



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**Yüksek Lisans Tezi**

**YANIT YÜZEY METODOLOJİSİ İLE KIRAZ VE VIŞNE MEYVE  
POLİFENOLLERİNİN ULTRASONİK DESTEKLİ  
EKSTRAKSİYONUNUN OPTİMİZASYONU**

**Elif BAYIROĞLU**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Botanik Programı**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Gül CEVAHİR ÖZ**

**Nisan, 2023**

**İSTANBUL**

Bu çalışma, 28.04.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı, Botanik Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

### **Tez Jürisi**

**Prof. Dr. Gül CEVAHİR ÖZ(Danışman)**  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi

**Doç. Dr. Taylan KÖSESAKAL**  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi

**Prof. Dr. Şener AKINCI**  
Marmara Üniversitesi  
Fen Fakültesi

## **İntihal Programı Beyanı**

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

## **Proje Destekleri**

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FYL-2021-37496 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

## **Tezden Üretilmiş Yayınların Künye Bilgileri**

## ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca, bilgi, yardım ve desteklerini esirgemeyerek akademik olarak gelişme sürecime katkı sağlayan danışman hocam Prof.Dr. Gül CEVAHİR ÖZ'e,

Tezimin yazım ve deneysel süreçlerinde yardımcı olan, bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren hocam Öğr.Gör.Dr. Yusuf Can GERÇEK'e,

Tezimin deneysel ve yazım süreçlerinde yardımlarını esirgmeden destek olan sevgili arkadaşlarım Fatma Nur BAŞTÜRK, Sepideh FEİZOLLAHİ ve Seran KIRKINCI'ya,

Deneysel sürecime katkılardan dolayı yüksek lisans arkadaşım Kevser SELÇUK'a çok teşekkür ederim.

Destekleriyle her zaman yanımda olan canım dedem Cemal KÜÇÜK'e, canım teyzelerim Hilal KOÇAN, Sevde KÜÇÜK ve Züleyha KÜÇÜK'e sonsuz teşekkür ederim.

Yakın zamanda kaybettiğim canım anneannem (merhume) Ayşe KÜÇÜK'e bana verdiği tüm emekler için sonsuz teşekkür ederim.

Sevgileriyle bana her zaman güç veren ve hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen canım annem Hatice BAYIROĞLU ve biricik kardeşim Mim Hasan BAYIROĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Bana verdiği tüm emekleri ve bana kattığı tüm güzel değerler için daima kalbimde olan canım babam (merhum) İzzet BAYIROĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Nisan 2023

Elif BAYIROĞLU

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	xi
ÖZET.....	xii
SUMMARY.....	xiii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR .....</b>	<b>3</b>
2.1 ANTİOKSİDANLAR .....	3
2.2 POLİFENOLLER .....	5
2.2.1 Flavonoidler .....	7
2.2.1.1 Antosiyaninler.....	8
2.2.1.2 Proantosiyanidinler .....	9
2.3 KİRAZ .....	10
2.4 VİŞNE.....	11
2.5 ULTRASONUN (ULTRASES) ETKİ MEKANİZMASI .....	12
2.5.1 Ultrasonik Destekli Ekstraksiyonu Etkileyen Etmenler .....	13
2.5.2 Ultrasonik Ekstraksiyonun Polifenoller Üzerine Etkisi.....	14
2.5.3 Ultrasonik Ekstraksiyonun Flavonoidler Üzerine Etkisi .....	15
2.5.4 Ultrasonik Ekstraksiyonun Antosiyaninler Üzerine Etkisi .....	16
2.6 TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM .....	17
2.6.1 Folin-Ciocalteu (FC) Yöntemi: Toplam Fenolik Madde Tayini Metodu.....	17
2.7 TOPLAM FLAVONOİD MADDE MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM .....	18
2.7.1 AIC13 Kolorimetrik Yöntemi: Toplam Flavonoid Madde Tayini Metodu .....	18
2.8 TOPLAM ANTOSİYANİN MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM .....	18
2.8.1 pH Fark Ölçümleri Yöntemi: Toplam Antosiyanin Madde Tayini Metodu .....	18

2.9 TOPLAM PROANTOSİYANİDİN MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM.....	19
2.9.1 Amaeze Yöntemi: Toplam Proantosiyanidin Madde Tayini Metodu .....	19
2.10 TOPLAM ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER.....	19
2.10.1 CERAC (Seryum (IV) İndirgeme Antioksidan Kapasite) Yöntemi: Toplam Antioksidan Kapasite Tayin Metodu.....	19
2.10.2 CUPRAC (Cu (II) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasite) Yöntemi: Toplam Antioksidan Kapasite Tayin Metodu.....	19
2.10.3 DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Radikal Giderme Yöntemi: Toplam Antioksidan Kapasite Tayin Metodu.....	20
2.11 YANIT YÜZEY YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYON.....	21
<b>3.MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>23</b>
3.1 KİRAZ VE VİŞNE ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI .....	23
3.2 ULTRASONİK DESTEKLİ EKSTRAKSİYON YÖNTEMİ .....	23
3.2.1 Kiraz ve Vişne Meyvelerine Uygulanan Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Yöntemi .....	23
3.2.2. Deneysel Dizayn ve Optimizasyon .....	24
3.3 ANALİZDE KULLANILAN CİHAZ VE YÖNTEMLER .....	26
3.3.1 ELISA Spektrofotometre Ölçüm Cihazı.....	26
3.3.2 ELISA Spektrofotometre ile Yapılan Analizler .....	27
3.3.2.1 Folin-Ciocalteu yöntemi ile Toplam Fenolik Miktar Analizi.....	27
3.3.2.2 AlCl <sub>3</sub> kolorimetrik yöntemi ile Toplam Flavonoid Miktar Analizi.....	28
3.3.2.3 pH Fark Ölçümleri yöntemi ile Toplam Antosiyanın Miktar Analizi .....	29
3.3.2.4 Amaeze yöntemi ile Proantosiyanidin Miktar Analizi.....	30
3.3.2.5 CERAC yöntemi ile Toplam Antioksidan Kapasite Analizi.....	31
3.3.2.6 CUPRAC yöntemi ile Toplam Antioksidan Kapasite Analizi .....	32
3.3.2.7 DPPH yöntemi ile Toplam Antioksidan Kapasite Analizi.....	33
<b>4.BULGULAR.....</b>	<b>34</b>
4.1 KİRAZ ÖRNEKLERİNİN FİTOKİMYASAL ANALİZLERİNİN SONUÇLARI .....	34
4.2 VİŞNE ÖRNEKLERİNİN FİTOKİMYASAL ANALİZLERİNİN SONUÇLARI.....	43
4.3 DENEY TASARIMI VE OPTİMİZASYON .....	52
4.3.1 Kiraz Meyvesi için Denklem ve Grafikler.....	52
4.3.2 Vişne Meyvesi için Denklem ve Grafikler .....	55
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>58</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>68</b>

**ÖZGEÇMİŞ** ..... 75



## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1: Antioksidanların Sınıflandırılması (Özkaya, 2007). ....	4
Şekil 2: Polifenollerin Sınıflandırılması (Shahidi ve Yeo, 2016). ....	7
Şekil 3: Flavonoidlerin Sınıflandırılması (Di Lorenzo ve diğ., 2021). ....	8
Şekil 4: Ultrasesin frekans aralığı (Yıldız, 2021). ....	12
Şekil 5: Ultrasonik destekli ekstraksiyon mekanizmasının gıda işleme sırasındaki olası durumu (Yıldız, 2021). ....	13
Şekil 6: Mo(VI)'ın fenolik bileşenler varlığında Mo(V)'e indirgenerek mavi renk vermesi durumu (Gerçek, 2020). ....	17
Şekil 7: Cu (II)'nin antioksidan madde ile Cu(I)'e indirgenmesi (İlbay, 2016). ....	20
Şekil 8: DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalinin yapısı (İlbay, 2016). ....	20
Şekil 9: Yanıt Yüzey Yöntemi ile Optimizasyon ....	22
Şekil 10: Soğutmalı su banyosu ve ultrasonik ekstraksiyon cihazı sistemi. ....	24
Şekil 12: Spektrofotometrik Ölçüm Cihazı ELISA. ....	26
Şekil 13: Folin-Ciocalteu yöntemi tepkimesi. ....	28
Şekil 14: AlCl <sub>3</sub> kolorimetrik yöntemi tepkimesi. ....	29
Şekil 15: pH Fark Ölçümleri yöntemi tepkimesi. ....	30
Şekil 16: Cuprac yöntemi tepkimesi. ....	33
Şekil 17: Kiraz meyvesinin toplam fenolik madde miktarı. ....	35
Şekil 18: Kiraz meyvesinin toplam flavonoid madde miktarı. ....	36
Şekil 19: Kiraz meyvesinin toplam antosiyanin madde miktarı. ....	37
Şekil 20: Kiraz meyvesinin toplam proantosiyanın madde miktarı. ....	38
Şekil 21: CUPRAC yöntemine göre kiraz meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi. ....	40
Şekil 22: CERAC yöntemine göre kiraz meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi. ....	41
Şekil 23: DPPH yöntemine göre kiraz meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi. ....	42

