksek antioksidan ve potansiyel kanser önleyici özelliklere sahip oldukları bilinmektedir (McCune ve diğ., 2010; Bhuyan ve Basu, 2017; Gündeşli ve diğ., 2021; Güney ve Gündeşli, 2022; Özyalın ve Yaman, 2023).

Tomas, Barberan ve Espin (2001), fenolik bileşiklerin meyve kalitesini ve besin değerini geliştirmekte rol oynadığını, renk, tat, aroma ve lezzeti değiştirdiğini ve aynı zamanda sağlık yararları sağladığını ifade etmişlerdir.

Velioğlu ve diğ., (1998) yaptıkları çalışmada, ayçiçeği, keten tohumu, buğday ruşeymi, karabuğday gibi 28 farklı bitkisel ürünün antioksidan aktivitelerini ve toplam fenolik maddelerini incelemişlerdir. Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler, bitkisel ürünlerin fenolik içeriğinin geniş bir aralıkta, yani 169 ile 10548 mg/100 g kuru ağırlık arasında değiştiğini göstermiştir. Aynı şekilde, antioksidan aktiviteleri de %53.7 ile %99.1 arasında değişkenlik göstermiştir. Araştırmacılar, tüm bu bitkisel materyaller arasında toplam fenolik içeriği ile antioksidan aktiviteleri arasında güçlü ve anlamlı bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Kiraz ekstraktlarının antioksidan aktivitesi, farklı araştırma yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Yapılan bir çalışmada, ekşi kirazlardan elde edilen ekstraktların antioksidan kapasitesinin 1.145 ile 1.916  $\mu$ mol Trolox eşdeğerleri (TE) / 100 g arasında olduğu tespit edilmiştir (Blando ve diğ., 2004). Bu sonuçlar, kirazların antioksidan potansiyelinin diğer meyvelerle kıyaslandığında oldukça ilgi çekici olduğunu göstermektedir. Örneğin, çilek ve elma gibi meyvelerle kıyaslandığında kirazın antioksidan kapasitesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Lister ve diğ., 2002).

Farklı meyve kabuğu renklerine sahip altı tatlı kiraz (*Prunus avium* L.) çeşidinde toplam fenolik madde ve antioksidan içeriği araştırılmıştır. Toplam antioksidan aktivitesi değerleri, %51,13 ile %75,33 arasında değişirken, toplam fenolik içerikleri 148 ile 321 mg (GAE) / 100 g FW arasında ölçülmüştür. Antioksidan aktivitesi siyah kabuk rengindeki meyvelerde, sarı/beyaz kabuk renkli olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, siyah, koyu kırmızı, kırmızı ve sarı kabuklu tatlı kiraz meyveleri arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda, tatlı kiraz meyvelerindeki toplam fenolik içeriğin 23 ila 264 mg GAE/100 g taze ağırlık aralığında olduğu belirtilmiştir. Bu, bitki genotipinin tatlı kirazlardaki toplam fenolik içeriğini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir (Karlıdağ ve diğ., 2009).

Pakistan'dan elde edilen rezene tohumunun biyoaktif bileşenlerinin araştırıldığı çalışmada; %80 metanol ile ekstraktının toplam fenolik içeriği  $0.77 \pm 0.01$  mg GAE/g bitki olarak bildirilmiştir (Anwar ve diğ., 2009)

Bir çalışmada (Şen ve diğ., 2014), İzmir ilinde yetiştirilen Napolyon ve 0900 Ziraat kiraz çeşitlerinin antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir ve sırasıyla 13.32 ve 7.93  $\mu\text{mol TE/g YA}$  olarak ölçüldüğü belirtilmiştir. Ayrıca, Tokat'ta yapılan başka bir çalışmada, 0900 Ziraat çeşidinin TA (Toplam Antioksidan) miktarının 8.10  $\mu\text{mol TE/g YA}$  olduğu rapor edilmiştir (Öztürk ve diğ., 2013).

Bazı kurutulmuş meyvelerin antioksidan aktiviteleri ve fenolik madde içerikleri üzerine yapılan bir araştırmada ayva, şeftali, elma, muz, portakal, çilek greyfurt, kivi, karpuz, kavun, domates örneklerinin fenolik içerikleri geniş bir aralıkta (219-5386 mg GAE/kg kuru madde) belirlenmiştir (Ertekin ve Seydim, 2014)

Çek Cumhuriyeti'nde 15 yerel kiraz (*Prunus avium* L.) çeşidi ile yapılan bir araştırmada, “Lyonská Raná” çeşidinin en yüksek toplam polifenol içerdiği (202.28 mg GAE/100 g YA) ve yüksek antioksidan aktiviteye (ABTS - 2765.3 mmol TE/100 g YA, FRAP - 1663.67 mmol TE/100 g YA) sahip olduğu belirlenmiştir. ‘Šakvická’ çeşidinin ise en düşük polifenol içeriğine ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir (Nawirska-Olszańska ve diğ., 2017).

Yapılan bir çalışmada, Mersin'in Toroslar bölgesinde ekolojik koşullarda yetişen beyaz kiraz (starks gold) çeşitlerinde hasat sonrasında soğukta muhafaza edildiğinde antioksidan kapasitesi

değişimleri incelenmiştir. Depolama süresince kontrol grubunun, 12. gün; 7.277  $\mu\text{mol TE/g}$  değeri ile en yüksek; 4. gün; 3.410  $\mu\text{mol TE/g}$  değeri ile en düşük antioksidan kapasitesine sahip olduğu bildirilmiştir (Durmaz, 2019).

Kuşburnu çeşitleri olan *R. moschata*, *R. canina*, *R. rubiginosa*, *R. dumalis ssp. dumalis*, *R. dumalis ssp. coriifolia*, ve *R. villosa* türlerinin antioksidan içerikleri ve aktiviteleri araştırılmıştır. Çalışmada, ekstraktların kuru madde üzerindeki FRAP değerleri 983.4-2187.1  $\mu\text{mol/g}$  arasında, TEAC değerleri ise 457.2-626.2  $\mu\text{mol/g}$  arasında değişim göstermiştir ( Gao ve diğ., 2000).

Beyaz dut, meyve ve yapraklarının antioksidan kapasitesinin incelendiği bir çalışmada, meyve ve yaprakları kurutulularak, su, metanol ve aseton ile ekstrakte edilmiş; çalışma sonucunda en iyi serbest radikal giderme aktivitesi (DPPH) aseton ile hazırlanan ekstraktlarda bulunmuştur (EC<sub>50</sub>: dut-aseton 37,31 ( $\mu\text{g/g}$ ) ; yaprak-aseton 25,61 ( $\mu\text{g/g}$ ) (Küçükyıldırım, 2017).

Bir araştırma kapsamında, kuşburnu meyvesinin antioksidan özelliklerini belirlemek için farklı yöntemler kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, kuşburnu meyvesinin antioksidan kapasitesi DPPH, CUPRAC, ABTS ve FRAP yöntemleri ile sırasıyla 25,03; 64,93; 35,93 ve 13,14 mg TEAC/mL olarak belirlenmiştir (Macit, 2018).

Gilaburu meyvesi üzerine yapılan bir çalışmada, DPPH ile yapılan analiz % 52.5, ABTS değeri 72.8  $\mu\text{mol TE/g FW}$ , FRAP ile yapılan analiz değeri ise 122.6  $\mu\text{mol Fe II/g FW}$  olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, gilaburu meyvesinin önemli ölçüde antioksidan kaynağı olduğu ve tıbbi amaçlı kullanılmasına yönelik araştırmaların çoğaltılması gerektiği ifade edilmiştir (Arslan ve diğ., 2018).

Güldemir ve diğ., (2020) yaptığı araştırmada, yabani ekşi elma (*Malus sylvestris* Miller) üzerinde dört farklı kurutma yönteminin antioksidan aktiviteleri ve fenolik madde içeriği üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, toplam fenol içeriği açısından en düşük değer, elmanın oda şartlarında kurutulmasıyla elde edilmiş, en yüksek fenolik madde içeriği ise sıcak havada kurutulan elmaların örneğinde tespit edilmiştir. Yabani ekşi elma örneklerinin antioksidan aktivite seviyeleri, FRAP, CUPRAC ve  $\beta$ -karoten yöntemleri kullanılarak belirlenmiş olup, FRAP yöntemine göre, en yüksek antioksidan aktivitenin

dondurarak kurutma yöntemiyle elde edildiği, en düşük aktivitenin ise oda sıcaklığında kurutulan elmaların örneğinde gözlemlendiği rapor edilmiştir. CUPRAC yöntemine göre, sıcak havada kurutulan elmaların oda sıcaklığında kurutulanlardan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.  $\beta$ -karoten yöntemine göre ise, dondurarak kurutulan elmaların, infrared ışınları ile kurutulan elmalara oranla daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada (*Prunus avium*) kiraz yapraklarından farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktların toplam fenolik ve flavonoid içeriği, antioksidan kapasiteleri ve enzim inhibitör etkileri araştırılmıştır. Antioksidan kapasiteyi belirlemek için DPPH, FRAP, ABTS, CUPRAC, fosfomolibdat ve metal şelatlama analizleri yapılmıştır. Enzim inhibitör aktivitesi için ise; AChE, BChE,  $\alpha$ -amilaz,  $\alpha$ -glukozidaz ve tirozinaz enzimlerine karşı analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, su ekstraktı 66.65 mgGAE/g değeri ile en yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu belirtilmiş ve antioksidan analizlerinde de su ekstraktı yüksek sonuçlar sergilemiştir. En yüksek enzim inhibitör etkisi ise metanol içeren ekstraktlarda gözlemlenmiştir (Uysal, 2020).

Bu çalışmalar, bitkisel kaynaklı besin maddelerinin sağlık açısından önemini vurgulamakta ve doğal besinlerin antioksidan kapasitelerinin çeşitliliğine dikkat çekmektedir.

## 2. MALZEME VE METOT

### 3.1. Malzeme

#### 3.1.1. Beyaz kiraz meyvesi

Beyaz kiraz (*Prunus avium* L. starks gold) meyvesi Konya'nın Ereğli ilçesinde bulunan yerli üreticiden, sap ve çekirdekleri ayrılarak 5 kg civarında temin edilmiş olup, -25 ° C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

#### 3.1.2. Kimyasallar ve Mikroorganizmalar

Çalışmamızda kullanılan enzim ve kimyasallar, Sigma (Sigma Chemical Company, MO, USA) ve Merck (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) şirketlerinden temin edilmiştir.  $\alpha$ -glukozidaz,  $\alpha$ -amilaz enzimleri Sigma Kimya Şirketi'nden (Missouri, ABD) alınmıştır. Formik asit, amonyum format, kloroform, metanol, etanol ve HPLC dereceli asetonitril Merck'ten (Darmstadt, Almanya) tedarik edilmiştir. Folin-Ciocalteu, disodyumhidrojen fosfat, sodyum hidrojen fosfat, sodyum karbonat Merck'ten (Darmstadt, Almanya) satın alınmıştır. Gallik asit, Fluka (ABD) firmasından temin edilmiştir. 3,5-Dinitrosalisilik asit, p-nitrofenil- $\alpha$ -D-glukopiranosid, p-nitrofenol (pNPG), domuz pankreas- $\alpha$ -amilaz,  $\alpha$ -glukozidaz, potasyum sodyum tartrat tetrahidrat Sigma-Aldrich (Avustralya) firmasından sağlanmıştır. Analizlerde kullanılan bakteriler *S. Aureus* ve *E. Coli* Çukurova Üniversitesi'nin Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarı'ndan alınmıştır. BIOANALYSE® markasına ait diskler kullanılmıştır.

#### 3.1.3. Araç - Gereçler

Meyvelerin kurutulma aşamasında, "Christ Alpha 2-4 Ld" markalı bir liyofilizatör kullanılmıştır. Karıştırma işlemleri için, "Hettic Universal 320 R" adlı santrifüj cihazı tercih edilmiştir. Meyve ekstraktlarının elde edilmesinde ise "Buchı R-215" markalı bir evaporatör kullanılmıştır. Toplam fenolik madde miktarının, antioksidan aktivite ve enzim kapasitelerinin ölçümü için "Agilent Carry 60" adlı spektrometre kullanılmıştır. pH değerlerinin belirlenmesinde cam elektrotlu "Mettler Toledo Seven Compact" markalı bir pH-metre kullanılmıştır. Enzim inhibisyon deneylerinde ise "Memmert" markalı su banyosu tercih edilmiştir. Antibakteriyel kapasite ölçümleri için sterilizasyonda "Hirayama Ha-3miv" adlı

otoklav kullanılmıştır. Steril alan için "Legrand" markalı steril kabini ve "Mettmert IPP 110 (Almanya)" inkübatörü kullanılmıştır.



şekil 5. Liyofilizatör



şekil 6. Santrifüj



şekil 7. Evaporatör

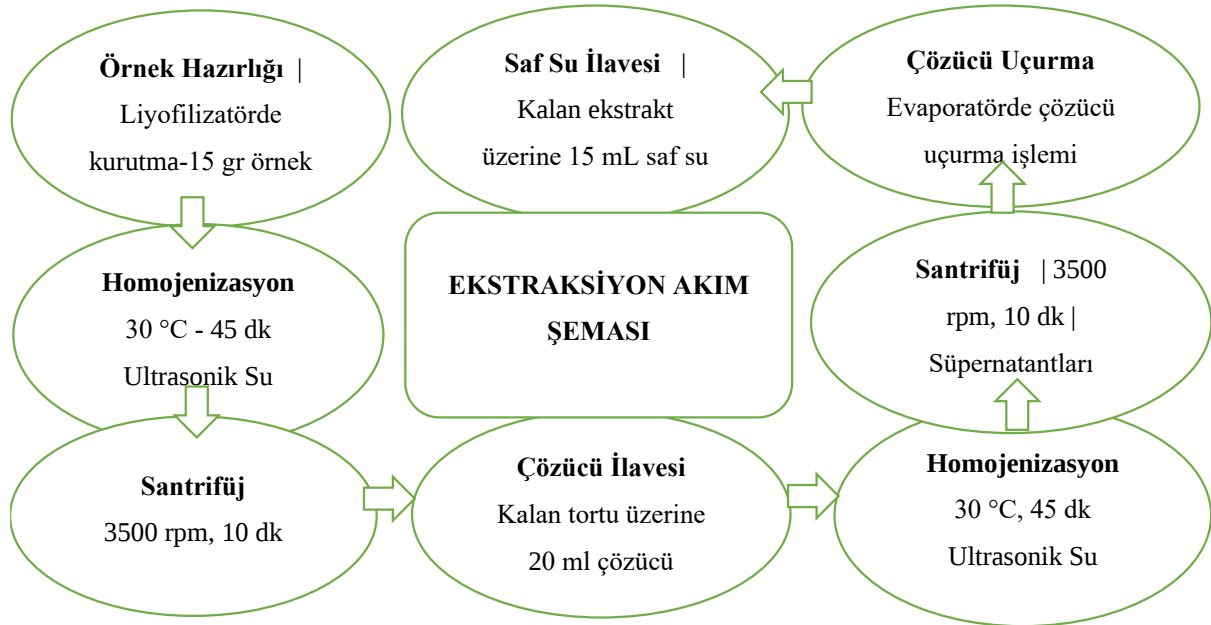


**Şekil 8.** Uv Spektrometre

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması

Meyve ekstraktlarının eldesi için Kam ve diğ., (2013) yöntemi uygulanmıştır. İlk aşamada, örnekle liyofilizatör ile kurutulmuştur. 15 gram örnek tartılarak üzerine çözücüler 200 ml eklenmiş ve blender yardımıyla homojen bir karışım elde edilmiştir (metanol, etanol ve hekzan). Karışım, 30°C'lik ultrasonik su banyosunda 45 dakika boyunca bekletilmiş ve ardından 10 dakika süreyle 3500 rpm hızında santrifüj edilmiştir. Bu işlemin sonucunda, katı ve berrak iki ayrı kısım elde edilmiştir. Elde edilen berrak sıvı, bir balona aktararak buzdolabında saklanmıştır. Geriye kalan katı kısma 20 mL çözücü eklenmiş ve işlemler tekrarlanmıştır. Elde edilen diğer berrak sıvı daha sonra birleştirilmiş ve vakum evaporatörde çözücüler uçurulmuştur. Elde edilen ekstrakt, son olarak 15 mL saf su ile çözündürülmüştür.