Şekil 24: Vişne meyvesinin toplam fenolik madde miktarı. ....	44
Şekil 25: Vişne meyvesinin toplam flavonoid madde miktarı. ....	45
Şekil 26: Vişne meyvesinin toplam antosiyanin madde miktarı. ....	46
Şekil 27: Vişne meyvesinin toplam proantosiyanidin madde miktarı. ....	47
Şekil 28: CUPRAC yöntemine göre vişne meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi. ....	49
Şekil 29: CERAC yöntemine göre vişne meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi. ....	50
Şekil 30: DPPH yöntemine göre vişne meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi. ....	51
Şekil 31: Kiraz ekstraktlarının TPC değerlerinin sıcaklık, süre ve güç ile değişimi. ....	54
Şekil 32: Vişne ekstraktlarının toplam fenolik, toplam antoksidan, toplam antosiyanin ve toplam proantosiyanidin değerlerinin sıcaklık, güç ve süre ile değişimi. ....	56

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

Tablo 1: Kiraz'ın ( <i>Prunus avium</i> L.) Sınıflandırılması (Kappel ve diğ., 2012).....	10
Tablo 2: Vişne'nin ( <i>Prunus cerasus</i> L.) Sınıflandırılması (Kappel ve diğ., 2012). ....	11
Tablo 3: Bağımsız değişkenler ve seviyeleri.....	24
Tablo 4: Ultrasonik destekli ekstraksiyon ile kiraz ve vişne örneklerinde fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu için uygulanan deneysel tasarım. ....	25
Tablo 5: Kiraz meyve örneklerinden ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktların toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antosiyanin ve toplam proantosiyanidin miktarları.....	34
Tablo 6: Kiraz meyve örneklerinden ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktların toplam antioksidan miktarları (mg troloks/g örnek).....	39
Tablo 7: Vişne meyve örneklerinden ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktların toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antosiyanin ve toplam proantosiyanidin miktarları.....	43
Tablo 8: Vişne meyve örneklerinden ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktların toplam antioksidan miktarları (mg troloks/g örnek).....	48
Tablo 9: Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen örneklerin biyoaktif bileşik miktarları. ....	52
Tablo 10: Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen kiraz örneklerinin TPC ile regresyon denklemi. ....	53
Tablo 11: Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen örneklerin biyoaktif bileşik miktarları. ....	55
Tablo 12: Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen vişne örneklerinin regresyon denklemleri. ....	56

## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
±	: Tolerans Payı
%	: Yüzde
ml	: Mililitre
mg	: Miligram
µL	: Mikrolitre
°C	: Derece

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>ELISA</b>	: Enzim Bağlı İmmünosorbent Deneyi
<b>TAC</b>	: Toplam Antosiyanin Bileşik
<b>TFC</b>	: Toplam Flavonoid Bileşik
<b>TPC</b>	: Toplam Fenolik Bileşik
<b>TProAC</b>	: Toplam Proantosiyanidin Bileşik
<b>Syd-3-sop</b>	: Siyanidin 3- sophoroside klorür

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### YANIT YÜZEY METODOLOJİSİ İLE KİRAZ VE VIŞNE MEYVE POLİFENOLLERİNİN ULTRASONİK DESTEKLİ EKSTRAKSİYONUNUN OPTİMİZASYONU

Elif BAYIROĞLU

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Gül ÖZ

Bu çalışmada Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Koleksiyon Bahçesinden temin edilen kiraz ve vişne meyveleri kullanılarak ultrasonik destekli ekstraksiyonun meyvelerin sahip olduğu biyoaktif bileşenler üzerindeki değişimi incelenmiştir. Ultrasonik destekli ekstraksiyon işlemi için yanıt yüzey yöntemi kullanılarak Box-Benkhen metoduna göre desen oluşturulmuştur. Optimizasyonda ekstraksiyon süresi, ekstraksiyon sıcaklığı ve ultrasonik güç bağımsız değişkenler olup; toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, toplam antosiyanin madde miktarı ve toplam proantosiyaniidin madde miktarı gibi bağımlı değişkenler ise yanıt olarak seçilmiştir. Elde edilen optimizasyon sonuçlarına göre optimum çalışma koşulları kiraz meyvesindeki toplam fenolik bileşikler için 30°C, 142.9 W, 10 dk olarak belirlenmiştir. Elde edilen optimizasyon sonuçlarına göre optimum çalışma koşulları vişne meyvesindeki toplam fenolik bileşikler, toplam antosiyanin miktarı, toplam proantosiyaniidin miktarı ve toplam antioksidan kapasitesi için 54.6°C, 50 W ve 15 dk olarak belirlenmiştir.

Nisan 2023, 88 sayfa.

**Anahtar kelimeler:** Kiraz, Vişne, Ultrasonik, Ekstraksiyon, Fenolik, Flavonoid, Antosiyanin, Proantosiyaniidin, Antioksidan kapasite, Optimizasyon, Yanıt Yüzey Yöntemi.

## SUMMARY

### M.Sc. THESIS

#### OPTIMIZATION OF ULTRASONIC ASSISTED EXTRACTION OF CHERRY AND SOUR CHERRY FRUIT POLYPHENOLS BY RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Elif BAYIROĞLU

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Biology

Supervisor : Prof. Dr. Gül ÖZ

In this study, the effects of ultrasonic assisted extraction on the bioactive components of fruits were investigated by using cherry and sour cherry fruits obtained from the Black Sea Agricultural Research Institute Collection Garden. The pattern was created according to the Box-Benken method by using the response surface method for the ultrasonic assisted extraction process. In optimization, extraction time, extraction temperature and ultrasonic power are independent variables; Dependent variables such as total antioxidant capacity, total phenolic substance amount, total flavonoid substance amount, total anthocyanin substance amount and total proanthocyanidin substance amount were selected as a response. According to the obtained optimization results, optimum operating conditions were determined as 30°C, 142.9 W, 10 min for total phenolic compounds in cherry fruit. According to the obtained optimization results, optimum operating conditions were determined as 54.6°C, 50 W and 15 min for total phenolic compounds, total anthocyanin content, total proanthocyanidin amount and total antioxidant capacity in sour cherry fruit.

April 2023, 88 pages.

**Keywords:** Cherry, Sour Cherry, Ultrasonic, Extraction, Phenolic, Flavonoid, Anthocyanin, Proanthocyanin, Antioxidant Capacity, Optimization, Response Surface Method.

## 1. GİRİŞ

Dünyada kiraz ve vişne üretiminde Türkiye ilk sırada ihracatta ise üçüncü sırada yer almaktadır. Bu meyvelerin üretimlerinin yüksek olması, içerdikleri polifenollerin miktar ve kompozisyonlarının insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinden dolayı araştırmacılar kiraz ve vişne ile ilgili çalışmalara yoğunlaşmışlardır.