### 3.2.2. Toplam Fenolik Madde Analizi

Meyve ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı analizi Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Apostolu ve diğ., 2013). Bu analizde, 100 mL'lik bir balona 1 mL meyve ekstraktı eklenmiş ve üzerine 60 mL saf su ilave edilerek karıştırılmıştır. Daha sonra, 5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenmiş ve iyice karıştırıldıktan sonra içine 30 sn içerisinde 15 mL %20'lik sodyum karbonat çözeltisi eklenerek tekrar iyice karıştırılmış ve balon hacmi tamamlanmıştır. Oluşan çözeltiler, 20°C'de karanlık bir ortamda 2 saat bekletilmiş ve ardından köre karşı 765 nm'de UV Spektrometre ile absorbansları ölçülmüştür. Toplam fenol miktarları ise, gallik asit cinsinden mg/mL şeklinde hesaplanmıştır.

### 3.2.3. Pankreatik $\alpha$ -Amilaz İnhibisyonunun Belirlenmesi

Analiz için ilk olarak pH 6,9'luk 0.006 M NaCl içeren 0,1 M  $PO_4^{3-}$  (fosfat) tamponu hazırlanmıştır. 1.5  $\mu$ L enzim bir tüpe alınarak üzerine hazırlanan 0,1 M fosfat tamponundan 10 ml ilave edilmiş ve enzim hazırlanmıştır. Bir balon içerisinde 4 gr NaOH biraz saf su içinde çözündürülüp, üzerine 75 gr potasyum tartarat ilavesi yapılarak yeniden saf suda çözündürülmüş ve ultrasonik su banyosunda kimyasallar çözünene kadar bekletilmiştir. Kimyasallar çözüldükten sonra 0.25 gr DNS tartılarak balona aktarılmış ve iyice karıştırılarak balonun hacmi 250 ml' ye tamamlanmış, böylelikle DNS çözeltisi hazır hale getirilmiştir. Daha sonra 0.25 gr nişasta tartılıp üzerine hazırlanan tampondan ilave edilerek berraklaşınca kadar kaynatılmış ve 25 mL' lik balona alınarak hacmi tamponla tamamlanmıştır, substrat da hazır hale getirilmiştir. 40  $\mu$ L enzim tüplere alınarak üzerine 460  $\mu$ L tampon ve 100  $\mu$ L enzim ilavesi yapılmıştır. 37°C su banyosunda 20 dk bekletilmiş ve üzerine hazırlanan 300  $\mu$ L nişasta çözeltisinden ilave edilip yeniden su banyosunda bekletilmiştir. Süre sonunda tüplere 750  $\mu$ L DNS çözeltisinden eklenmiş ve 5 dk kaynatılmıştır. Daha sonra tüpler buz dolu bir küvet içine alınarak oda sıcaklığına getirilmiş ve üzerilerine 6 mL kadar saf su eklenip 540 nm'de absorbansları köre karşı ölçülmüştür. Çalışmada 3 paralel yapılmış ve ortalaması hesaba alınmıştır. 1 ünite enzim aktivitesi dakikada 1 mmol maltoz oluşturan enzim miktarı olarak tanımlanmış ve aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmıştır (Shobana ve diğ., 2009).

$$\% \text{ inhibisyon} = [(A_o - A_i) / A_o] * 100$$

$A_o$  = inhibitörsüz enzim aktivitesi

$A_i$  = inhibitör varlığında enzim aktivitesi

### 3.2.4. $\alpha$ -Glikozidaz İnhibisyonunun Belirlenmesi

İlk olarak,  $\alpha$ -glikozidaz enziminin inhibisyon aktivitesini değerlendirmek için pH 6.8'lik 0.1 M fosfat tamponu hazırlanmıştır. Bu amaçla, 1.4 gr  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (disodyum fosfat), 100 ml'lik bir balona konulup ve saf su eklenerek hacmi tamamlanmıştır. Aynı şekilde, ayrı bir balona 1.56 gr  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  (monosodyum fosfat) alınıp, saf su eklenerek hacmi tamamlanmıştır. Bu iki çözelti birleştirilerek fosfat tamponu, pH 6.8'e gelene kadar karıştırılmıştır. Daha sonra, analiz için gerekli sodyum karbonat çözeltisi hazırlanmıştır. Bu işlemde, 5.3 gr sodyum karbonat bir balona alındı ve hacmi 250 ml'ye tamamlanıp, çözündürülmüştür. Substrat hazırlığı için 0.015 gr substrat, pH 6.8'lik 0.1 M fosfat tamponu ile 10 ml'ye tamamlanıp substrat hazır hale getirilmiştir. Aynı şekilde, 0.02 gr enzim tartılarak pH 6.8'lik 0.1 M fosfat tamponu ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan  $\alpha$ -glikozidaz enziminden 50  $\mu\text{L}$  alınıp tüplere konulmuştur. Üzerine 1 ml pH 6.8'lik 0.1 M fosfat tamponu ve 50  $\mu\text{L}$  meyve ekstraktları eklenip, 37°C su banyosunda 10 dakika bekletilmiştir. Sürenin sonunda, p-nitrofenil- $\alpha$ -D-glikopranozid (substrat) 50  $\mu\text{L}$  eklenerek tekrar su banyosunda 37°C 30 dakika kadar bekletilmiştir. Reaksiyonu sonlandırmak için 0.2 M  $\text{NaHCO}_3$  (sodyum bikarbonat) 'ten 2 mL ve saf sudan 4.7 mL eklenmiş, işlem sonlandırılmıştır. Kontrol örneklerine karşı 405 nm'de spektrometre ile ölçüm yapılmıştır. Enzim yerine tampon eklenerek kör deneyi hazırlanmıştır. İnhibitörsüz enzim aktivitesi, ekstrakt ilavesi yerine aynı miktarda tampon eklenerek hazırlanmıştır. İnhibitörlü aktivite, kör ve inhibitörsüz aktiviteden üç paralel yapılarak ortalama değeri alınmıştır. 1 ünite enzim aktivitesi dakikada 1  $\mu\text{M}$  p-nitrofenol oluşturan enzim miktarı olarak tanımlanmıştır ve % inhibisyon değeri aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Shobana ve ark, 2009).

$$\text{İnhibisyon (\%)} = (A_0 - A_i / A_0) * 100$$

$A_0$  = inhibitörsüz enzim aktivitesi

$A_i$  = inhibitör varlığında enzim aktivitesi

### **3.2.5. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi**

#### **3.2.5.1. DPPH (Serbest Radikal Giderme) Yöntemi ile Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi**

Serbest radikal giderme aktiviteleri belirlenirken ilk olarak, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) çözeltisi hazırlanmıştır. Bu amaçla, 24 mg DPPH, 100 ml metanol ile tamamlanmış ve karanlık bir ortamda saklanmıştır. Daha sonra, 10 ml DPPH çözeltisi ile 45 ml metanol karıştırılarak reaksiyon çözeltisi oluşturulmuştur. Her bir meyve ekstraktı için üç paralel tüp hazırlanmıştır. Bu tüplere sırasıyla 150 µL meyve ekstraktı eklenmiş ve üzerine 2.85 ml reaksiyon çözeltisi ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler, karanlık bir dolapta oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Bekleme süresinin bitiminde, spektrometrede 515 nm dalga boyunda kontrol örneklerle karşılık absorbanslar ölçülmüştür. Kontrol çözeltisi için aynı reaksiyon karışımında meyve ekstraktları yerine metanol ekstraktı kullanılmıştır. Elde edilen veriler, Trolox'a eşdeğer olarak milimolar cinsinden hesaplanmıştır. Bu ölçümler, meyve ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitesini değerlendirmek amacıyla yapılan DPPH yöntemini içeren bir analiz prosedürünü temsil etmektedir (İsmail ve diğ., 2010).

#### **3.2.5.2. FRAP (İndirgeme Gücü Kapasitesi) Yöntemi ile Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi**

Meyve ekstraktlarının  $Fe^{3+} - Fe^{2+}$  dönüşümüne olan etkisini değerlendirmek amacıyla meyve ekstraktlarının indirgeme potansiyeli (FRAP) tayini yapılmıştır. Bu bağlamda, 2.5 mL TPTZ, 25 mL asetat tamponu (300 mM), ve 2.5 mL 20 mmol'luk  $FeCl_3.6H_2O$  karışımı oluşturulmuş ve bu karışım 37°C'de numunelerle birlikte inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında, oluşturulan karışımdan 2.85 mL alınarak 150 µL beyaz kiraz ekstraktı eklenmiş ve bu yeni karışım 20°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından, 593 nm'de spektrometre ile örneklerle ait absorbans değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler, trolox kullanılarak çizilen kalibrasyon eğrisinde mM Trolox'a eşdeğer olarak ifade edilmiştir (Zhang ve diğ., 2013).

### **3.2.6. Antibakteriyel Aktivite Analizi**

#### **3.2.6.1. Tek Koloni Eldesi**

Öncelikle mikroorganizmaların çözünmesi için  $10^{-4}$  'e kadar dilüsyon sıvısı kullanılarak bir seyreltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu sürecin sonucunda, elde edilen  $10^{-4}$  seyreltilmiş dilüsyondan 0.1 mL alınarak Nutrient Agar besiyeri üzerine ekim yapılmıştır.

### **3.2.6.2. Disk Difüzyon Yöntemiyle Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesi**

Elde edilen mikroorganizmaların her birinden, 5 mL Nutrient Broth besiyerine eklenmiş ve bu mikroorganizma süspansiyonları 37°C 24 saat sürede inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası, mikroorganizma süspansiyonları seyreltilip, 2 saat 37°C'de tutulmuştur. Bu süreçten sonra, 100 µL mikroorganizma süspansiyonları Nutrient Agar petri kutularına yayılarak ekim yapılmıştır. Ardından, her bir petri kutusuna 1 cm çapındaki üç disk yerleştirilmiş ve bu diskler meyve ekstraktları ile 30 µL emdirilmiştir. Petri kutuları, 24 saat 37°C inkübe edilmiş olup inkübasyon sonrasında disk çevresindeki inhibisyon zonları mm olarak ölçülmüştür (Fernandez-Agullo ve diğ., 2013).

### **3.2.7. İstatiksel Analiz**

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre, değişkenlerin etkisini belirlemek için tek ve iki yönlü varyans analizi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Önemli ölçüde çıkan farklılıklara Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İstatistiksel analizlerde 'Windowa SPSS 18.0' İstatistik Paket Programı kullanılmıştır (Özdamar, 1999).

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Beyaz kiraz meyvesinin biyoaktif özelliklerinin araştırılması sürecinde, meyve örnekleri liyofilizatör yardımı ile kurutulmuştur. Kurutulan beyaz kiraz meyve örnekleri, metanol, etanol ve hekzan gibi çözügenler ile ekstrakte edilmiştir. Daha sonra, elde edilen örneklerden, çözügenler vakum evaporatör kullanılarak ortamdan uzaklaştırılmıştır. Beyaz kiraz meyvesinin ekstraktlarının verim tablosu Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1. Beyaz kiraz meyve ekstraktlarının verimi çözügenlerle verimi (%) (a/a)**

| Çözügen | Verim* |
|---------|--------|
| Metanol | 51,2   |
| Etanol  | 41,3   |
| Hekzan  | 2,93   |

\*a/a oranı, çözügen ile elde edilmiş ekstraktın ağırlığı ile liyofilizatörden elde edilen meyve tozunun ağırlığı arasındaki oranı temsil eder (g)

Biyoaktif bileşenlerin kimyasal yapısı, kullanılan çözügenler, örnek parçacık boyutu ve uygulanan yöntem gibi faktörler, ekstrakt verimlerini önemli ölçüde etkilemektedir (Stalikaş, 2007). Biyoaktif bileşenlerin çözünürlüğü ve ekstraksiyon verimi; doğru çözügen seçimi, süre ve sıcaklık gibi faktörlere bağlıdır. Bu nedenle, bileşenlerin verimli bir şekilde elde edilmesi için kullanılan yöntemlerin optimize edilmesi önemlidir. Bu optimizasyon, istenilen bileşenlerin etkin bir şekilde ayrılmasını sağlar. Çizelgeden görülebileceği üzere, metanol kullanılarak en yüksek verim elde edilmiş ve bunu etanol izlemiştir. Hekzan verimi ise diğer çözügenlere göre belirgin bir şekilde düşük kalmıştır.