Kiraz ve vişnenin içerdikleri antioksidan maddelerin elde edilmesinin daha kolay ve ucuz yollarını bulmak, çalışmaların daha hızlı ve daha verimli yapılmasını sağlamaktadır. Ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi hem ekstraksiyon süresinin kısa olması hem de kullanılan çözeltilerin oranlarının azaltılması ile ekstraksiyon veriminde de önemli artışlara neden olan ekstraksiyon yöntemleri arasında son yıllarda tercih edilen bir teknik olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, ekstraksiyon kinetiğinin hızlı olması ve ısıya duyarlı bileşiklerin yüksek verimde ekstrakte edilebilir olması nedeniyle bu metodun diğer ekstraksiyon yöntemlerine göre daha avantajlı olabileceği belirtilmektedir.

Bu amaç doğrultusunda tezin “Genel Kısımlar” bölümünde kiraz ve vişne meyvelerinin özellikleri ve önemi, toplam fenolik, flavonoid, antosiyanin ve proantosiyanidin bileşenleri ile çeşitli antioksidan kapasite metodları hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca, yüksek oranda biyoaktif bileşene sahip olan bu meyvelerden, zengin fenolik içeriğin ekstrakte edilmesinde kullanılan ve oldukça yeni olan ultrasonik destekli ekstraksiyon yönteminin özelliklerinden, yanıt yüzey metodu ile optimizasyon sürecinden bahsedilmiştir. Malzeme ve Yöntem bölümünde kiraz ve vişne meyvelerinin eldesi, ekstraksiyon için hazırlanması ve fenolik bileşenler ile antioksidan kapasitelerin ölçülmesinde kullanılan metodlar hakkında bilgiler verilmiştir. Tez kapsamında yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler, tezin “Bulgular” bölümünde tablo ve şekillerde özetlenerek açıklamalar yapılmıştır. Tartışma ve Sonuç bölümünde ise deneysel verilerin daha önceki araştırma verileri ile karşılaştırmaları yapılmış, elde edilen sonuçların değerlendirilmesiyle ileride yapılabilecek çalışmalara ilişkin görüşlere yer verilmiştir.

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak yetişen kiraz ve vişne meyvelerinden, ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ile toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, toplam antosiyanin ve toplam proantosiyanidin miktarları ile CERAC, CUPRAC ve DPPH yöntemlerine göre antioksidan

kapasiteleri belirlenerek yanıt yüzey yöntemi ile optimum ekstraksiyon koşullarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.



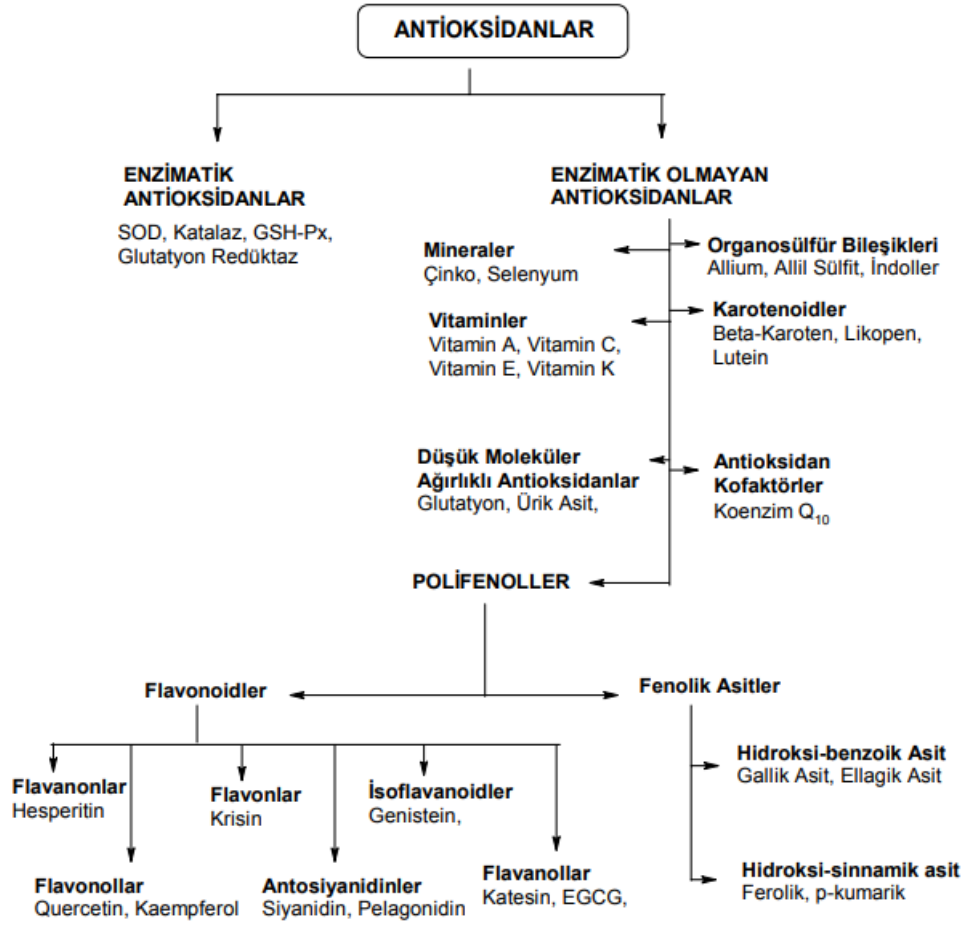
## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1 ANTIOKSIDANLAR

Antioksidan özellikte enzimler ve maddeler serbest radikallerin oluşumunu engelleyen, bu maddelerin neden olduğu zararı önleyen, hücrede detoksifikasyonu sağlayan savunma sisteminin önemli bileşenleridir. Hücre içinde üretilen ve reaktif özellik taşıyan serbest radikaller ile bu maddeleri üreten tüm faktörler ‘oksidan’ ya da ‘prooksidan’ olarak tanımlanır. Serbest radikal, atomik ya da moleküler yapılarda çiftlenmemiş bir veya daha fazla tek elektron taşıyan moleküllere verilen isimdir. Başka moleküller ile çok kolay bir şekilde elektron alışverişine giren bu moleküllere oksidan moleküller veya reaktif oksijen türleri (ROS) de denilmektedir. Süperoksit ( $O_2^-$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), hidroksil (OH.) radikali gibi reaktif atomlar endojen ve eksojen kaynaklı olabilirler (Dündar ve Aslan, 2000). Ayrıca hidroksil radikali, süperoksit radikali gibi serbest moleküller mitokondri, kloroplast, peroksizom, hücre membranı, hücre çeperi ve apoplast oksidatif fosforilasyon sonucu meydana gelerek hücrede oksidatif hasarlara neden olmaktadır. Normal koşullarda organizmada oksidan ve antioksidan dengenin söz edebiliriz. Ancak bu denge biyotik ve abiyotik stres koşullarında bozulabilmektedir. Stres koşullarında oksidan molekül (ROS) üretimi arttıkça oluşan zararın ortadan kaldırılması için hücre içi antioksidan aktivitede de artış gözlenmektedir. Prooksidanlar (reaktif oksijen türleri ve reaktif azot türleri) lipidler, proteinler, karbonhidrat ve nükleik asitlerde oksidatif hasar oluşturabilen ve insanda patolojik zarara ve hastalıklara yol açabilen toksik (zehirli) maddelerdir. Antioksidanlar ise prooksidanlarla başlatılan oksidasyonu etkisiz hale getiren, engelleyen ya da hücrelere zarar veren prooksidanları kuvvetle indirgeyerek toksik olmayan ürünlere dönüştürebilen maddelerdir (Dündar ve Aslan, 2000).

ROS türleri organizmalarda düşük konsantrasyonlarda savunma ile ilgili genlerin anlatımlarının artmasında, savunma ile ilgili yanıtın oluşmasında görev yapmasına karşın yüksek konsantrasyonlarda hücrelerde lipid peroksidasyonuna, protein denatürasyonu ve DNA da mutasyonlara neden olmaktadır. Oksidatif zarar sonrası hücre ölümlerine yol açabilen reaktif oksijen ve reaktif azot türlerinin aşırı üretimi hücre makromoleküllerde bozulmaya ve erken yaşlanmaya yol açmaktadır. Böylece kanser ve benzeri hastalıkların ortaya çıkması da tetiklenmektedir (Davies, 2016; Hasanuzzaman ve diğ., 2020).