### 4.1.Beyaz Kiraz Meyvesi Ekstraktlarının Toplam Fenolik Bileşikleri ve Antioksidan Kapasitelerinin Değerlendirilmesi

Toplam fenolik bileşik ve antioksidan kapasite sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeye göre kullanılan çözügenler değiştiğinde toplam fenolik bileşik miktarının da değiştiği görülmektedir. Toplam fenolik madde miktarı, kullanılan çözügenin çeşidine göre, 1.3 – 4.0 mg/g aralığında değişmiştir. Çözügenlerin polarite değerleri sırasıyla en yüksek metanol, sonra etanol ve hekzan şeklindedir. Toplam fenol değerleri en yüksek metanol ekstraktından elde edilmiştir. Toplam antioksidan miktarı için; FRAP yöntemi ile elde edilen antioksidan aktivite değeri 0.00-1.45 mM/g aralığında, DPPH yönteminde ise 2.34-22.33 mM/g aralığında

değişkenlik göstermiştir. FRAP yöntemiyle en yüksek antioksidan aktivite metanol ile belirlenirken, hekzan ekstraktında antioksidan aktivite görülmemiştir. DPPH yöntemiyle elde edilen en yüksek antioksidan aktivite değerleri hekzan ile elde edilen ekstraktta görülmüştür. En verimli çözgen ekstrakt eldesinde metanol olmuştur ve buna orantılı olarak en yüksek toplam fenol miktarı yine metanol ekstraktında olmuştur.

**Çizelge 4.2.** Meyve ekstraktlarının toplam fenolik ve antioksidan miktar sonuçları (3 paralel ortalaması)

| Ekstrakt | Toplam Fenol*<br>(mg GAE/g ekstrakt) | Antioksidan aktivitesi**<br>(mM TE/ g ekstrakt) |                         |
|----------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
|          |                                      | FRAP                                            | DPPH                    |
| Metanol  | 4.0±0.25 <sup>a</sup>                | 1.45±0.05 <sup>a</sup>                          | 2.40±0.07 <sup>a</sup>  |
| Etanol   | 2.9±0.11 <sup>b</sup>                | 0.66±0.02 <sup>b</sup>                          | 2.34±0.03 <sup>a</sup>  |
| Hekzan   | 1.3±0.23 <sup>c</sup>                | 0.00±0.00 <sup>c</sup>                          | 22.33±0.84 <sup>b</sup> |

\*Toplam fenol sonuçları gallik asite eşdeğer (GAE) olarak verilmiştir.

\*\*Antioksidan sonuçları Trolox'a eşdeğer (TE) olarak verilmiştir.

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

Çizelge 4.2. incelendiğinde beyaz kiraz meyvesi toplam fenol değeri bakımından metanol, etanol ve hekzan çözgenleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Antioksidan aktivite incelendiğinde ise, FRAP yönteminde çözgenler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. (p<0.05). DPPH yönteminde ise metanol ve etanol çözgenleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p >0.05). Hekzan ve diğer çözgenler arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 4.2.'de verilen sonuçlara göre meyve ekstraktlarının toplam fenol miktarları metanol >etanol>hekzan olduğu, toplam antioksidan verilerinin FRAP yöntemi ile aynı sırayı takip ettiği fakat DPPH yönteminde en yüksek antioksidan miktarının hekzan olduğu görülmüştür. Bu verilere göre toplam fenolik madde miktarının yüksek olduğu meyve ekstraktının, antioksidan aktivitesinin de FRAP yöntemiyle yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada, 13 tatlı kiraz çeşidinin toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, toplam fenol miktarı taze ağırlık başına 44.3 ile 87.9 mg GAE arasında değişmiştir. Antioksidan aktiviteleri ise (AEAC) yöntemi ile, taze ağırlık başına 8.0-17.2 mg askorbik asit eşdeğeri (100 g FW) arasında bulunmuştur. Ayrıca antioksidan aktivitenin toplam fenolik içerik ve antosiyanin içerikleri ile olan ilişkinin çeşitlere bağlı olduğu belirlenmiştir (Usenik ve diğ., 2007).

Çilek örneklerinin dondurularak kurutulması sonrasında, toplam kuru madde içeriğinin ortalama %94,60 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, dondurarak kurutulmuş örnekler için toplam fenolik madde miktarı 100 g başına  $1195,5 \pm 9,4$  mg GAE olarak bulunmuştur. DPPH radikali kullanılarak belirlenen kurutulmuş çilek örneklerinin antioksidan kapasitesi  $EC_{50}$  değeri ise  $8,62 \pm 0,59$  g örnek / g DPPH olarak hesaplanmıştır (Çam ve Ersus, 2008).

Bal (2012), Tekirdağ’da yetişen kiraz türleri üzerine yaptığı çalışmada, fenolik madde içeriğini Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlemiş ve sonuçları 129,7 - 142,23 mgGAE/100 g aralığında bildirmiştir.

Göksel ve Aksoy (2014) Yalova koşullarında yetişen kiraz çeşitlerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, toplam fenolik madde miktarı “Regina” çeşidi meyvelerde 79,87 mgGE/100g bulmuş ve diğer iki çeşidin neredeyse 2 katına ulaşmıştır. “0900 Ziraat” çeşidi 48.56 mgGE/100g ve “Sweetheart” çeşidi 37.37 mgGE/100g ise daha düşük düzeyde kalmıştır.

Politeo ve diğ., (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, *C. portenschlagiana* bitkisinden elde edilen su ekstraktının toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ekstraktın  $40.60 \pm 5.10$  mg GAE/g fenolik içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir.

Erdoğan ve diğ., (2020), zeytin yaprağının en yüksek fenol miktarını metanol ile olan ekstraktan  $85,27 \pm 15,03$  mg GAE değerini elde ederken en düşük fenolik madde miktarını ise n-hekzan ekstraktından  $0,18 \pm 1,32$  µg GAE/g değeri ile elde etmiştir.

Şeftali (*Prunus persica*) meyvesinden elde edilen ekstraktların çeşitli biyoaktif özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada; çeşitli çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktların toplam fenolik

madde miktarları 0.85 ile 105.1 mg/g arasında değişmiştir, en yüksek miktar etanol ekstraktında tespit edilmiştir. Antioksidan kapasiteleri DPPH yöntemiyle 0.72 ile 66.5 mM TE/g arasında değişmiştir, FRAP yöntemiyle ise indirgeme gücü kapasiteleri 0.49 ile 54.1 mM TE/g arasında değişim göstermiştir; en yüksek antioksidan aktivite etanol ile olan ekstraktta gözlemlenmiştir (Atsız, 2021).

Ayaz (2021), *Campanula lyrata Lam. subsp. lyrata* bitkisinden metanol ekstraktlarının toplam fenolik bileşimini Folin-Ciocalteu yöntemiyle belirlemiş ve analiz sonuçlarına göre, bu ekstraktların toplam fenolik içeriği  $48.97 \pm 3.77$  mg GAE/g olarak rapor etmiştir.

Mürdüm eriği meyvesi ile yapılan bir çalışmada elde edilen ekstraktlarda, toplam fenolik madde miktarları arasında değişim görülmüş ve bu değerler 0.008 ile 0.32 mg GAE/mL arasında belirlenmiştir. En yüksek toplam fenol miktarı, etanol içeren ekstraktlarda (0.32 mg GAE/mL) tespit edilmiştir. Metanol içeren ekstraktlar ise (0.30 mg GAE/mL) bu değeri takip etmektedir. Hekzan çözgeniyle elde edilen ekstraktların ise toplam fenolik madde miktarı 0.008 mg GAE/mL olarak belirlenmiştir (Bozkurt, 2022).

Yapılan bir çalışmada, Horoz Karası (*Vitis vinifera* L) kuru üzüm çeşidinin meyve ve çekirdek metanol ekstraktlarının antioksidan potansiyeli belirlenmiştir. Kuru üzüm metanol ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarı 0.662 mg GAE/g, çekirdeğinde ise 1.542 mg GAE/g olarak bulunmuştur. Antioksidan kapasitesi ise DPPH ve FRAP yöntemi ile belirlenmiştir. DPPH yönteminde kuru üzümde daha fazla aktivite bulunurken, FRAP yönteminde çekirdekte daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Antioksidan analizlerinde kuru üzüm ile çekirdek arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Koyuncu ve Türkmen, 2024).

9 tatlı kiraz çeşidinin, FRAP yöntemi ile antioksidan aktiviteleri incelenmiş ve taze ağırlık başına 0.44 ile 2.67 mmol arasında değiştiği bildirilirken, 6 kiraz örneği için bu değer taze ağırlık başına 0.62 ile 1.42 mmol arasında bulunmuştur (Halvorsen ve diğ., 2002).

Çin'de tıbbi amaçlarla kullanılan 30 farklı bitki türünün, çeşitli bölgelerden toplanan örneklerinin fenolik madde içeriği araştırılmış, sonuçlar fenolik madde içeriğinin  $1.31 \pm 0.02$  mg GAE/gKM ile  $36.2 \pm 0.98$  mg GAE/gKM arasında değiştiğini göstermiştir. Bu çalışma,

“*Rhodiola sacra Fu*” adlı bitkinin en yüksek fenol içeriğine sahip olduğunu ortaya koymuştur (Chi ve diğ., 2006).

Delva (2010) bir çalışmada Barbados kirazından elde edilen meyve sularının antioksidan kapasiteleri araştırılmış olup, DPPH yöntemi ile 100 mL meyve suyu için 306.77 mmol TE; ORAC yöntemi ile 1 litre meyve suyu için 8529  $\mu$ MTE bulunmuştur. Bu sonuçlar, yüksek ORAC değeri DPPH ile birleştğinde, Barbados kirazının iyi bir antioksidan kaynağı olabileceğini göstermiştir.

Ballistreri ve diğ., (2013) yaptığı bir diğer çalışmada ise 24 kiraz çeşidinin toplam antioksidan içeriği ORAC yöntemi ile araştırılmıştır. Ortalama olarak 646 - 3166  $\mu$ mol TE/100 g FW aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, ‘0900 Ziraat’, ‘Early Burlat’ ve ‘Napoleon’ kiraz çeşitlerinin antioksidan aktiviteleri FRAP yöntemi ile incelenmiş olup, sırasıyla; 7.93, 9.22 ve 13.32  $\mu$ mol TE/g YA olarak belirlenmiştir (Şen ve diğ., 2014).

Yapılan bir başka çalışmada, farklı çözücüler (su, zeytinyağı, metanol ve etanol) kullanılarak ekstrakte edilen propolisin toplam fenolik madde değeri ve antioksidan aktivitesi karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, %90 konsantrasyondaki 1/20'lik metanol grubunun en yüksek antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerine sahip olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda, propolis çözünürlüğü, antioksidan aktivitesi ve fenolik madde içeriği açısından en uygun çözücü olarak %90 metanol önerilmiştir (Khalily, 2019).

Cosmulescu ve diğ., (2019) Romanya'da bulunan altı farklı kıvılcık genotipi meyvelerinde toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesini belirlemişlerdir. Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenen toplam fenolik madde miktarları 163.69 ile 359.28 mg/100 g GAE arasında değişmiştir. Antioksidan kapasiteleri ise FRAP yöntemi ile belirlenmiş olup değerler; 1.24 ile 2.71 mmol/100 g TE aralığında bildirilmiştir.

Zengin (2021) tarafından yürütülen araştırmada, anamur muzunun metanol, etanol ve hekzan ekstraktları kullanılarak antioksidan kapasitesi incelenmiştir. DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasitesi ölçümleri, ekstraktlar arasında 0.64 ile 4.84 mM TE/g arasında

değişkenlik gösterirken, FRAP yöntemiyle yapılan ölçümler 0.98 ile 6.32 mM TE/g aralığında bulunmuştur. Elde edilen bulgular, antioksidan aktivitenin özellikle metanol içeren ekstraktlarda belirgin olduğunu göstermiştir.

*Ribes orientale* Desf. bitkisinin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemi ile;  $16.81 \pm 1.17$  mg G.A.E./ 100g kuru ağırlık olarak bulunmuş, antioksidan kapasitesi ise DPPH yöntemi kullanılarak;  $772.80 \pm 63.09$   $\mu$ mol T.E. / 100g kuru ağırlık olarak bulunmuştur (Yurt ve diğ., 2022).

Bir araştırmada, *Nasturtium officinale* bitkisinin toprak üstü kısımlarından elde edilen %80'lik etanol ekstraktının antioksidan aktivitesi incelenmiştir. Bulgulara göre, *Nasturtium officinale* etanol ekstraktı, DPPH radikal süpürme aktivitesi yönteminde 2 mg/ml konsantrasyonunda  $81.80 \pm 1.14$  oranında inhibisyon sağlamıştır. Ayrıca, ekstraktın demir indirgeme gücü de  $0.896 \pm 0.02$   $\mu$ mol T.E. / g olarak ölçülmüştür (Zor ve diğ., 2022).

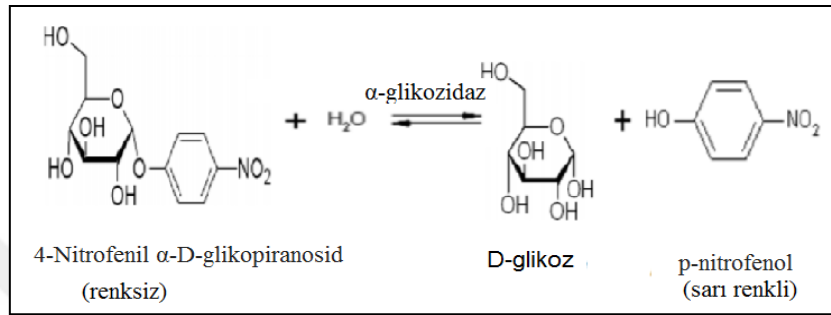
Özçoban ve Gedikoğlu (2024), kimyasal bileşimi incelendiğinde yüksek oranda 3-thujen-2-on ve 2-bornanone içeren ada çayı yağının antioksidan aktivitesini incelemiş olup, DPPH ve FRAP yöntemlerini kullanmışlardır. Sonuçlar, sırasıyla  $5,507 \pm 0,723$  mg/ml ve  $2,129 \pm 0,136$  mM/g olarak ölçülmüştür. Bu araştırmanın sonucuna göre, ada çayı uçucu yağının özellikle güçlü bir radikal süpürme aktivitesine sahip olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada elde edilen toplam fenol miktarı diğer çalışmalar ile kıyaslandığında *Cosmulescu* ve diğ., (2019) ve Bal (2012) ile benzer, Chi ve diğ., (2006), Göksel ve Aksoy (2014) , Atsız (2021), Bozkurt (2022) ile yakın; Çam ve Ersus (2008) , Yurt ve diğ., (2022), Koyuncu ve Türkmen (2024) ile farklı sonuçlar elde edilmiştir. Antioksidan aktivite sonuçları ise; Delva (2010), Zengin (2021), Atsız (2021), Zor ve diğ., (2022), Özçoban ve Gedikoğlu (2024) Vangdal ve Slimstad (2006),

Halvonsen ve diğ., (2002) ile benzer sonuçlar elde edilirken; Şen ve diğ., (2014) ve Ballistreri ve diğ., (2013) ile farklı sonuçlar bulunmuştur.

#### 4.2.Beyaz Kiraz Meyve Ekstraktlarının $\alpha$ -Glikozidaz Enzimi ile İnhibisyonu

Elde edilen p-nitrofenol, kolorimetrik yöntemler kullanılarak tespit edilmiştir (Li ve diğ., 2005). Beyaz kiraz meyvesinin  $\alpha$ -glikozidaz enzimi üzerindeki inhibisyon etkisini araştırmak için 4-Nitrofenil  $\alpha$ -D-glikopiranosid substratı kullanılmıştır. Bu çalışmada, özel olarak seçilen bu substrat, enzim tarafından işlenerek p-nitrofenol adı verilen bir maddeye dönüştü ve elde edilen p-nitrofenol, kolorimetrik yöntemler kullanılarak belirlenmiştir.



**Şekil 9.**  $\alpha$ -glikozidaz enziminin 4-Nitrofenil  $\alpha$ -D-glikopiranosid ile tayini

Beyaz kiraz meyvesinin estraktlarının, kullanılan çözenlere bağlı olarak  $\alpha$ -glikozidaz enzimi üzerindeki inhibe edici etkileri farklılık göstermektedir. Bu etkiler, Çizelge 4.3'te detaylı olarak sunulmuştur. Özellikle ekstraktların dozajı arttıkça,  $\alpha$ -glikozidaz üzerindeki inhibisyon etkisi de belirgin bir şekilde artış göstermiştir. Çizelgede belirtilen IC<sub>50</sub> değerleri, enzimi yarı yarıya inhibe etmek için gerekli olan ekstrakt miktarını göstermektedir ve bu değerlerin düşük olması, inhibitörün etkinliğinin yüksek olduğunu gösterir. Metanol ekstraktında en yüksek IC<sub>50</sub> değeri 54.59 mg/mL olarak belirlenirken, bunu 46.78 mg/mL ile etanol ekstraktı izlemiştir. Hekzan ile hazırlanan ekstraktlarda ise herhangi bir inhibisyona rastlanmamıştır. Bu bulgular, etanol ekstraktının  $\alpha$ -glikozidaz üzerindeki inhibisyon etkisinin diğer çözenlere kıyasla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ek olarak akarboz ile kıyaslandığında ise ekstraktların inhibisyon etkileri akarboza göre düşük çıkmıştır.

Ayrıca, beyaz kiraz meyve ekstraktlarının  $\alpha$ -glikozidazı inhibisyon kapasiteleri ile toplam fenol miktarı arasında ters bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Yani, toplam fenol miktarı yüksek olan ekstraktların inhibisyon kabiliyeti düşükken, toplam fenol miktarı düşük olan ekstraktların inhibisyon kabiliyeti daha yüksek olmuştur. Bu bulgular, beyaz kiraz meyve ekstraktlarının  $\alpha$ -glikozidaz enzimine karşı inhibisyon etkilerinin çözen seçimine ve fenol içeriğine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.3.'e göre tüm çözenler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Çizelge 4.3.** Beyaz kiraz meyvesi ekstraktlarının  $\alpha$ -glikozidaz enzimi ile inhibisyonu

| Ekstrakt | Ekstrakt miktarı (g/mL) | İnhibisyon (%) | IC <sub>50</sub> (mg/mL) |
|----------|-------------------------|----------------|--------------------------|
| Metanol  | 0,512                   | 96,77          | 64,16 <sup>a</sup>       |
|          | 0,256                   | 77,29          |                          |
|          | 0,128                   | 71,09          |                          |
|          | 0,064                   | 68,63          |                          |
|          | 0,032                   | 27,14          |                          |
| Etanol   | 0,413                   | 86,04          | 35,05 <sup>b</sup>       |
|          | 0,207                   | 70,80          |                          |
|          | 0,103                   | 67,45          |                          |
|          | 0,052                   | 52,21          |                          |
|          | 0,026                   | 38,64          |                          |
| Hekzan   | 0                       | 0              | 0 <sup>c</sup>           |
| Akarboz  |                         |                | 4,43±0,2 <sup>c</sup>    |

\*Aynı sütundaki farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

Piraziz elması ekstraktı üzerinde yapılan bir araştırmada enzimler üzerindeki inhibisyon etkisi incelenmiş, IC<sub>50</sub> değerleriyle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre,  $\alpha$ -amilaz için IC<sub>50</sub> değeri 501.08 mg/ml,  $\alpha$ -glikozidaz için ise 924.93 mg/ml olarak tespit edilmiştir. Kontrol amaçlı kullanılan akarbozun ise  $\alpha$ -amilaz için IC<sub>50</sub> değeri 94.35 mg/ml,  $\alpha$ -glikozidaz için ise 75.20 mg/ml olarak ölçülmüştür. Bu bulgular, Piraziz elması ekstraktının akarboza kıyasla  $\alpha$ -amilazı daha zayıf bir şekilde inhibe ettiğini, ancak  $\alpha$ -glikozidaz üzerinde daha güçlü bir inhibisyon etkisi gösterdiğini ortaya koymuştur (Yeğin ve diğ., 2018).

Yenidünya meyvesinin biyoaktif özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada,  $\alpha$ -glikozidaz inhibisyonu değerleri IC<sub>50</sub> cinsinden 5.37 ile 51.11 mg/mL arasında farklılık göstermiştir. Metanol içeren ekstraktlar, IC<sub>50</sub> 5.37 mg/mL ile  $\alpha$ -glikozidazı en etkili şekilde inhibe etmiştir (İşlek, 2019).

Bir çalışmada, ayva meyvesinin  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon etkisi farklı çözücülerle ekstrakt edilerek araştırılmıştır. Metanol, etil asetat, su kullanılarak elde edilen ekstraktların  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu  $IC_{50}$  değerleri şu şekildedir: su ekstraktı için 7.44  $\mu\text{g/mL}$  ve metanol ekstraktı için 1.24  $\mu\text{g/mL}$  olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, en yüksek  $\alpha$ -glukozidaz inhibitör etkisi su ekstraktında gözlemlenmiştir (Arıkan, 2019).

*Elaeagnus angustifolia* L. (iğde) meyve ve yapraklarının antidiyabetik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, metanol:su (1:1, v/v) karışımıyla elde edilen ekstraktların;  $\alpha$ -glukozidaz enzimini %50 oranında inhibe etme yetenekleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, iğde meyve ekstraktının  $IC_{50}$  değerinin 17.11  $\mu\text{g/mL}$ , iğde yaprak ekstraktının ise 124.7  $\mu\text{g/mL}$  olduğunu göstermiştir (Berktaş ve Çam, 2020).

Korkmaz ve diğ., (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, *C. latifolia* bitkisinin asetonitril, su ve metanol gibi farklı çözücülerle elde edilen ekstraktlarının  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon yetenekleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar şu şekildedir: asetonitril ekstraktının  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon  $IC_{50}$  değeri  $214.06 \pm 2.04 \mu\text{g/mL}$ , su ekstraktı için bu değer  $193.33 \pm 4.64 \mu\text{g/mL}$  iken, metanol ekstraktı için ise  $30.42 \pm 1.04 \mu\text{g/mL}$  olarak bulunmuştur. Karşılaştırma olarak, akarbozun  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon  $IC_{50}$  değeri  $35.03 \pm 0.22 \mu\text{g/mL}$  olarak ölçülmüştür. Bu bulgular, *C. latifolia* bitkisinin metanol ekstraktının diğer çözücülerden daha güçlü bir  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon etkisine sahip olduğunu göstermektedir. Metanol ekstraktının etkisinin akarboz ile karşılaştırılabilir düzeyde olduğu ve diğer ekstraktlara kıyasla belirgin derecede daha etkili olduğu görülmektedir.

Dong ve diğ., (2021) yaptıkları araştırmada, *Chenopodium quinoa* Willd. bitkisinden elde ettikleri %75'lük etanol ekstraktının  $\alpha$ -glukozidaz enzimi üzerindeki inhibisyon etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, bu bitki türünün  $\alpha$ -glukozidaz için hesaplanan  $IC_{50}$  değerinin  $0.617 \pm 0.057 \text{ g/L}$  olduğunu rapor etmişlerdir

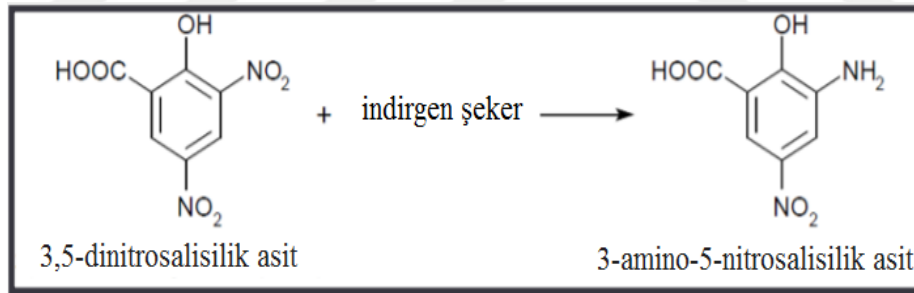
*Kalidium wagenitzii* bitkisinin farklı çözücülerle elde edilen ekstraktların  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu üzerine yapılan analiz sonuçları rapor edilmiştir. Etil asetat ekstraktı,  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonunda  $498.30 \pm 3.07 \text{ mg ACEs/g}$  ile belirgin bir etki göstermiştir. Metanol ekstraktı ise  $359.96 \pm 1.22 \text{ mg ACEs/g}$  aktivite sergilemiş, ancak su ekstraktında  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu tespit edilememiştir. Ayrıca, ekstraktların  $\alpha$ -glukozidaz için belirlenen  $IC_{50}$  konsantrasyonları,

etil asetat ekstraktı için  $1.18 \pm 0.01$  mg/ml, metanol ekstraktı için ise  $1.63 \pm 0.01$  mg/ml olarak hesaplanmış, su ekstraktı için herhangi bir aktiviteye rastlanmamıştır (Şen, 2023).

Çalışmada elde edilen veriler, literatürdeki diğer çalışmalar ile kıyaslandığında, Korkmaz ve diğ., (2020), Şen (2023) ve Arıkan (2019)'a göre düşük inhibisyon gösterirken; Dong ve diğ., (2021) ve Yeğin ve diğ., (2018) 'e göre yüksek inhibisyon değerleri bulunmuştur. Ayrıca Berktaş ve Çam (2020) ve İşlek (2019) çalışmalarıyla da benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır.

#### 4.3. Beyaz Kiraz Meyve Ekstraktlarının $\alpha$ -Amilaz Enzimi ile İnhibisyonu

Beyaz kiraz meyvesi ekstraktlarının  $\alpha$ -amilaz enzimi üzerindeki inhibisyon etkisi, dinitrosalisilik asit (DNS) renk reaktifi ile spektrofotometrik olarak değerlendirilmiş ve kolorimetrik yöntemlerle incelenmiştir. Deneyin temeli ise, nişastanın  $\alpha$ -amilaz enzimi tarafından parçalanması ile oluşan indirgen şekerin, DNS ile reaksiyona girerek 3-amino-5-nitrosalisilik aside dönüşmesidir. Reaksiyon öncesinde sarı renkte olan çözelti, turuncu-kırmızı renge dönüşür. İndirgeme sonucu oluşan bileşik, ışığı 540 nm dalga boyunda absorbe eder. Renk yoğunluğuda, çözeltideki indirgen şekerin konsantrasyonuyla doğru orantılıdır.



**Şekil 10.**  $\alpha$ -amilaz aktivitesinin 3.5-dinitrosalisilik asit (DNS) reaktifi ile tayini

Beyaz kiraz meyve ekstraktlarının  $\alpha$ -amilaz ile tepkimeye girince elde ettikleri etkiler Çizelge 4.4.'te verilmiştir. Çizelgeye göre, farklı çözgenlere bağlı olarak ekstraktların  $\alpha$ -amilaz üzerine inhibisyon etkisi değişmektedir. İnhibisyon etkisi, ekstrakt konsantrasyonuyla doğru orantılı olarak artmıştır. Beyaz kiraz meyve ekstraktında  $\alpha$ -amilaz enziminin %50'sinin inhibe edilmesi için metanol içeren ekstraktan 108,90 mg/mL, etanol içeren ekstraktan ise 90,10 mg/mL gerektiği belirlenmiştir. En yüksek inhibisyon etkisi  $\alpha$ -glikozidaza benzer olarak etanol ekstraktında gözlemlenmiştir. Hekzan ekstraktının inhibe edici bir etkisi gözlenmemiştir. Akarboz ile kıyaslandığında ise inhibisyon etkileri düşük çıkmıştır. Ek olarak, ekstraktların  $\alpha$ -amilaz enzimi üzerindeki inhibe edici etkisi ve ekstraktların toplam fenol içeriği arasında ilişki

gözlemlenmemiştir. Ayrıca Çizelge 4.4.'te verilen verilere göre, metanol ve etanol arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) Hekzan çözgeninin diğer çözgenler ile farkı ise istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Çizelge 4.4.** Beyaz kiraz meyvesi ekstraktlarının  $\alpha$ -amilaz enzimi ile inhibisyon değerleri

| Ekstrakt | Ekstrakt miktarı (g/mL) | İnhibisyon (%) | IC <sub>50</sub> (mg/mL)    |
|----------|-------------------------|----------------|-----------------------------|
| Metanol  | 0,512                   | 95,86          | 108,90 <sup>a</sup>         |
|          | 0,256                   | 60,59          |                             |
|          | 0,128                   | 58,55          |                             |
|          | 0,064                   | 32,18          |                             |
|          | 0,032                   | 0              |                             |
| Etanol   | 0,413                   | 100            | 90,10 <sup>a</sup>          |
|          | 0,207                   | 94,92          |                             |
|          | 0,103                   | 68,18          |                             |
|          | 0,052                   | 30,71          |                             |
|          | 0,026                   | 0              |                             |
| Hekzan   | 0                       | 0              | 0 <sup>b</sup>              |
| Akarboz  |                         |                | 6,70 $\pm$ 0.2 <sup>b</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harf ile belirtilen ortalamalar istatistiksel açıdan farklıdır ( $p<0.05$ ).

Nair ve diğ., (2013),  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu üzerinde yapılan bir çalışmada ekmek ağacı meyvesi, tarçın, betel biberi ve jak meyvesinden metanol kullanılarak elde edilen ekstraktların hipergisemiye karşı aktivitesini araştırmışlardır. Bitki ekstraktları kullanılan dozaj ile orantılı  $\alpha$ -amilazı inhibe etmişlerdir. % 50 'sini inhibe etmek için  $\alpha$ -amilazın, jak meyvesi 70.58 $\pm$ 9.66  $\mu$ g/mL değeriyle en yüksek, ekmek ağacı meyvesi 118.88 $\pm$ 11.14  $\mu$ g/mL, betel biberi 84.63 $\pm$ 13.09  $\mu$ g/mL ve en az inhibe eden tarçın 130.55 $\pm$ 10.5  $\mu$ g/mL değeriyle belirlenmiştir.