Bitkilerde antioksidan savunma sisteminde serbest radikalleri tanıyan ve etkisiz hale getiren antioksidan enzimler (katalaz, peroksidaz, askorbat peroksidaz, glutatyon peroksidaz, süperoksid dismutaz) ve antioksidan maddeler (Vitamin A, C, E, karotenoidler, flavonoidler, polifenoller, tokoferoller, kumarinler) son derece önemli görevlere sahiptir (Şekil 1). Bitkilerde



Şekil 1: Antioksidanların Sınıflandırılması (Özkaya, 2007).

yüksek ışık yoğunluğu, herbisitler, patojen saldırıları, kuraklık, tuzluluk, hava kirliliği gibi çevresel stresler sonucunda serbest radikaller ile antioksidan sistemin aktivitesi arasında denge bozulmaktadır. Antioksidan enzimler ve maddeler, serbest radikallerin hücre membranına, nükleik asitlere (DNA) ve hücre bileşenlerine saldırmalarına karşı bir bariyer gibi görev yaparak kendine çeker ve bu oksidan molekülleri bağlarlar. Bitkiler son derece iyi gelişmiş bir

antioksidan savunma sistemine sahip olduğu için pek çok olumsuz çevresel koşulda aktif hale geçerek ortaya çıkan oksidasyonları güçlü bir şekilde etkisiz hale getirirler.

Besin olarak tükettiğimiz birçok bitkide antioksidan maddelerin önemli farmakolojik etkileri mevcuttur. Bu bitkiler birçok hastalığın önlenmesinde, tedavisinde modern tıbbın yanında geleneksel ilaç olarak kullanılmaktadır. Ayrıca antioksidanca zengin gıdaların, kalp hastalıklarına, kansere ve erken yaşlanmaya karşı koruyucu etkilerinin olduğu bilinmektedir.

Birçok meyve, antioksidan özellik sergileyen çok sayıda sekonder metabolite sahiptir. Sekonder metabolit sınıfına giren terpenoidler, fenolik bileşikler ve alkaloidler; antiviral, antifungal, antimikrobiyal, antikanser aktivitelerden sorumludur. Bu maddelerin miktarı ve kompozisyonu bitkinin türü, bitkinin gelişim evresi, doku, organ ve bitkinin yetiştiği habitata göre farklılık sergilemektedir. Bu tez çalışmasının materyali olan kiraz ve vişne meyveleri polifenollerce oldukça zengindir. Sekonder metabolitlerden olan fenolik bileşikler, flavonoidler, antosiyaninler, proantosiyanidinler gibi polifenollerin ya da biyoaktif bileşiklerin hem kiraz hem de vişne meyvelerinde yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu bilinmektedir.

## 2.2 POLİFENOLLER

Polifenoller, birden fazla hidroksil grubunun bağlı olduğu, en az bir aromatik halkaya sahip olan fenolik bileşikler grubuna girer (del Rio ve diğ., 2013). Fenolik bileşikler bitkilerde genellikle ester veya glikozit formda bulunurlar. Bu maddelerin fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki alt grubu mevcuttur (Di Lorenzo ve diğ., 2021). Bu maddeler, bitkinin normal gelişimi sırasında ve çeşitli stres koşullarına maruz kaldığında bir savunma yanıtı olarak da sentezlenmektedir (Haminiuk ve diğ., 2012). Hemen hemen tüm sarı, turuncu, mavi-mor ve özellikle kırmızı renkli meyveler, lahana, maydanoz, brokoli gibi sebzeler potansiyel olarak polifenollerin farklı miktar ve kompozisyonlarını içermektedirler.

Polifenollerin, bitkilerin savunma mekanizmasında görev aldıkları gibi insan sağlığı üzerinde de olumlu etkilere sahip olduğu görülmüştür. Vücudun savunma mekanizmalarını güçlendirerek, bağışıklık sistemini desteklemektedirler. Beyin ve cilt sağlığı, kalp-damar hastalıkları, diyabet ve obezite kontrolü için faydalı olduğu rapor edilmiştir. Yapılan in vivo ve in vitro çalışmalarda, polifenollerin antimikrobiyal, antitrombotik, antienflamatuar, antialerjik

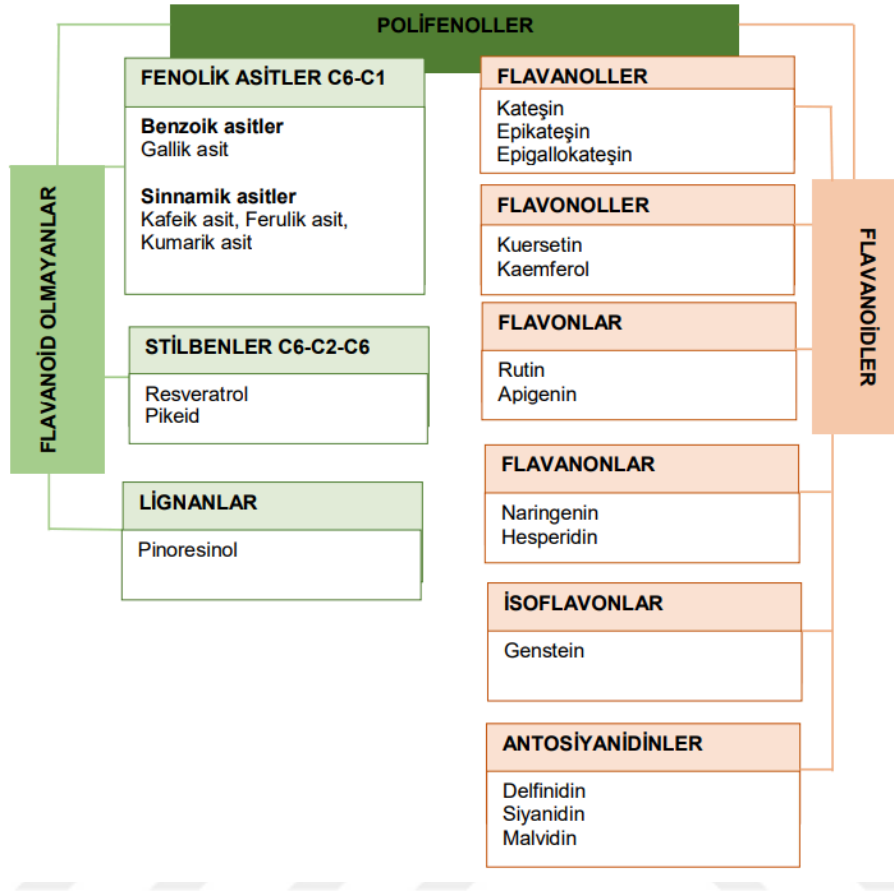
ve antioksidan özellikleri belirlenmiştir (Baião ve diğ., 2017; Ganesan ve Xu, 2017; Çimen ve diğ., 2020). Bu nedenle insanların günlük diyetlerinde bitkisel kökenli doğal biyoaktif bileşenleri içeren gıdaları yeteri kadar almaları önerilmektedir.

Bugüne kadar sekiz binden fazla farklı yapıya sahip polifenolik bileşik tanımlanmıştır. Biyolojik aktiviteye sahip bu maddeleri bitkilerden en verimli ve en ucuz yol ile elde etmeye yönelik geleneksel metodların yanında yeni nesil ekstraksiyon metodlarını araştırmak son yılların en popüler konularından biri olmuştur. Ayrıca gelişen analitik cihazlar ve metodlar kullanılarak fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu ile nicelik ve nitelik yönünden yanıt yüzey metodolojisi kullanılarak yapılan analizlerle çeşitli meyve desenleri ortaya çıkarılmaktadır.

Polifenollerin flavonoid olmayanları; fenolik asitler, stilbenler ve lignanlar olarak üç grupta incelenmektedir. Bunlardan fenolik asitler, benzoik asit ve sinamik asit olarak iki alt gruba ayrılmıştır (Şekil 2). Fenolik asitler; kahve, çay gibi içeceklerin yanında erik, yaban mersini, kivi, elma ve kiraz gibi meyvelerde de bulunmaktadır. Resveratrol, stilbenlerin en belirgin grubudur. Kırmızı üzüm ve fıstık türevleri stilben içermektedir. Keten tohumu, tahıllar, baklagiller ile bazı meyve ve sebzelerde lignanlar bulunmaktadır (Baião ve diğ., 2017; Ganesan ve Xu, 2017). Meyve çeşidi, yetiştirilme şekli, yetiştirildiği yer, olgunluğu, hasat zamanı ve depolama koşulları gibi birçok faktör polifenol miktar ve kompozisyonunu etkilemektedir (Çağlar ve diğ., 2017).