*Vitis vinifera* L.c.v. Shiraz (Şiraz) üzümü meyvesinden elde edilen ekstraktların  $\alpha$ -amilaz üzerine inhibisyon etkisinin incelendiği bir çalışmada; çözgen olarak metanol, etil asetat, aseton ve su kullanılmıştır.  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu IC<sub>50</sub>: 7,28-19,67  $\mu$ g/mL aralığında bildirilmiştir (İnce, 2019).

Priyamvada ve diğ., (2021), *Achyranthes aspera* türünün yaprak kısımlarından elde edilen metanol ve petrol eteri ekstraktlarının  $\alpha$ -amilaz inhibisyonunu araştırmışlardır. Metanol ekstraktı için yapılan çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (%10-160  $\mu\text{g/ml}$ ) elde edilen sonuçlar,  $\alpha$ -amilaz inhibisyonunun %14.9 $\pm$ 0.35 ile %55.0 $\pm$ 0.50 arasında değiştiğini göstermiştir. Benzer şekilde, petrol eteri ekstraktı için yapılan çalışmada da farklı konsantrasyonlarda (%10-160  $\mu\text{g/ml}$ ) elde edilen  $\alpha$ -amilaz inhibisyon değerleri %6.77 $\pm$ 0.56 ile %51.87 $\pm$ 0.0 arasında değişiklik göstermiştir.

Sarikurkcu ve diğ., (2021) yaptıkları çalışmada, *Campanula macrostachya* bitkisinden elde edilen etil asetat ekstraktının  $\alpha$ -amilaz ( $\text{IC}_{50}$  mg/ml) inhibisyon konsantrasyonunu 2.54 $\pm$ 0.05; metanol ekstraktının 10.7 $\pm$ 0.40; su ekstraktının 25.48 $\pm$ 0.74; akarboz için ise 1.03 $\pm$ 0.04 olarak tespit etmişlerdir.

Hasbal-Celikok ve diğ., (2022), *Amaranthaceae* familyasına ait *Amaranthus lividus* L. türünden elde ettikleri su ekstraktının  $\alpha$ -amilaz  $\text{IC}_{50}$  konsantrasyonunu belirlemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, bu bitki türünün  $\alpha$ -amilaz  $\text{IC}_{50}$  konsantrasyonunun 0.0103 $\pm$ 0.00057 mg/ml olduğu rapor edilmiştir.

Şen (2023), çalışmasında kullanılan *Kalidium wagenitzii* bitkisinin farklı çözücüler içerisinde hazırlanmış ekstraktlarının  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu analiz edilmiş, elde edilen sonuçlar akarboz eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Sonuçlara göre etil asetat için  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu 308.51 $\pm$ 0.58 mg ACEs/g, metanol için  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu 197.52 $\pm$ 1.34 mg ACEs/g ve su için ise  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu 30.06 $\pm$ 1.91 mg ACEs/g olarak bulunmuştur. Ekstraktların  $\text{IC}_{50}$  konsantrasyonları hesaplanmış sonuçlar sırasıyla etil asetat için 2.50 $\pm$ 0.01 mg/ml, metanol için 3.90 $\pm$ 0.03 mg/ml ve su için 25.67 $\pm$ 1.63 mg/ml olarak belirlenmiştir.

*Stenocephalae* seksiyonuna ait *C. foliosa*, *Cousinia davisiana*, *C. stenocephala*, *C. ramosissima* türlerinin hipoglisemik ve antimikrobiyal etkilerini incelemeyi amaçlayan bir çalışmada, bitkilerin toprak üstü kısımları metanol kullanılarak maserasyon yöntemiyle ekstrakte edilmiş ve elde edilen ekstraktların  $\alpha$ -amilaz,  $\alpha$ -glikozidaz inhibitör etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, *C. ramosissima* ekstraktının diğer ekstraktlara ve akarboza kıyasla daha yüksek  $\alpha$ -amilaz (246.784 $\pm$ 1.528  $\mu\text{g mL}^{-1}$   $\text{IC}_{50}$ ) ve  $\alpha$ -glikozidaz (155.458 $\pm$ 0.279  $\mu\text{g mL}^{-1}$   $\text{IC}_{50}$ ) etkisine sahip olduğunu göstermiştir (Paşayeva ve diğ., 2023).

Çalışmada elde edilen veriler, literatürdeki diğer çalışmalar ile kıyaslandığında, Sarikurkcü ve diğ., (2021) , Priyamvada ve diğ., (2021), Hasbal-Celikok ve diğ., (2022), Şen (2023), İnce (2019) düşük inhibisyon değerleri gözlemlenirken; Paşayeva ve diğ., (2023) çalışmasına göre daha yüksek inhibisyon değerleri gözlemlenmiştir. Çalışmamızda Nair ve diğ., (2013) sonuçlarına göre benzer veriler elde edilmiştir. Ayrıca, beyaz kiraz meyve ekstraktlarında toplam fenol miktarının metanol ekstraktında nispeten daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ekstraktların  $\alpha$ -amilazı inhibisyon kapasiteleri ise metanol ve etanol ekstraktında yakın bulunmuş olup etanol ekstraktında nispeten daha yüksektir.  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon etkisi  $\alpha$ -amilaza benzer olarak etanol ekstraktında daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, beyaz kiraz meyve ekstraktlarının  $\alpha$ -glukozidaz ve  $\alpha$ -amilazı inhibisyon etkilerinin ekstraktların fenol bileşik profilindeki farklılığa bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

#### **4.4. Beyaz Kiraz Meyve Ekstraktlarının Antibakteriyel Aktivitesi**

Antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi için disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır (Huys ve diğ., 2002). *E. Coli* ve *S. aureus* bakterileri, katı besiyerine ekilmiş ve 10 mm çapındaki diskler üzerine ekstraktlar uygulanmıştır. Sonrasında, 37°C - 24 saat boyunca inkübe edilmiş, oluşan zon çapları ise Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Beyaz kiraz meyve ekstraktları, antibakteriyel aktivitelerinin değerlendirilmesinde kontrol olarak kullanılmış ve bu değerlendirme, BIOANALYSE® antibakteriyel duyarlılık testi diskleri üzerinden yapılmıştır. Bu diskler, eşit miktarda bakteri içeren petri kutularına yerleştirilerek benzer inkübasyon koşullarında incelenmiştir. Çizelge 4.5.'de belirtildiği üzere, beyaz kiraz meyve ekstraktlarının metanollü ekstraktları *E.coli* ( $8\pm 1$  mm) ve *S.aureus*'a ( $4.6\pm 0.57$  mm) karşı antibakteriyel etki gösterirken, etanollü ekstraktlarda sadece *E.coli*'ye ( $4\pm 1$  mm) karşı antibakteriyel etki gözlemlenmiştir. Hekzan ekstraktlarının *E.coli* ve *S.aureus* bakterilerini engelleyici etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Kontrol olarak ampisilin kullanılmıştır ve *E. coli*'ye karşı  $14.3\pm 0.57$  mm, *S. aureus*'a karşı  $16.6 \pm 0.57$  mm zon oluşturmuştur.

Çizelge 4.5.'te Ekstraktların antibakteriyel aktivitesi istatistiksel olarak incelendiğinde, *E. Coli* için tüm çözümler arası farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). *S. aureus* 'a karşı metanol ve diğer çözümler arası farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). *S. Aureus*'ta etanol ve hekzan çözümleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Çizelge 4.5.** Beyaz kiraz meyve ekstraktlarının disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel analiz sonuçları

| Ekstrakt  | <i>E. coli</i> (mm)*     | <i>S. aureus</i> (mm)*   |
|-----------|--------------------------|--------------------------|
| Metanol   | 8 ± 1 <sup>b</sup>       | 4.6 ± 0.57 <sup>b</sup>  |
| Etanol    | 4 ± 1 <sup>c</sup>       | 0 <sup>c</sup>           |
| Hekzan    | 0 <sup>d</sup>           | 0 <sup>c</sup>           |
| Ampisilin | 14.3 ± 0.57 <sup>a</sup> | 16.6 ± 0.57 <sup>a</sup> |

\* Sonuçlar, üç paralelin ortalaması alınarak elde edilmiş ve bu sonuçlar, disk çapı çıkarılarak hesaplanmıştır.

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

Al-Zoreky (2009), nar kabukları ile elde edilen metanol ekstraktlarının *S. aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve üzerindeki inhibisyon etkilerini araştırmıştır ve aktivitelerin yüksek fenolik madde içeriği ile ilişkili olduğunu bildirmiştir.

Alan ve diğ., (2013) Malatya kayısı ( *Prunus armeniaca* L.) ve çekirdeklerinden elde edilen etanol özütlerinin antimikrobiyal aktivitesini değerlendirmişlerdir. Araştırmada, farklı kayısı çeşitlerinden elde edilen bu özütlerin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterilerine karşı etkili olduğu belirlenmiş; özellikle *Staphylococcus aureus* için gözlenen antimikrobiyal aktivite zon çaplarının 14-36 mm arasında, *Escherichia coli* için ise 16-30 mm arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, nar (*Punica granatum* L.) kabuğunun antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Çalışmalarında, etanol çözgeni kullanarak elde ettikleri ekstraktların belirli mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Özellikle, *S. aureus*'a (21 mm; 1.87 mg ekstrakt/mL) karşı en yüksek mikrobiyal direncin gözlemlendiği tespit edilmiştir (Demir ve diğ., 2019).

Turalar (2019), Hacıhaliloğlu kayısı (*Prunus armeniaca* l. cv. hacıhaliloğlu ) meyvesi özütlerinin antibakteriyel aktivitesini incelemiş, sadece etanol ile elde edilen özütün *E.coli* ve *S.aureus* gelişimini inhibe ettiği gözlemlenmiştir. Disk difüzyon yönteminde oluşturulan zon çapı 7.66 mm (*E. coli*) ve 8.33 mm (*S. aureus*) olmuştur.

İşlek (2019), yenidoğru meyve özütlerinin antibakteriyel aktivitesini incelemiş, metanol ve etanol ile edilen özüt *E. coli*'ye karşı sırasıyla 13.3±0.60 mm ve 14.7±0.60 mm düzeylerinde

antibakteriyel etki gösterirken, tüm özütlerin *S.aureus*'a karşı antibakteriyel etkilerinin olmadığı saptanmıştır

Ejder meyvesi (*Hylocereus polyrhizus*)'nin antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, metanol ve etanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterilerine karşı değerlendirmek için disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ejder meyvesi özütünün *E. coli*'ye karşı  $14.1 \pm 0.12$  mm, *S. aureus*'a karşı ise  $9.1 \pm 0.17$  mm çapında aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Cheong ve diğ., 2021).

Yapılan bir tez çalışmasında, Karayemiş (*Prunus laurocerasus*) meyve ekstraktının antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde; *B. cereus* ATCC 11778 (10 mm), *B. subtilis* ATCC 6633 (8 mm), *E. faecalis* ATCC 29212 (11 mm), *P. syringae* pv.tomato (10 mm), *S. aureus* ATCC 25923 (11 mm), *S. aureus* ATCC 29213 (13 mm) ve *S. uberis* ATCC 700407 (11 mm) suşlarında inhibisyon zon çapı gözlemlenmiştir. *E. coli* ATCC 25922 (6 mm) suşunda ise inhibisyon zon çapı tespit edilememiştir (Arkan, 2023).

Cengiz (2024), doğada yabani olarak yetişen Çakal Eriği (*Prunus spinosa* L) meyvesinin antimikrobiyal özelliklerini araştırmıştır. Meyvelerin saf ekstraktlarının *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı etkinliği incelenmiş olup, disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Tüm örneklerin 14-20 (mm) aralığında inhibisyon zonu oluşturduğu görülmüştür. *S.aureus* bakterisine karşı en yüksek inhibisyonu zonu Göldağı örneğinde 20 (mm) olarak ölçülürken, *E.coli* bakterisinde en yüksek inhibisyon zonu Sipahiler örneğinde 19 (mm) olarak belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde ise meyve saf ekstraktının *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı antimikrobiyal özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında, çalışmadaki beyaz kiraz meyve ekstraktının *S. aureus* ve *E. coli*'nin gelişimi üzerine inhibisyon etkisi İşlek (2019) ve Turalar (2019) ile benzer sonuçlar ortaya koyarken, Demir ve diğ., (2019), Arkan (2023) ve Cengiz (2024) çalışmaları ile farklı sonuçlar elde edilmiştir. Antibakteriyel çalışmalarda antibakteriyel etkinin yüksek fenolik madde içeriği ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada da benzer olarak metanol ekstraktında yüksek fenolik madde içeriğine bağlı olarak

antibakteriyel etkinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir (Al-Zoreky, 2009; Demir ve diğ., 2019).

- ❖ Yapılan çalışmaların sonuçları arasında gözlemlenen farklılıkların kaynağı çeşitli faktörlere dayanmaktadır. Bu farklılıkların nedenleri arasında meyvelerin yetiştii ekolojik koşulların çeşitliliği, kültürel işlemlerdeki farklılıklar, ekstrakt hazırlama süreçlerinde kullanılan çözücülerin çeşitliliği ve metodolojik yaklaşımlardaki farklılıklar yer almaktadır.



## 5.SONUÇLAR

Bu çalışmada, beyaz kiraz meyve örnekleri liyofilizatör kullanılarak kurutulmuş ve ardından 3 farklı çözücü ile elde edilen meyve ekstraktlarının, fenolik madde içeriği, antioksidan miktarı (DPPH, FRAP)  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glikozidaz enzimleri üzerindeki inhibisyon etkileri, diyabetin önemli bir boyutu olarak ele alınmış, ayrıca disk difüzyon yöntemiyle *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerindeki antibakteriyel aktiviteleri de değerlendirilmiştir.

Çalışmadan elde edilen verilere göre;

- ✓ Meyve ekstraktı eldesi işleminde en yüksek verim %51.2 ile metanolde görülmüştür. Bunu %41.3 ile etanol, %2.93 ile hekzan takip etmiştir.
- ✓ Metanol ile elde edilen meyve ekstraktları, 4.0 mg GAE/g değeri ile fenolik bileşik içeriğine en yüksek sahip olan ekstrakt olmuştur. Bunu etanol içeren ekstrakt 2.9 mg GAE/g izlemiştir. Hekzan içeren ekstraktta ise toplam fenolik bileşik miktarının 1.3 mg GAE/g olduğu belirlenmiştir
- ✓ Beyaz kiraz meyvesi toplam fenol değeri bakımından metanol, etanol ve hekzan çözümleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).
- ✓ Antioksidan aktivite analiz sonuçlarına göre, FRAP yöntemiyle, indirgeme gücü kapasitesi en yüksek ekstrakt metanol (1.45 mM TE/g ekstrakt) ekstraktında bulunmuş ve bu sırayı 0.66 mM TE/g ekstrakt ile etanol takip etmiştir. Hekzan ekstraktında antioksidan aktivite görülmemiştir. DPPH yöntemine göre ise ölçülen serbest radikal giderici etki bakımından en güçlü değeri hekzanlı ekstrakt göstermiştir 22.33 mM TE/g ekstrakt, en düşük etkiyi ise etanollü ekstrakt sergilemiştir (2.34 mM TE/g ekstrakt).
- ✓ Antioksidan aktivite istatistiksel olarak incelendiğinde, FRAP yönteminde tüm çözümler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. ( $p<0.05$ ). DPPH yönteminde ise metanol ve etanol çözümleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) Hekzan ve diğer çözümler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).
- ✓ Sonuçlar beyaz kiraz meyvesi ekstraktlarının antioksidan kapasitesinin çözümler, analiz yöntemi ve fenol bileşimi profiline bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.
- ✓ Çözümler ve konsantrasyon farklılıkları, ekstraktların  $\alpha$ -glikozidaz inhibisyon etkilerinde belirgin değişikliklere neden olmuştur. Metanol ekstraktında tespit edilen en yüksek  $IC_{50}$  değeri 64.16 mg/mL iken, bunu 35.05 mg/mL ile etanollü ekstrakt izlemiştir. Hekzan ile elde edilen

ekstraktta ise inhibisyona rastlanmamıştır. Bu sonuçlar, etanol ekstraktının diğer çözenlere kıyasla  $\alpha$ -glukozidaz üzerindeki inhibisyon etkisinde daha etkili olduğunu göstermektedir.

- ✓ Ekstraktların  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu istatistiksel olarak incelendiğinde tüm çözenler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).
- ✓ Çözen türleri ve ekstrakt konsantrasyonlarına bağlı olarak, çeşitli çözenlerle elde edilen ekstraktların  $\alpha$ -amilazı inhibe etme düzeyleri değişmektedir. Ekstraktların  $IC_{50}$  değerleri 90.1 ile 108.9 mg/mL arasında değişkenlik göstermiştir. Etanol ekstraktı nispeten daha yüksek inhibisyon etkisi göstererek (%90.1 mg/mL), metanol ekstraktından (%108.9 mg/mL) daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Hekzan ekstraktının  $\alpha$ -amilaz üzerindeki etkisi ise belirlenememiştir.
- ✓ İstatistiksel açıdan, metanol ve etanol arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) Hekzan çözeninin diğer çözenler ile farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).
- ✓ Toplam fenol miktarı ve FRAP cinsinden antioksidan değeri metanol ekstraktında en yüksek olmasına rağmen,  $\alpha$ -glukozidaz ve  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu etanol ekstraktında daha yüksek bulunmuştur. Yapılan çalışmalar ekstrakt eldesinde çözen türüne bağlı olarak fenolik bileşik içeriğinin değiştiğini göstermektedir. Bu çalışmada etanol ekstraktının enzimleri inhibe etmede daha etkili olması bu şekilde açıklanabilir.
- ✓ Beyaz kiraz meyve ekstraktlarının antibakteriyel etkisi üzerine yapılan araştırmada, metanol içeren ekstraktların *E.coli* ve *S.aureus*'a karşı sırasıyla  $8\pm1$  mm ve  $4.6\pm0.57$  mm antibakteriyel aktivite sergilediği gözlemlenmiştir. Diğer yandan, etanol içeren ekstraktlarda ise sadece *E.coli*'ye karşı  $4\pm1$  mm antibakteriyel aktivite tespit edilmiştir. Hekzan içeren ekstraktların ise ne *E.coli* ne de *S.aureus* bakterilerini engelleyici bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.
- ✓ Ekstraktların antibakteriyel aktivitesi istatistiksel olarak incelendiğinde, *E. Coli* için tüm çözenler arası farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.005$ ). *S. aureus* 'a karşı metanol ve diğer çözenler arası farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). *S. Aureus*'ta etanol ve hekzan çözenleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).
- ✓ Metanol ekstraktında toplam fenol madde miktarı ve FRAP cinsinden antioksidan aktivite miktarı yüksektir. Bununla bağlantılı olarak metanolün antibakteriyel etkisinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

## 6. ÖNERİLER

Bu çalışmada *in vitro* olarak beyaz kiraz meyvesinin antidiyabetik ve antibakteriyel özellikleri incelenmiş olup, bu özelliklerin varlığı araştırılmıştır. Literatürde beyaz kiraz meyvesi ile ilgili fenol miktarı, antioksidan aktivite, antidiyabetik ve antibakteriyel etkilerin birlikte incelendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma, literatüre katkı sağlayacak ve daha sonraki çalışmalara ışık tutabilecek niteliktedir.

Farklı çözenler ile beyaz kiraz meyvesinden daha farklı ekstraktlar elde edilip antidiyabetik ve antibakteriyel özellikleri incelenebilir.

Beyaz kirazın *in vitro* koşullarda antidiyabetik etkisi çalışılmıştır. Bu nedenle bu meyvenin kesin olarak antidiyabetik etkisi olup olmadığını kanıtlayabilmek için *in vivo* klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

- Akgeyik, A. U., Yalçın, E., & Çavuşoğlu, K. (2021). *Ornithogalum umbellatum* L. ekstraktının fitokimyasal içerikle ilişkili antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10(3), 188-200.
- Alan, Y., Atalan, E., Eerbil, N., Zorver, F., Kıyıcak, G., & Çiçel, A. (2013). Malatya kayısı ( *Prunus armeniaca* L.) ve kayısı çekirdeklerinin antibakteriyel aktivitesi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 60-69.
- Al-Zoreky, N. S. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. *International Journal of Food Microbiology*, 134, 244–248.
- Anonymous. (2003). Available from <http://www.uga.edu/fruit/cherry.htm>
- Anwar, F., Ali, M., Hussain, A. I., & Shahid, M. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) seeds from Pakistan. *Flavour and Fragrance Journal*, 24, 170–176. <https://doi.org/10.1002/ffj.1929>
- Apostolou, A., Stagos, D., Galitsiou, E., Spyrou, A., Haroutounian, S., Portesis, N., & Kouretas, D. (2013). Assessment of polyphenolic content, antioxidant activity, protection against ROS-induced DNA damage and anticancer activity of *Vitis vinifera* stem extracts. *Food and Chemical Toxicology*, 61, 60-68.
- Arıdur, R. (2013). Bazı şifalı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Arkan, G. (2019). Ayva (*Cydonia oblonga*) meyvesinden biyoaktif bileşiklerin ekstraktlanması ve biyoaktif özelliklerinin araştırılması [Research on extraction and determination of bioactive properties of quince (*Cydonia oblonga*) fruit] (Yüksek lisans tezi, 86 s.). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Arkan, H. (2023). Karayemiş (*Prunus laurocerasus*) bitkisinin biyoaktif özelliklerinin araştırılması (Yüksek lisans tezi, 76 s.). Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Ana Bilim Dalı.
- Arslan, M., Erbil, N., & Murathan, Z. T. (2018). Ardahan ve çevresinde yabani olarak yetişen gilaburu meyve ekstraktının antimikrobiyal, antioksidan ve antimutajenik aktivitelerinin araştırılması. *GÜFBED/GUSTIJ*, 8(1), 18-24.
- Atsız, S. (2021). Şeftali (*Prunus persica*) Meyvesinden Biyoaktif Bileşiklerin Özütlenmesi ve Özelliklerinin Belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ayaz, F. (2021). Türkiye’de yetişen *Campanula lyrata* Lam. subsp. *lyrata*’nın enzim inhibe edici etkilerinin ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 100-108.

- Aydın, G. (2012). Fern çilek çeşidine hasat öncesi uygulanan benzyladenine gibberellik asit ve aların soğuk hava depolarında muhafaza ömrü üzerine etkileri (Yüksek lisans tezi, basılmış). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Balch, J. F., & Balch, P. A. (1997). Prescription for nutritional healing (2nd ed.). Avery Publication.
- Ballistreri, G., Continella, A., Gentile, A., Amenta, M., Fabroni, S., & Rapisarda, P. (2013). Fruit quality and bioactive compounds relevant to human health of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Italy. *Food Chemistry*, 140, 630–638.
- Başkaya, Z. (2013). Türkiye’de kiraz tarımının coğrafi esasları. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 16(26), 45-72.
- Baysal, T., & Yıldız, H. (2003). Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(14), 29-35.
- Beer, D., Miller, N., & Joubert, E. (2017). Production of dihydrochalcone-rich green rooibos (*Aspalathus linearis*) extract taking into account seasonal and batch-to-batch variation in phenolic composition of plant material. *South African Journal of Botany*, 110, 138-143.
- Berktaş, S., & Çam, M. (2020). İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) meyve ve yapraklarının antioksidan ve antidiyabetik özellikleri. *Akademik Gıda*, 18(3), 270-278. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.818125>
- Bhuyan, D. J., & Basu, A. (2017). Phenolic compounds potential health benefits and toxicity. In *Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food production waste* (pp. 27-59).
- Bischoff, H. (1994). Pharmacology of alpha-glucosidase inhibition. *European Journal of Clinical Investigation*, 24, 3–10.
- Blando, F., Gerardi, C., & Nicoletti, I. (2004). Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) anthocyanins as ingredients for functional foods. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 253–258.
- Bozkurt, B. (2022). Mürdüm Eriğinin (*Prunus İnsititia* L.) Antioksidatif, Antidiyabetik ve Antibakteriyel Özelliklerinin Belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Buker, S. M., Boriack-Sjodin, P. A., & Copeland, R. A. (2019). Enzyme–inhibitor interactions and a simple, rapid method for determining inhibition modality. *SLAS Discovery: Advancing Life Sciences R&D*, 24(5), 515-522.
- Canales, M., Hernandez, T., Caballero, J., De Vivar, A. R., Avila, G., Duran, A., & Lira, R. (2005). Informant consensus factor and antibacterial activity of the medicinal plants

- used by the people of San Rafael Coxcatlan, Puebla, Mexico. Journal of Ethnopharmacology, 97(3), 429-439.
- Cassidy, A. ve Hooper, L. (2006). Fitoöstrojenler ve kardiyovasküler hastalık. İngiliz Menopoz Derneği Dergisi , 12 (2), 49-56.
- Cengiz, S. K. (2024). Çakal eriği (*Prunus spinosa* L.) meyvelerinin fiziksel, kimyasal ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Cemeroğlu, B. (2004). Meyve ve sebze işleme teknolojisi (1. Cilt). Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 35, 77-88.
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Yayınları No:34.
- 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.
- Chi, C. W., Hua, B. L., Ka, W. C., & Feng, C. (2006). A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. Food Chemistry, 97, 705–711.
- Cosmulescu, SN, Trandafir, I. ve Cornescu, F. (2019). Kızılcık (*Cornus mas* L.) yabani genotiplerinin antioksidan kapasitesi, toplam fenoller, toplam flavonoidleri ve renk bileşeni. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca , 47 (2), 390-394.
- Çam, M., & Ersus, S. (2008). Dondurularak kurutulmuş çilek meyvesinin toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi.
- Çiçek, B. (2016). Fitokimyasallar ve immün sistem. Türkiye Klinikleri Beslenme ve Diyetetik-Özel Konular, 2(2), 36-41.
- Davis, P. H. (Ed.). (1972). Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Vol. 4). Edinburgh Univ. Press.
- Del Bó, C., Riso, P., Campolo, J., Møller, P., Loft, S., Klimis-Zacas, D., Brambilla, A., Rizzolo, A., Porrini, M. (2013). A single portion of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L) improves protection against DNA damage but not vascular function in healthy male volunteers. Nutrition Research, 33(3), 220-227.
- Delva, L., & Renee, G.-S. (2010). Antioxidant activity and antimicrobial properties of phenolic extracts from acerola (*Malpighia emarginata* DC) fruit. International Journal of Food Science and Technology, 48, 1048–1056.

- Demir, B., Sayıncı, B., & Elkıran, S. (2022). Kiraz (*Prunus avium*) çeşitlerinin fiziksel özellikleri ve eliptik Fourier yöntemi ile şekil analizi. *Erwerbs-Obstbau*, 64(2), 171–181. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00637-2>
- Demir, T., & Akpınar, Ö. (2020). Bitkilerde bulunan fitokimyasalların biyolojik aktiviteleri. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(8), 1734-1746. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1734-1746.3484>
- Demir, T., Akpınar, Ö., & Kara, H. (2019). Nar (*Punica granatum L.*) kabuğunun in vitro antidiyabetik, antienflamatuar, sitotoksik, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Akademik Gıda*, 17(1), 61-71. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.544647>
- Dong, Q., Hu, N., Yue, H., Wang, H., & Ku, J. (2021). Identification of  $\alpha$ -glucosidase inhibitors from the bran of *Chenopodium quinoa* Willd. by surface plasmon resonance coupled with ultra-performance liquid chromatography and quadrupole-time-of-flight-mass spectrometry. *Journal of Chromatography B*, 1181, 122919.
- Durmaz, N. (2019). Starks gold kiraz çeşidinde sıcak su, sıcak su+ UV-C ve UV-C uygulamalarının modifiye atmosfer koşullarında muhafazaya etkileri (Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Dziadek, K., Kopeć, A., & Tabaszewska, M. (2019). Potential of sweet cherry (*Prunus avium L.*) by-products: Bioactive compounds and antioxidant activity of leaves and petioles. *European Food Research and Technology*, 245(3), 763-772.
- Elliot, J. G. (1999). Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Technology*, 53, 46-48.
- Erbaş, M. (2006). Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar. *Türkiye 9. Gıda Kongresi Kitabı*, 791–795.
- Erdoğan, S., Akkol, E. K., & Avcı, G. (2020). Research on the antioxidant efficacy of olive (*Olea europaea L.*) leaf using by in vitro methods. *Kocatepe Veterinary Journal*, 13(3), 319-326.
- Erik, S., & Tarıkahya, B. (2004). *Türkiye Florası Üzerine*. *Kebikeç*, 17, 13-22
- Ertekin Filiz, B., & Seydim, A. C. (2014). Antioxidant properties of some dried fruits. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 2(3), 128–131. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v2i3.128-131.78>
- Fernandez-Agullo, A., Pereira, E., Freire, M. S., Valentaoc, P., & Andradec, 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.
- Frankel, E. N. (1999). Food antioxidants and phytochemicals: Present and future perspectives. *Fett/Lipid*, 101, 450-455

- Gao, L., & Mazza, G. (1995). Characterization, quantitation, and distribution of anthocyanins and colorless phenolics in sweet cherries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(2), 343–346.
- Gao, L., & Mazza, G. (1995). Characterization, quantitation, and distribution of anthocyanins and colorless phenolics in sweet cherries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 343–346.
- Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V., & Uggla, M. (2000). Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(15), 2021-2027.
- Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V., & Uggla, M. (2000). Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 2021-2027.
- Gonçalves, B., Moutinho-Pereira, J., Santos, A., Silva, A. P., Bacelar, E., Correia, C., & Rosa, E. (2006). Scion-rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry. *Tree Physiology*, 26(1), 93–104.
- Gonçalves, B., Moutinho-Pereira, J., Santos, A., Silva, A. P., Bacelar, E., Correia, C., & Rosa, E. (2006). Scion-rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry. *Tree Physiology*, 26(1), 93–104.
- Göksel, Z., & Aksoy, U. (2014). Sofralık bazı kiraz çeşitlerinin fizikokimyasal özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1856-1862.
- Göksel, Z., & Aksoy, U. (2014). Sofralık bazı kiraz çeşitlerinin fizikokimyasal özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2, 1856-1862.
- Güldemir, K., Çakır, Ö., & Çakıroğlu, K. (2020). Yabani-ekşi elmanın (*Malus sylvestris* Miller) antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriği üzerine farklı kurutma yöntemlerinin etkisi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 32(1), 279-285.
- Güldemir, K., Çakır, Ö., & Çakıroğlu, K. (2020). Yabani-ekşi elmanın (*Malus sylvestris* Miller) antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriği üzerine farklı kurutma yöntemlerinin etkisi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 32(1), 279-285.
- Gündeşli, M. A., Kafkas, N. E., Güney, M., & Ercişli, S. (2021). Determination of phytochemicals from fresh fruits of fig (*Ficus carica* L.) at different maturity stages. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 20(2), 73-81.
- Gündeşli, M. A., Kafkas, N. E., Güney, M., & Ercişli, S. (2021). Determination of phytochemicals from fresh fruits of fig (*Ficus carica* L.) at different maturity stages. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 20(2), 73-81.