Vişne, kiraza göre antosiyanin ve hidroksisinnamik asit içeriği yönünden daha yüksek oranda fenolik madde değerine sahiptir (Blando ve diğ., 2019). Türkiye'deki araştırmalarda vişne meyvesinin toplam fenolik madde içeriğinin kirazdan oldukça yüksek oranda bulunduğu saptanmıştır (Karlıdağ ve diğ., 2009; Çapanoğlu ve diğ., 2011; Hayaloğlu ve diğ., 2015).

Temel polifenoller, hidroksisinnamik asit olan türevleri kafeoilkinik, neoklorojenik, p-kumaroilkinik ve klorojenik asitler kiraz ve vişnede bulunmaktadır. Kiraz grubu meyvelere ekşi tatlarını veren neoklorojenik asidin p-kumaroilkinik aside oranı ana bileşenlerdir (Blando ve diğ., 2019). Türkiye'de yetiştirilen vişne meyvelerinde tespit edilmezken, kirazda hidroksisinnamik asit varlığı rapor edilmiştir (Kelebek ve diğ., 2011).



Şekil 2: Polifenollerin Sınıflandırılması (Shahidi ve Yeo, 2016).

### 2.2.1 Flavonoidler

Polifenollerin yarısından fazlasını flavonoidler oluşturmaktadır. Flavonoidler, iskelet yapılarındaki farklılıklara göre kalkanlar, flavonoller, flavonlar, flavanonlar, flavanoller, izoflavonlar, kateşinler ve antosiyanidinler olmak üzere çeşitli alt gruplarda ele alınmaktadır (Şekil 3). Flavonoidler araştırmalarda sıklıkla çalışılan polifenol gruplarından biridir (Mammadov, 2014; Baião ve diğ., 2017).

Flavonoidler zararlı ultraviyole radyasyona karşı koruyucu olarak, böcekleri cezbetmede ve meyve dağılımında; herbivorlara ve patojenlere karşı savunmada iş görürler. Flavonoidler, çiçekli bitkilere renk veren maddelerdir. Genel olarak bitkilerin çiçeklerinde, yapraklarında, köklerinde ve tohumlarında sentezlenmekte ve hücrede lokalize olmaktadır (Mammadov, 2014). Çiçeklerde bulunan flavonoidlerin iki önemli grubu flavonoller ve flavonlar spektrumun

ultraviyole bölgesini kuvvetle absorbe edip böcekler tarafından görülmeyi sağlayarak tozlaşma ve dölleme önemli görevler üstlenmişlerdir (Kessler ve Baldwin, 2007). Ayrıca ultraviyole ışığın zararlı etkilerine karşı savunma mekanizmasının bir bileşeni olarak bitkileri korumaktadırlar. Flavon ve flavonoller sadece çiçeklerde ve meyvelerde değil, bütün yeşil bitkilerin yapraklarında da bulunur (Forni ve diğ., 2021).

Kiraz ve vişne flavonoidlerini temel olarak kaempferol 3-rutinosit, kuersetin 3-glukozit ve kuersetin 3-rutinosit oluşturmaktadır. Epikateşin, kateşin ve polimerik prosiyanidin gibi flavanoller genotipe bağlı olarak çeşitli oranlarda bulunmaktadırlar (Blando ve diğ., 2019).



Şekil 3: Flavonoidlerin Sınıflandırılması (Di Lorenzo ve diğ., 2021).

### 2.2.1.1 Antosiyaninler

Flavonoidlerin en geniş grubunu oluşturan antosiyaninler bitki kısımlarında gözlenen kırmızı, pembe, menekşe ve mavi renklerden sorumludurlar. Bitki hücrelerinin vakuollerinde lokalize olurlar. Antosiyaninlerin bitkilerde birçok farklı işleve sahip olduğu bilinmektedir. Örneğin, UV ışık etkisinde ortaya çıkan serbest radikaller makromoleküllerin (protein, karbonhidrat, lipid ve DNA) yapısında değişikliklere neden olarak hücre ölümüne sebep olurlar. Bu durumda antosiyaninler hücrelerde oksidan-antioksidan dengeyi sağlamada görev alırlar. Antosiyaninlerin; patojen mikroorganizmalar, herbivorlar ile tuzluluk, osmotik stres, düşük sıcaklık, ışık, herbisitler gibi çeşitli biyotik ve abiyotik çevresel stres koşullarında bitkileri korudukları bilinmektedir.

Renkli çiçek ve meyveler polinasyonda ve tohum dağılımında hayvanları cezbetmede yaşamsal öneme sahiptirler (Mammadov, 2014). Antosiyaninler kiraz ve vişne gibi kırmızı meyvelerde yüksek miktarlarda bulunmaktadır (Kelley ve diğ., 2018). Olgunlaşma esnasında artan antosiyanin içeriği ile meyvenin renginde meydana gelen değişimler paralellik göstermektedir (Blando ve diğ., 2019). Son yıllarda kiraz ve vişne gibi kırmızı meyvelerin insanlar için faydalı biyolojik özelliklere sahip oldukları kanıtlanmıştır (Häkkinen ve diğ., 2000; Šavikin ve diğ., 2009). Antosiyaninlerin; kardiyovasküler hastalıklar, göz hastalıkları ve kanser gibi hastalıkları önleyici ve tedavi edici etkisinin olduğu görülmüştür. Yapılan bir araştırmada, antosiyaninlerin önemli ölçüde oksijen radikali absorbe ederek inflamasyon belirtilerini azalttığı belirtilmiştir (Lei ve diğ., 2016). Siyanidin-3-rutinositin vişnede, siyanidin-3-glukozitin ise kirazda baskın olan antosiyanin gruplarından olduğu belirtilmektedir (Göksel ve Aksoy, 2014; Kelley ve diğ., 2018).

### **2.2.1.2 Proantosiyanidinler**

Proantosiyanidinler; polimerik veya oligomerik flavan-3-oller olup kateşinlerin enzimatik olarak oksijen ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan bileşiklerdir (Mammadov, 2014). Bitkilerde genellikle suda çözünmeyen yüksek molekül ağırlıklı proantosiyanidinler baskındır. Epikateşin ve kateşin oligomerlerinden oluşur. Polimer formdaki flavanoller olan proantosiyanidinler özellikle üzüm çekirdeği, erik, fındık, çilek, kızılılık, yaban mersini, elma ve siyah çayda mevcuttur. Kondanse tanenler olarak da bilinen proantosiyanidinler doğada ligninden sonra en bol bulunan fenolik bileşik sınıfı olarak bilinmektedir.

Proantosiyanidinler, molekül ağırlıklarına göre buruk veya acı tada sahip olabilmektedir. 68 monomerli olduklarında meyve ve sebzelere buruk bir tat, 35 monomerli olduklarında ise acı bir tat vermektedirler. Polifenol antioksidan sınıfı proantosiyanidinler moleküler olarak renksiz olduğu halde polimerizasyon dereceleri arttıkça renkleri sarıdan kahverengiye dönüşmektedir. Ancak asitli ortamda ısıtıldıklarında antosiyanidinlere dönüşerek kırmızı-mor bir renk alırlar. Bu nedenle proantosiyanidin olarak bilinmektedir (Mammadov, 2014).

Proantosiyanidinler, farmakolojik aktiviteye, terapötik ve güçlü bir antioksidan özelliğe sahip maddelerdir. Ayrıca in vitro çalışmalarda çeşitli kanser hücreleri üzerinde antikanserojen etkiye

sahip oldukları ve ratlar üzerinde yapılan bir çalışmada ise üzüm çekirdeği proantosiyanidinlerin lipid peroksidasyonunu inhibe ettiği kanıtlanmıştır (Mammadov, 2014).