- Güney, M., & Gündeşli, M. A. (2022). The necessities of cranberry bush (*Viburnum opulus*) evaluation for horticultural cultivation. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(4), 1033-1041.
- Güney, M., & Gündeşli, M. A. (2022). The necessities of cranberry bush (*Viburnum opulus*) evaluation for horticultural cultivation. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(4), 1033-1041.
- Güney, Y., Yılmaz, S., Türkçü, Ü. Ö., & Kurtman, C. (2008). Diagnosis and treatment of metastatic bone disease. *Acta Oncologica Turcica*, 41(1), 1-6.
- Güney, Y., Yılmaz, S., Türkçü, Ü. Ö., & Kurtman, C. (2008). Diagnosis and treatment of metastatic bone disease. *Acta Oncologica Turcica*, 41, 1-6.
- Halifeoğlu, İ., Karataş, F., Çolak, R., Canatan, H., & Telo, S. (2005). Tip II diyabetik hastalarda tedavi öncesi ve tedavi sonrası oksidant ve antioksidan durum. *Fırat Tıp Dergisi*, 10(2), 117-122.
- Halifeoğlu, İ., Karataş, F., Çolak, R., Canatan, H., & Telo, S. (2005). Tip II diyabetik hastalarda tedavi öncesi ve tedavi sonrası oksidant ve antioksidan durum. *Fırat Tıp Dergisi*, 10, 117-122.
- Halkman, A. K., Noveir, M. R., & Doğan, H. B. (2001). *Escherichia coli O157: H7 Serotipi*. Ankara: Sim Matbaacılık Ltd. Şti.
- Halkman, A. K., Noveir, M. R., & Doğan, H. B. (2001). *Escherichia coli O157: H7 serotipi*. Ankara: Sim Matbaacılık Ltd. Şti.
- Hasbal-Celikok, G., Yılmaz-Ozden, T., Sacan, O., Can, A., & Yanardag, R. (2022). In vitro inhibitory potential of *Amaranthus lividus* L. against therapeutic target enzymes. *İstanbul Journal of Pharmacy*, 52(1), 1-10.
- Hasbal-Celikok, G., Yılmaz-Ozden, T., Sacan, O., Can, A., & Yanardag, R. (2022). In vitro inhibitory potential of *Amaranthus lividus* L. against therapeutic target enzymes. *İstanbul Journal of Pharmacy*, 52, 1.
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- Husein, A. I., Ali-Shtayeh, M. S., Jondi, W. J., Zatar, N. A., Abu-Reidah, I. M., & Jamous, R. M. (2014). In vitro antioxidant and antitumor activities of six selected plants used in traditional Arabic Palestinian herbal medicine. *Pharmaceutical Biology*, 52(10), 1249-1255.

- Husein, A. I., Ali-Shtayeh, M. S., Jondi, W. J., Zatar, N. A., Abu-Reidah, I. M., & Jamous, R. M. (2014). *In vitro* antioxidant and antitumor activities of six selected plants used in the traditional Arabic Palestinian herbal medicine. *Pharmaceutical Biology*, 52, 1249-1255.
- Huys, G., D'haene, K. ve Swings, J. (2002). Kültür ortamının, agar kaplamalı disk difüzyon yöntemi ile gıda ilişkili laktik asit bakterilerinin antibiyotik duyarlılık testine etkisi. *Uygulamalı mikrobiyolojide mektuplar*, 34 (6), 402-406.
- İnce, V. S. D. (2019). Şiraz üzümünden (*Vitis vinifera* L. cv. Shiraz) biyoaktif bileşiklerin ekstraktlanması ve biyoaktif özelliklerinin araştırılması (Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı).
- İnce, V. S. D. (2019). *Şiraz üzümünden (Vitis vinifera L.cv. shiraz) biyoaktif bileşiklerin ekstraktlanması ve biyoaktif özelliklerinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı).
- 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.
- 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.
- İşlek, M. (2019). *Akko XIII yenidoğruya çeşidinin (Eriobotrya japonica Lindl. Akko XIII) biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep Üniversitesi).
- İşlek, M. (2019). *Akko XIII yenidoğruya çeşidinin (Eriobotrya japonica Lindl. Akko XIII) biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Jacob, R. A., Spinozzi, G. M., Simon, V. A., Kelley, D. S., Prior, R. L., Hess-Pierce, B., & Kader, A. A. (2003). Consumption of cherries lowers plasma urate in healthy women. *The Journal of Nutrition*, 133(6), 1826–1829.
- Jacob, R. A., Spinozzi, G. M., Simon, V. A., Kelley, D. S., Prior, R. L., Hess-Pierce, B., & Kader, A. A. (2003). Consumption of cherries lowers plasma urate in healthy women. *Journal of Nutrition*, 133, 1826–1829.
- Joubert, E., & Gelderblom, W. (2016). Value of antioxidant capacity as a relevant assessment tool for "health benefits" of fruit-understated or inflated. *South African Journal of Clinical Nutrition*, 29(4), 4-6.
- Joubert, E., & Gelderblom, W. (2016). Value of antioxidant capacity as relevant assessment tool for "health benefits" of fruit-understated or inflated. *South African Journal of Clinical Nutrition*, 29(4-6).

- Kafkas, E., Özgen, M., Özoğul, Y., & Türemiş, N. (2008). Phytochemical and fatty acid profile of selected red raspberry cultivars: A comparative study. *Journal of Food Quality*, 31(1), 67-78.
- Kafkas, E., Özgen, M., Özoğul, Y., & Türemiş, N. (2008). Phytochemical and fatty acid profile of selected red raspberry cultivars: A comparative study. *Journal of Food Quality*, 31, 67-78.
- Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70(1), 11-19.
- Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70(1), 11-19.
- 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  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. *Phytotherapy Research*, 27(11), 1614-1620.
- 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  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. *Phytotherapy Research*, 27, 1614-1620.
- Karaaltın, S., Şirikçi-Sezal, M., & Yilmaz, M. F. (2005). Pigmentlerin sentezi, biyokimyası ve çeşitli bitki organlarının rengi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, Antalya, 369–374.
- Karaaltın, S., Şirikçi-Sezal, M., & Yilmaz, M. F. (2005). Pigmentlerin sentezi, biyokimyası ve çeşitli bitki organlarının rengi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, Antalya, 369–374.
- Karakaya, S., El, S. N., & Taş, A. A. (2001). Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52(6), 501–508.
- Karakaya, S., El, S. N., & Taş, A. A. (2001). Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52, 501–508.
- Karlıdag, H. Ü. S. E. Y. İ. N., Ercisli, S., Sengul, M., & Tosun, M. (2009). Physico-chemical diversity in fruits of wild-growing sweet cherries (*Prunus avium* L.). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23(3), 1325-1329.
- Kaur, N., Kumar, V., Nayak, S. K., Wadhwa, P., Kaur, P., & Sahu, S. K. (2021). Alpha-amylase as molecular target for treatment of diabetes mellitus: A comprehensive review. *Chemical Biology & Drug Design*, 98(4), 539-560.

- Kaur, N., Kumar, V., Nayak, S. K., Wadhwa, P., Kaur, P., & Sahu, S. K. (2021). Alpha-amylase as molecular target for treatment of diabetes mellitus: A comprehensive review. *Chemical Biology & Drug Design*, 98(4), 539-560.
- Kelebek, H. (2010). Sugars, organic acids, phenolic compositions and antioxidant activity of grapefruit (*Citrus paradisi*) cultivars grown in Turkey. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 269-274.
- Kelebek, H. (2010). Sugars, organic acids, phenolic compositions, and antioxidant activity of grapefruit (*Citrus paradisi*) cultivars grown in Turkey. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 269-274.
- Kelley, D. S., Rasooly, R., Jacob, R. A., Kader, A. A., & Mackey, B. E. (2006). Consumption of Bing sweet cherries lowers circulating concentrations of inflammation markers in healthy men and women. *The Journal of Nutrition*, 136(4), 981-986.
- Kelley, D. S., Rasooly, R., Jacob, R. A., Kader, A. A., & Mackey, B. E. (2006). Consumption of Bing sweet cherries lowers circulating concentrations of inflammation markers in healthy men and women. *Journal of Nutrition*, 136, 981-986.
- Khalily, F. (2019). *Farklı çözücülerde ekstrakte edilen propolisin antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep Üniversitesi).
- Khalily, F. (2019). *Farklı çözücülerde ekstrakte edilen propolisin antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kırıçoğlu, S., & Velioğlu, S. (2001). Hiperbesleyici gıdalar. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 4(1), 56-57.
- Kırıçoğlu, S., & Velioğlu, S. (2001). Hiperbesleyici gıdalar. *Bilim Teknik Dergisi*, 4, 56-57.
- Kim, D. O., Heo, H. J., Kim, Y. J., Yang, H. S., & Lee, C. Y. (2005). Sweet and sour cherry phenolics and their protective effects on neuronal cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(26), 9921-9927.
- Kim, D. O., Heo, H. J., Kim, Y. J., Yang, H. S., & Lee, C. Y. (2005). Sweet and sour cherry phenolics and their protective effects on neuronal cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(26), 9921-9927.
- Kimmel, B., & Inzucchi, S. (2005). Oral agents for type 2 diabetes: An update. *Clinical Diabetes*, 23(2), 64-76.
- Korkmaz, B., Fandakli, S., Barut, B., Yildirim, S., Sener, S. O., Ozturk, E., & Yayli, N. (2020). Volatile and phenolic components and antioxidant, acetylcholinesterase, tyrosinase,  $\alpha$ -

- glucosidase inhibitory effects of extracts obtained from *Campanula latifolia* L. subsp. *latifolia*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(5), 1118-1131.
- Koyuncu, G. ve Uçan Türkmen, F. (2024). Horoz Karası (*Vitis vinifera* L) kuru üzüm ve üzüm metanol ekstraktlarının antioksidan özellikleri ile fenolik bitkiler. *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 28(2), 293-303. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1358296>
- Küçükyıldırım, T. (2017). *Beyaz dut ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi* (Master's thesis, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kürşat, M., & Erecevit, P. (2009). The antimicrobial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae members collected from Turkey. *Turkish Journal of Science and Technology*, 4(1), 81-85.
- Kwon, Y. I., Jang, H. D., & Shetty, K. (2006). Evaluation of *Rhodiola crenulata* and *Rhodiola rosea* for management of type II diabetes and hypertension. *Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 15(4), 425–432.
- Larçin, Ö., Körpe, D. A., İşeri, Ö. D., & Şahin, F. İ. (2015). Phenolic composition and antibacterial activity of crude methanolic *Calendula officinalis* flower extract against plant pathogenic bacteria. *IUFS Journal of Biology*, 74(1), 25-33.
- Lattanzio, V. (2013). Phenolic compounds. In *Natural Products* (pp. 1543-1580). Berlin: Springer.
- Lebovitz, H. E. (2001). Effect of the postprandial state on non-traditional risk factors. *American Journal of Cardiology*, 88(2), 204–205.
- Li, Y., Wen, S., Kota, B. P., Peng, G., Li, G. Q., Yamahara, J., & Roufogalis, B. D. (2005). *Punica granatum* flower extract, a potent  $\alpha$ -glucosidase inhibitor, improves postprandial hyperglycemia in Zucker diabetic fatty rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 99(2), 239-244.
- Lippmann, M., Bress, A., Nemeroff, C. B., Plotsky, P. M., & Monteggia, L. M. (2007). Longterm behavioural and molecular alterations associated with maternal separation in rats. *European Journal of Neuroscience*, 25(10), 3091-3098.
- Lister, C. E., Wilson, P. E., Sutton, K. H., & Morrison, S. C. (2002). Understanding the health benefits of blackcurrants. *Acta Horticulturae*, 585(1), 443–449.
- Liu, X., Zhu, L., Tan, J., Zhou, X., Xiao, L., Yang, X., & Wang, B. (2014). Glucosidase inhibitory activity and antioxidant activity of flavonoid compound and triterpenoid compound from *Agrimonia pilosa* Ledeb. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14(1), 1-10.