### 2.3 KİRAZ

Kiraz (*Prunus avium* L.) Kuzey Anadolu'nun birçok yerinde doğal olarak bulunmakta olup (Davis, P.H. 1972), kiraza ait ilk tanımlama M.Ö. 3000 yılından Theophrastus'dan gelmektedir. Theophrastus'un o dönemde kiraz için kullandığı kelimenin Kerasos olduğu bilinmekte, bu ismin muhtemelen kirazın anavatanı olan Giresun'dan ileri geldiği bildirilmektedir (Faust ve diğ., 1997). Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kirazın sistematik yeri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1:** Kiraz'ın (*Prunus avium* L.) Sınıflandırılması (Kappel ve diğ., 2012).

Alem	Plantae
Bölüm	Magnoliophyta
Sınıf	Magnoliopsida
Takım	Rosales
Familya	Rosaceae
Cins	Prunus
Alt Cins	Cerasus
Tür	<i>Prunus avium</i> L.

Kiraz ılıman bölge meyvelerinden olup kışın yaprağını döken, nadiren yaklaşık 20 m boylanabilen iri ağaçlardır. Kirazlar vişnelere göre daha seyrek dallanırlar (Demirsoy, 2015). Kiraz meyvesi biyoaktif bileşenlerce zengin olmasının yanı sıra yüksek su içeriği ve düşük kalori seviyesi ile ayırıcı özelliklere sahiptir (Serra ve diğ., 2011). Kirazın kalitesini meyve rengi, şeker içeriği, asit oranı gibi parametreler etkilemektedir. Sofralık meyve olarak tüketilmesinin yanında meyve suyu gibi ticari ürün değeri de taşımaktadır.

Kiraz bazı süregelen hastalıkların önlenmesinde ve sağlığın korunmasında yardımcı olan fenolik bileşikler açısından oldukça zengindir. (Ferretti ve diğ., 2010; Acero ve diğ., 2019). Fenolik madde oranlarının neredeyse %60-74'ünü hidrosinnamik asitler, flavanoller, antosiyaninler ve kateşinler (flavan-3-ol) meydana getirmektedir (Göksel ve Aksoy, 2014). Kiraz içeriğinde bulunan fenoliklerin miktarı ile antioksidan aktivite arasında paralellik olduğu

yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (Usenik ve diğ., 2008, Serra ve diğ., 2011, Göksel ve Aksoy, 2014).

## 2.4 VIŞNE

Anavatanı Kuzeydoğu Anadolu olan vişne (*Prunus cerasus* L.) ülkemizde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kendine özgü tadı, meyve rengi ve lezzeti ile tüketilen sofralık meyvelerdendir. Aynı zamanda işlenerek farklı şekillerde kullanılan vişne meyvesi, ticari bir değere de sahiptir. Vişnenin sistematik yeri Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2:** Vişne’nin (*Prunus cerasus* L.) Sınıflandırılması (Kappel ve diğ., 2012).

Alem	Plantae
Bölüm	Magnoliophyta
Sınıf	Magnoliopsida
Takım	Rosales
Familya	Rosaceae
Cins	Prunus
Alt Cins	Cerasus
Tür	<i>Prunus cerasus</i> L.

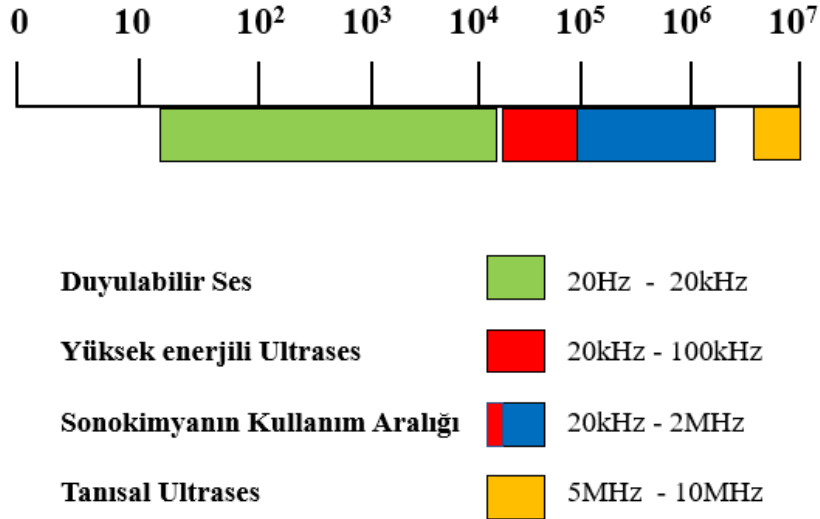
Vişne meyveleri besleyici öğelerce zengindir. Özellikle polifenoller ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşikler yüksek oranda içermektedir. Kırmızı meyveler arasında güçlü antioksidan aktiviteye sahip vişne, önemli bir polifenol ve antosiyanin kaynağı olduğundan diyabet hastalık ve metabolik bozukluklara karşı yararlı olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Casedas ve diğ., 2016). Flavonoidler, fenolikler gibi doğal antioksidanlar bakımından zengin vişnenin, kardiyovasküler, nörodejeneratif hastalıklar, kanser, oksidatif hasar ve şeker hastalığı riskini azalttığı rapor edilmiştir (Cásedas ve diğ., 2016). Bu durumun nedeni olarak, flavonoidlerin yapısal olarak birden fazla hidroksil grubuna ve en az bir aromatik halkadan oluşmuş diyet polifenollerine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Del Rio ve diğ., 2013). Vişne meyvelerinin ekstraktlarının antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklere sahip olması, bitkideki polifenollerin varlığına bağlanmıştır (Lampart ve diğ., 2014). Fenolik bileşikler ve antosiyaninler ile antioksidan kapasite arasındaki pozitif korelasyon meyvenin kalitesine katkı sağlamaktadır.

## 2.5 ULTRASONUN (ULTRASES) ETKİ MEKANİZMASI

Ultrasesin diğeri bir deyişle ultrasonik dalgalarının varlığı ilk kez dünya savaşları sırasında deniz araçlarının oluşturduğu ses dalgalarının toplu balık ölümlerine neden olmasıyla anlaşıldığı bilinmektedir. Yüksek enerjili ve düşük frekanslı ultrasesin endüstride yavaş yavaş yerini almaya başladığı 1960'lı yıllarda görülmektedir (Yıldız, 2021).

16 Hz ile 18 kHz dalga aralığının insan kulağının duyabildiği ses dalga aralığı olduğu bilinmektedir (Şekil 4). Ultrasesin ise 20 kHz veya daha yüksek ses dalgalarıyla ortaya çıkan bir enerji şekli olduğu belirtilmekle birlikte akustik bir enerji olduğu anlaşılmaktadır (Yıldız, 2021).

Üst limiti kesin olarak kanıtlanamayan ultrasesin, katılarda 500 MHz ve gazlarda 5 mHz olarak bilinmektedir. Ultrasonik, ses yoğunluğu ( $W/m^2$ ), ses enerjisi yoğunluğu ( $Ws/m^3$ ) veya ses gücü ( $W$ ) olarak belirlenmektedir (Yıldız, 2021).



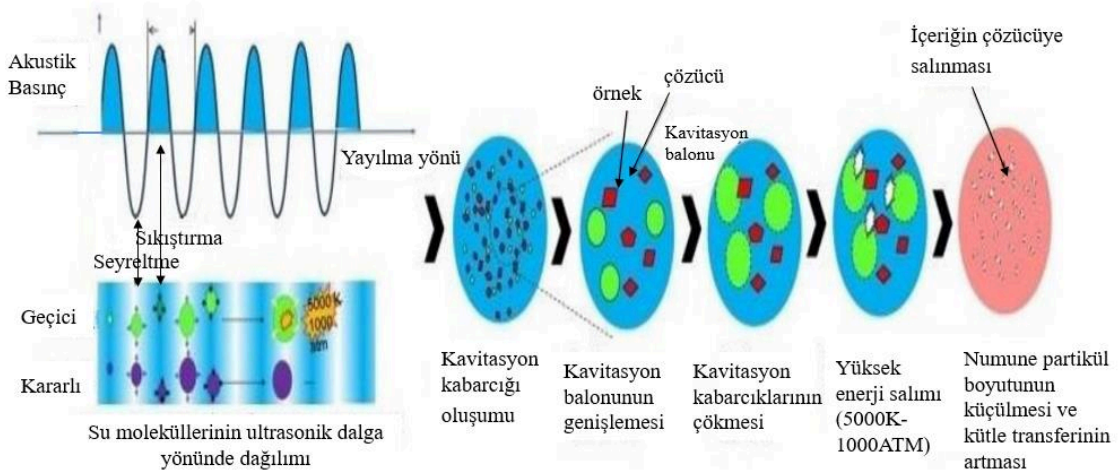
Şekil 4: Ultrasesin frekans aralığı (Yıldız, 2021).

Ultrasonik prob ve ultrasonik banyo olmak üzere 2 farklı metotla ultrases uygulaması yapılmaktadır.

### 2.5.1 Ultrasonik Destekli Ekstraksiyonu Etkileyen Etmenler

Ekstraksiyon sıcaklığı, süresi, frekansı, katı-çözgen oranı gibi faktörler, ultrasonik yöntemle fenolik bileşenlerin ekstraksiyonunda verimi pozitif yönde etkilemektedir (Rajha ve diğ., 2015). Günümüzde modern ekstraksiyon yöntemlerinden olan ultrases ilaç, gıda, kozmetik, besin endüstrisinde özellikle tercih edilmektedir. Biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu; hammadde, kullanılan ekstraksiyon çözücüsü ve ekstraksiyon tekniği gibi birçok faktöre bağlanmaktadır. Geleneksel olmayan ya da modern olan ekstraksiyon teknikleri, enerji kullanımının azaltılmasıyla, çevreye zarar vermeyen organik çözücülerin uygulanmasıyla temiz ya da yeşil teknikler olarak belirtilmektedir (Rodriguez-Perez ve diğ., 2015).

Hücre duvarının mekanik olarak parçalanmasını ve hücre materyalinin aktarımını sağlayan ultrasonik uygulama, hücre çeperinin etkisiz hale gelmesi ile hücre içindeki sıvı ekstraktın hücre dışına kolayca çıkabilmesini sağlamaktadır (Şekil 5). Ultrasonik ekstraksiyon uygulaması sonucunda partikül çapının azalması ile katı ve sıvı kısımlar arasındaki yüzey alanının arttığı bilinmektedir (Yıldız, 2021).



**Şekil 5:** Ultrasonik destekli ekstraksiyon mekanizmasının gıda işleme sırasındaki olası durumu (Yıldız, 2021).

Ultrasonik ekstraksiyonda mekanik aktivite çözücünün dokulara doğru dağılımını hızlandırmakta ve hücre içi bileşenlerinin çözücüye kolayca geçmesini sağlamaktadır (Yıldız, 2021). Proteinler, uçucu yağlar, peptidler, polisakkaritler ve biyoaktif elementlerin elde edilmesi için ultrasonik yöntem uygulanmaktadır (Tiwari, 2015). Ultrasonik ekstraksiyon işleminin yapılması; kütle transfer katsayısını, verimi ve hızı arttırdığından dolayı biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu için uygun bir yöntem olarak kabul görmektedir (Riera ve diğ., 2004).

Verimi etkileyen etmenlerden biri olarak sıcaklık artışının yonca ve narenciye yapraklarında fenolik madde miktarının da hızla arttığı, sonuç olarak ekstraksiyonun veriminin de arttığı bildirilmiştir (Yıldız, 2021). Benzer şekilde sıvı/katı oranının artmasıyla ekstraksiyon işleminin de daha hızlı gerçekleştiği ve böylece ekstraksiyon veriminin arttığı, karadut yapraklarında ve moringa bitkisinde fenolik maddelerin ekstraksiyonu çalışmalarında gösterilmiştir. Ayrıca ekstraksiyon süresinin verimi etkileyen en önemli etmen olduğu belirtilerek, hindistan cevizi tohumundan fenolik madde ekstraksiyonunda çözücüye geçen fenolik madde miktarını arttırdığı ve verimi doğrudan etkilediği bildirilmiştir (Yıldız ve diğ., 2021).

### 2.5.2 Ultrasonik Ekstraksiyonun Polifenoller Üzerine Etkisi

Bir bileşiğin çözücü kullanılarak seçici olarak karışımdan ayrılması olan ekstraksiyon işlemi sıvı-sıvı ya da katı-sıvı ekstraksiyon şeklinde uygulanmaktadır. Katı-sıvı ekstraksiyon yöntemleri olarak; basınçlı sıvı ekstraksiyonu, süperkritik akışkan ekstraksiyonu, mikrodalga destekli ekstraksiyon, ultrasonik destekli ekstraksiyon, enzim destekli ekstraksiyon, vurgulu elektrik alan destekli ekstraksiyon gibi yeni nesil ekstraksiyon uygulamalarına literatürde rastlanmaktadır (Cheetangdee, 2019). Bu yöntemler kullanılarak çok çeşitli bitkisel dokulardan fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Moczkowska ve diğ., 2019; Poorhashemi ve diğ., 2020).

Modern ekstraksiyon yöntemlerinden biri olan ultrases dalgaları ile gerçekleştirilen ultrasonik destekli ekstraksiyon, basit, hızlı, ucuz ve çevre dostu teknik olarak bitkisel materyallerin ekstraksiyonu sırasında biyoaktif bileşiğin yapı, molekül ve fonksiyon özelliklerinde minimum değişikliğe neden olmaktadır. Bu nedenle sebze ve meyvelerde fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda yeşil teknolojilerden olan ultrasonik dalga kullanımı üzerine araştırmalar

yapılmaktadır. Fenolik bileşikler; antibakteriyel, antiviral, antioksidan, antikarsinojenik, antiinflamatuvar ve damar genişletici özellik gösteren etkileriyle yoğun ilgi gören biyoaktif bileşenlerdendir. Ultrason teknolojisinin uygulanması ile kurutulmuş elma meyvelerinde toplam fenolik bileşik miktarının taze elmalara kıyasla daha yüksek olduğu, ön işlem süresinin uzatılması ile toplam fenolik madde içeriğinin ise düştüğü gösterilmiştir (Opalic ve diğ., 2009).

Ultrasonik destekli ekstraksiyon uygulanması ile fenolik bileşenlerdeki artışın sebebinin kavitasyon basıncı ile hücre çeperlerini parçalayarak mevcut fenolik bileşiklerin serbest bırakılmasıyla ilgili olduğu belirtilmektedir (Chen ve diğ., 2013). Çeşitli meyve sularında antioksidan aktiviteye katkı sağlayan önemli maddelerden biri fenolik bileşiklerdir. Toplam fenolik içerik ile antioksidan aktivite arasında pozitif bir ilişki olduğu birçok bitki türünde görülmektedir (Jayaprakasha ve diğ., 2008). Meyve sularındaki fenolik bileşiklerin kaybı veya kazanımı antioksidan kapasitedeki artış ya da azalmayla paraleldir. Geleneksel yöntem ile pastörizasyon işlemi sonunda, gıda ya da meyve sularında organik asit konsantrasyonunda önemli bir düşüş olduğu, ultrasonik dalga yönteminin ise içecekteki organik asit konsantrasyonunu artırdığı yönünde olumlu etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Cheng ve diğ., 2007). Kırmızı üzümde toplam fenolik, kondanse tanen ve antosiyanin bileşenlerinin ultrases ekstraksiyonunda klasik maserasyon yöntemine göre ultrasonikasyon ile oldukça kısa sürede daha yüksek verim elde edilmiştir (Yıldız ve diğ., 2021).