- Liu, Y., Liu, X., Zhong, F., Tian, R., Zhang, K., Zhang, X., et al. (2011). Comparative study of phenolic compounds and antioxidant activity in different species of cherries. *Journal of Food Science*, 76(6), 633–638.
- Lo, A. H., Liang, Y. C., Lin-Shiau, S. Y., Ho, C. T., & Lin, J. K. (2002). Carnosol, an antioxidant in rosemary, suppresses inducible nitric oxide synthase through down-regulating nuclear factor-kB in mouse macrophages. *Carcinogenesis*, 23(6), 983-991.
- Lordan, S., Smyth, T. J., Soler-Vila, A., Stanton, C., & Ross, R. P. (2013). The  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory effects of Irish seaweed extracts. *Food Chemistry*, 141(3), 2170-2176.
- Macit, M. (2018). *Rosa canina L. ve Rosa pimpinellifolia L. köklerindeki fenolik bileşiklerin miktarı ve biyoyararlılığının tespiti* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı).
- Marles, R. J., & Farnsworth, N. R. (1994). Antidiabetic plants and their active constituents. *Phytomedicine*, 2(2), 137-189.
- Martinez, G., Al-Dalain, S. M., Menendez, S., Guiliani, A., & Leon, O. S. (2005). Ozone treatment reduces blood oxidative stress and pancreas damage in a streptozotocin-induced diabetes model in rats. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 24(5), 491-497.
- Martini, S., Conte, A., & Tagliazucchi, D. (2017). Phenolic compounds profile and antioxidant properties of six sweet cherry (*Prunus avium*) cultivars. *Food Research International*, 97(1), 15-26.
- Mazza, G., & Brouillard, R. (1990). The mechanism of co-pigmentation of anthocyanins in aqueous solutions. *Phytochemistry*, 29(4), 1097–1102.
- McCune, L. M., Kubota, C., Stendell-Hollis, N. R., & Thomson, C. A. (2010). Cherries and health: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(1), 1-12.
- Mentor-Marcel, R.A., Bobe, G., Sardo, C., Wang, H.M. Bayram, A. Öztürkcan Akademik Gıda 20(4) (2022) 442-453 453 L.S., Kuo, C.T., Stoner, G., Colburn, N.H. (2012). Plasma cytokines as potential response indicators to dietary freeze-dried black raspberries in colorectal cancer patients. *Nutrition and Cancer*, 64(6), 820-825.
- Mozetič, B., Trebše, P., & Hribar, J. (2002). Determination and quantitation of anthocyanins and hydroxycinnamic acids in different cultivars of sweet cherries (*Prunus avium* L.) from Nova Gorica region (Slovenia). *Food Technology and Biotechnology*, 40(3), 207–212.
- Nair, S. S., Kavrekar, V., & Mishra, A. (2013). In vitro studies on alpha amylase and alpha glucosidase inhibitory activities of selected plant extracts. *European Journal of Experimental Biology*, 3(1), 128-132.

- Nawirska-Olszan, A., Kolniak-Ostek, J., Oziembłowski, M., Ticha, A., Hyšpler, R., Zadak, Z., Zidova, P., & Paprstein, F. (2017). Comparison of old cherry cultivars grown in the Czech Republic by chemical composition and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 228(1), 136–142.
- Omoe, K., Imanishi, K., Hu, D. L., & Kato, H. (2004). Biological properties of staphylococcal enterotoxin-like toxin type R. *Infection and Immunity*, 72(6), 3664-3667.
- Ouertani, A., Neifar, M., Ouertani, R., Masmoudi, A. S., Mosbah, A., & Cherif, A. (2019). Effectiveness of enzyme inhibitors in biomedicine and pharmacotherapy. *Advanced Tissue Engineering and Regenerative Medicine Open Access*, 5(2), 85-90.
- Özcan, A. N., et al. (2018). Bazı fonksiyonel besinlerin sağlık üzerindeki koruyucu etkileri. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi. <https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12575/70805>
- Özçağiran, R., Ünal, A., Özeker, E., & İsfendiyoğlu, M. (2005). *Ilıman iklim meyve türleri (Sert çekirdekli meyveler)* (Cilt-1). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 553. Ege Üniversitesi Basımevi.
- Özçoban, A., & Gedikoğlu, A. (2024). Salvia officinalis L. esansiyel yağının antimikrobiyal ve antioksidan aktivite potansiyelinin değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 89-94. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.1451479>
- Öztürk, B., Küçüker, E., Saraçoğlu, O., Yıldız, K., & Özkan, Y. (2013). 0900 Ziraat kiraz çeşidinin meyve kalitesi ve biyokimyasal içeriği üzerine büyümeyi düzenleyici maddelerin etkisi. *Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 82-89.
- Öztürk, E. (2019). Güçlü antioksidanlar: Fitokimyasallar. Bilim ve Tekno. <https://www.bilimvetekno.com/guclu-antioksidanlar-fitokimyasallar>
- Özyalın, S., & Yaman, C. (2023). Tıbbi adaçayı (Salvia officinalis) nın in vitro çoğaltımı üzerine temel besin ortamlarının ve büyüme düzenleyici tiplerinin etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(3), 600-609.
- Paşayeva, L., İnce, U., Karadeli, H., Maraşlı, F., et al. (2023). Stenocephalae Bunge seksiyonuna dâhil olan türlerin antidiyabetik, antimikrobiyal etkisi ve fitokimyasal içeriğinin incelenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 11-17. <https://doi.org/10.19159/tutad.1181413>
- Pérez de la Lastra, J. M., Baca-González, V., González-Acosta, S., Asensio-Calavia, P., Otazo-Pérez, A., & Morales-delaNuez, A. (2021). Antibodies targeting enzyme inhibition as potential tools for research and drug development. *Biomolecular Concepts*, 12(1), 215-232.

- Politeo, O., Skocibusic, M., Burcul, F., Maravic, A., Carev, I., Ruscic, M., & Milos, M. (2013). *Campanula portenschlagiana* Roem. et Schult.: Chemical and antimicrobial activities. *Chemistry & Biodiversity*, 10(6), 1072-1080.
- Priyamvada, P. M., Sha, A., & Mohapatra, A. K. (2021). Evaluation of antidiabetic and antioxidant activities of *Achyranthes aspera* leaf extracts: An in vitro study. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(4), 103-110.
- Rahman, M. M., Ali, M. Y., Mondal, S. I., & Hoque, M. M. (2015). Evaluation of antimicrobial properties of some local fruits of Bangladesh. *International Food Research Journal*, 22(2), 854-858.
- Rempe, C. S., Burris, K. P., Lenaghan, S. C., & Stewart, C. N., Jr. (2017). The potential of systems biology to discover antibacterial mechanisms of plant phenolics. *Frontiers in Microbiology*, 8, 422-429.
- Robinson, P. K. (2015). Enzymes: Principles and biotechnological applications. *Essays in Biochemistry*, 59(1), 1-41.
- Roginski, V., & Lissi, E. A. (2005). Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*, 92(2), 235-254.
- Sağlam, F. (2007). Antosiyanince zengin dut, kiraz ve gilaburu meyvelerindeki fenolikler ve antioksidan kapasitesi üzerine reçel yapım işleminin etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Saldamlı, İ. (1998). *Gıda kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını.
- Samaranayaka, A. G. P., & Li-Chan, E. C. Y. (2011). Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications. *Journal of Functional Food*, 3(4), 229-254.
- Samy, P. R., & Gopalakrishnakone, P. (2010). Therapeutic potential of plants as antimicrobials for drug discovery. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine*, 7(3), 283-294.
- Sarah, B. (2001). Fruits of the Earth. *Resurgence*, 205, 14-15.
- Sarikurcu, C., Tepe, B., Daferera, D., Polissiou, M., & Harmandar, M. (2008). Studies on the antioxidant activity of the essential oil and methanol extract of *Marrubium globosum* subsp. *globosum* (Lamiaceae) by three different chemical assays. *Bioresource Technology*, 99(10), 4239-4246.
- Serra, A. T., Duarte, R. O., Bronze, M. R., & Duarte, C. M. M. (2011). Identification of bioactive response in traditional cherries from Portugal. *Food Chemistry*, 125(2), 318-325.

- Sevindik, M. (2019). Wild edible mushroom *Cantharellus cibarius* as a natural antioxidant food. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1377-1381.
- Shahidi, F. (2000). Antioxidants in food and food antioxidants. *Nahrung*, 44(3), 158-163.
- Shandilya, U. K., & Sharma, A. (2017). Functional foods and their benefits: An overview. *Journal of Nutrition & Health Food Engineering*, 7(3), 247. <https://doi.org/10.15406/jnhfe.2017.07.00247>
- Sharma, R. (2012). Enzyme inhibition: Mechanisms and scope. In *Enzyme inhibition and bioapplications* (pp. 3-36).
- 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  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic amylase. *Food Chemistry*, 115(4), 1268-1273.
- Silva, B. A., Ferreres, F., Malva, J. O., & Dias, A. C. (2005). Phytochemical and antioxidant characteristics of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts. *Food Chemistry*, 90(1-2), 157-167.
- 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.
- Skowrya, M., Falguera, V., Gallego, G., Peiro, S., & Almajano, M. P. (2014). Antioxidant properties of aqueous and ethanolic extracts of *Tara* (*Caesalpinia spinosa*) pods in vitro and in model food emulsions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(5), 911-918.
- Sökmen, A., & Gürel, E. (2001). Sekonder metabolit üretimi. In *Bitki biyoteknolojisi* (pp. 221-224). Konya.
- Stalikas, C. D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of Separation Science*, 30(18), 3268-3295.
- Stevens, D. L., Ma, Y., Salmi, D. B., McIndoo, E., Wallace, R. J., & Bryant, A. E. (2007). Impact of antibiotics on expression of virulence-associated exotoxin genes in methicillin-sensitive and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *The Journal of Infectious Diseases*, 195(2), 202-211.
- Subramoniam, A. (2016). *Plants with anti-diabetes mellitus properties*. CRC Press.
- Şen, F., Okşar, O. E., Golkarian, M., & Yaldız, S. (2014). Quality changes of different sweet cherry cultivars at various stages of the supply chain. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(2), 501-506.

- Şen, F., Okşar, R. E., Golkarian, M., & Yıldız, S. (2014). Quality changes of different sweet cherry cultivars at various stages of the supply chain. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(2), 501-506.
- Tan, J. B. L., & Lim, Y. Y. (2015). Critical analysis of current methods for assessing the in vitro antioxidant and antibacterial activity of plant extracts. *Food Chemistry*, 172, 814-822.
- Tapur, T., Tapur, T., & Bozyiğit, R. (2013). Ereğli (Konya) ilçesinde meyvecilik. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 20, 123-152.
- Tomas-Barberan, F. A., & Espin, J. C. (2001). Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9), 853-876.
- Tulipani, S., Armeni, T., Giampieri, F., AlvarezSuarez, J. M., Gonzalez-Paramás, A. M., SantosBuelga, C., Busco, F., Principato, G., Bompadre, S., Quiles, J.L., Mezzetti, B., Battino, M. (2014). Strawberry intake increases blood fluid, erythrocyte and mononuclear cell defenses against oxidative challenge. *Food Chemistry*, 156, 87-93
- Tunail, N. (2000). *Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları* (2. baskı). Ankara: Üniversite Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını.
- Tundis, R., Loizzo, M. R., Statti, G. A., & Menichini, F. (2007). Inhibitory effects on the digestive enzyme  $\alpha$ -amylase of three *Salsola* species (Chenopodiaceae) in vitro. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 62(6), 473-475.
- Turalar, S. (2019). Hacıhaliloğlu kayısı (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloğlu) meyvesinden biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu ve özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Usenik, V., Fabcic, J., & Stampar, F. (2008). Sugars, organic acids, phenolic composition, and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 107(1), 185-192.
- Usenik, V., Fajt, N., Mikulic-Petkovsek, M., Slatnar, A., Stampar, F., & Veberic, R. (2010). Sweet cherry pomological and biochemical characteristics influenced by rootstock. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(9), 4928-4933.
- Uysal, S. (2020). Comparative antioxidant capacity and enzyme inhibitory effect of extracts from *Prunus avium* leaves. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 20(3), 234-242. <https://doi.org/10.17475/kastorman.849538>
- Vasanthi, M., Nirupama, G. S., Padmasri, G., & Ramesh, R. V. (2012). Comparative analysis of phytochemical constituents present in various parts of *Aegle marmelos*.

- Velioglu, Y. S., Lutfiye, E., & Poyrazoglu, E. S. (2006). Phenolic composition of European cranberry bush (*Viburnum opulus* L.) berries and astringency removal of its commercial juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 1011-1015.
- Visioli, F., Galli, C., Plasmati, E., Viappiani, S., Hernandez, A., Colombo, C., & Sala, A. (2000). Olive phenol hydroxytyrosol prevents passive smoking-induced oxidative stress. *Circulation*, 102, 2169-2171.
- Wani, A. A., Singh, P., Gul, K., Wani, M. H., & Langowski, H. C. (2014). Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life. *Food Packaging and Shelf Life*, 1(1), 86-99.
- Weisburger, J. H. (2000). Eat to live, not live to eat. *Nutrition*, 16, 767-773.
- Wu, T., Zang, X., He, M., Pan, S., & Xu, X. (2013). Structure-activity relationship of flavonoids on their anti-*Escherichia coli* activity and inhibition of DNA gyrase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 8185-8190.
- Yafez, M. A. (2021). *Kayısı tohum ve depo protein hidrolizatlarının antihipertansif ve antidiyabetik özelliklerinin in silico analizi* (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).
- Yalçın, S. (2016). İnsan sağlığı açısından fonksiyonel gıdanın önemi. *Türkiye Klinikleri Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları-Özel Konular*, 2(3), 1-10.
- Yamaş, M. (2019). *Barbados kirazı meyvesindeki fenolik bileşiklerin ekstraksiyon optimizasyonu ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi* (Master's thesis, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Ana Bilim Dalı).
- Yeğin, S. Ç., Güder, A., Kılıç, A., & Aydın, H. (2018). Yeni elma kültürü: Piraziz elmasının (*Malus communis* L.) antioksidan içeriğinin ve antidiyabetik etkisinin araştırılması. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(3), 237-242. <https://doi.org/10.21597/jist.458644>
- Yuca, H., Aydın, B., Tekman, E., Göger, G., & Çiçek, S. (2022). *Peganum harmala* L. (Nitrariaceae) bitkisinin  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glikozidaz enzim inhibitörü, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 925-932. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1131736>
- Yurt, B., Behçet, L., Demir, N., & Yolci, M. S. (2022). *Ribes orientale* Desf. bitkisi meyvelerinin fenolik kompozisyonu, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasiteleri ve bazı fizikokimyasal özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 35, 72-75.
- Zengin, F. (2021). *Anamur Muzunun (Musa cavendishii) Antidiyabetik ve Antioksidatif Özelliklerinin Belirlenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Zhang, L., Virgous, C., & Si, H. (2019). Synergistic anti-inflammatory effects and mechanisms of combined phytochemicals. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 69, 19-30.
- 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.
- Zor, M., Pekacar, S., & Deliorman Orhan, D. (2022). *Nasturtium officinale*'nin fitokimyasal içeriği, antioksidan ve enzim inhibitör etkileri. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 46(1), 114-128. <https://doi.org/10.33483/jfpau.1018949>