### **2.5.3 Ultrasonik Ekstraksiyonun Flavonoidler Üzerine Etkisi**

Ekstraksiyon yöntemlerinde meydana gelen oksidasyon, polimerizasyon ve dekompozisyon reaksiyonları ile flavonoid içeriğinde değişimler meydana geldiği bilinmektedir. Ultrasonik uygulama bu değişimleri minimuma indirdiği gibi farklı üzüm kabuklarından flavonoidlerin ekstraksiyonunda azalan uygulama süresinin fenolik bileşiklerin bozulmasını önlediği de bildirilmiştir (Yıldız ve diğ., 2021). Ultrasonik uygulamasının verdiği güce bağlı olarak fenolik bileşikler oksidasyona uğrarken antioksidan kapasitesine katkılarının azalabildiği belirtilmektedir (Kovacevic ve diğ., 2019). Ultrases uygulanması sonucu ses frekansının, uygulama süresinin ve gücünün ıspanakta toplam flavonoid miktarını arttırdığı saptanmıştır (Altemimi ve diğ., 2015). Ultrasonik işlemde artan uygulama süresinin, kavitasyonun hücre

çeperi üzerine etkilerini, hücrelerin parçalanmasını ve böylece fenolik bileşikler ile flavonoidlerin meyve suyuna geçişinin arttırıldığı belirtilmektedir (Anda ve diğ., 2019).

#### 2.5.4 Ultrasonik Ekstraksiyonun Antosiyaninler Üzerine Etkisi

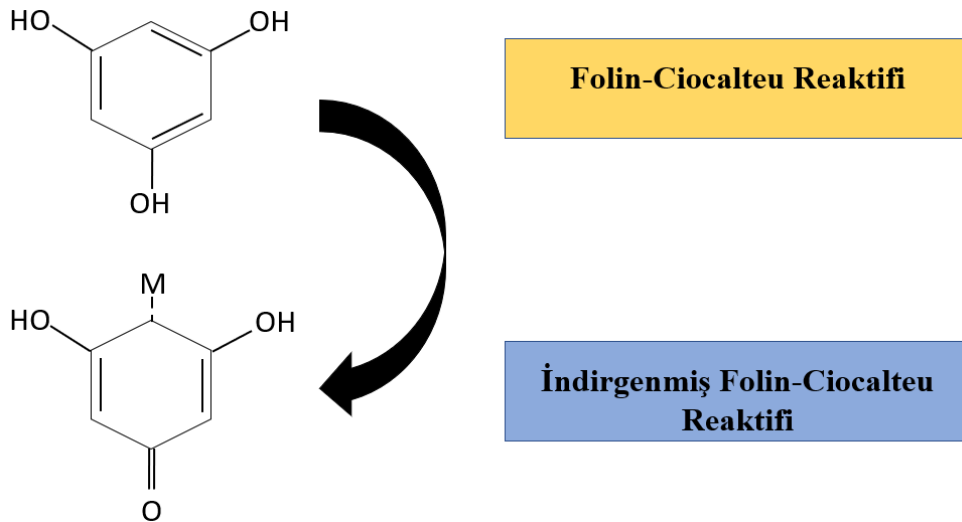
Geleneksel yöntemlere göre düşük enerji, zamandan tasarruf, daha az çözücü kullanımı, yüksek verim gibi avantajlarından dolayı ultrases uygulaması endüstriyel uygulamalarda karşımıza çıkmaktadır (Vieira ve Cavalcanti, 2013). Termosonikasyon uygulamasına göre dut suyunda ultrases uygulamasının toplam antosiyanin içeriğinde %150'den fazla artışa neden olduğu Nguyen ve Nyguen (2018) tarafından bildirilmiştir. Campbell Early üzüm çekirdeğinde antosiyaninlerin maksimum ekstraksiyonu için ultrases uygulamasının yanıt yüzey metodolojisi ile yöntem optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ancak birçok sebze ve meyvede antosiyaninlerin yüksek verimde ekstraksiyonu için ultrasonikasyon parametrelerinin optimizasyon çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir. Uygulama sırasında antosiyanin stabilitesinde bazı olumsuz yanıtın ortaya çıktığı bildirilmiştir. Antosiyaninlerin stabilitesi sıcaklık, ışık, enzim, pH ve oksijen gibi pek çok parametreden kolaylıkla etkilendiği için oksijenin meyve suyundan uzaklaştırılması, ultrasonik yöntemin antosiyanin içeriğindeki etkisinin az olmasının nedeni olarak görülmektedir (Yıldız, 2021). Antosiyanin parçalanmasında etkili olan oksijenin varlığı bazı enzimlerin aktivitesini etkilediği belirtilmektedir (Moses ve diğ., 2017).

Ultrasesin sıvı sistemlere uygulanmasıyla, mikro boyutta akış ve kabarcığın patlaması sonucunda yüksek basınç ve sıcaklık koşullarında kütle transferini arttırmaya yardım eden şok dalgaları ve serbest radikal oluşumunun meydana geldiği saptanmıştır. Bu etkilerin sonucunda antosiyaninler gibi biyoaktif bileşiklerin parçalandığı bildirilmektedir. Kaviteasyon ile meydana gelen OH<sup>-</sup> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> radikalleri antosiyaninlerin yapısındaki halkanın açılmasıyla birlikte kalkan oluşumuna neden olmaktadır (Chitgar ve diğ., 2017).

## 2.6 TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM

### 2.6.1 Folin-Ciocalteu (FC) Yöntemi: Toplam Fenolik Madde Tayini Metodu

Toplam fenolik madde miktarını belirlemek için Folin-Ciocalteu (FC) metodu kullanılmaktadır. Bu yöntem, bitki özütünde bulunan hidroksil grupları hakkında bilgi verir. Reaksiyon oksidasyon tepkimeleriyle oluşmaktadır. Özütteki fenolik bileşenler, Folin-Ciocalteu reaktifi ile etkileşerek okside olur ve bir süre sonra tepkimenin gerçekleşmesiyle mavi renkli bir karışım oluşur (Prior ve diğ., 2005). Reaksiyonda ortamın pH'sı oldukça önemlidir. Çünkü düşük pH'larda reaksiyon yavaş gerçekleşmektedir. Bu yöntemde kullanılan sodyum karbonat ortamın pH'sını 10'a ayarlamaktadır (Cao ve diğ., 1993). Ortamın pH'ı 10 olduğunda FCR'nin yapısında bulunan Mo(VI)'ın fenolik bileşenler varlığında Mo(V)'e indirgenmesiyle oluşan mavi renkli (Şekil 6) karışımın absorbansının ölçülmesi temeline dayanmaktadır (Gerçek, 2020). Sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak (mg/L) ifade edilir (Gerçek, 2020). FC metodu, sadece fenolik bileşenler için belirleyici değildir. Aynı zamanda, keton, aldehit, şeker gibi bileşenler tarafından indirgenmektedir. Özütün içinde proteinler de bulunuyorsa, yöntem proteinleri de tayin edecektir. Bu durum FC metodunun dezavantajıdır (İlbaý, 2016).



**Şekil 6:** Mo(VI)'ın fenolik bileşenler varlığında Mo(V)'e indirgenerek mavi renk vermesi durumu (Gerçek, 2020).

## **2.7 TOPLAM FLAVONOİD MADDE MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM**

### **2.7.1 AICI<sub>3</sub> Kolorimetrik Yöntemi: Toplam Flavonoid Madde Tayini Metodu**

Alüminyum klorür kolorimetrik metodun prensibi, alüminyum klorürün flavonların ve flavonollerin C-4 keto grubu ve C-3 veya C-5 hidroksil grubu ile asit kararlı kompleksler oluşturmasıdır. C-3 ve C-5 hidroksil gruplarına sahip flavonollerin yanı sıra ortodihidroksil grupları olan flavonoidler de asit kararlı kompleksler oluşturur ve bu komplekslerin maksimum dalga boyu 415- 440 nm olarak verilmiştir (Chang ve diğ., 2002).

## **2.8 TOPLAM ANTOSİYANİN MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM**

### **2.8.1 pH Fark Ölçümleri Yöntemi: Toplam Antosiyanin Madde Tayini Metodu**

Antosiyanin pigmentleri gıdaların görünümüne ve renklerine katkılarından dolayı gıda kalitesi açısından önemlidirler. Antosiyaninlerin sağlığa katkılarında dolayı gıdaların antosiyanin içeriklerine ilgi artmaktadır. Ayrıca, antosiyanin pigment içeriği kalite kontrollünde yararlı bir kriter olabilir. Antosiyaninler meyve, sebze ve tahıllarda kırmızı, mor ve mavi tonlardan sorumludur. Pelargonidin, siyanidin, peonidin, delfinidin, malvidin ve petunidin gibi literatürde yaygın olarak bilinen altı antosiyanidin bilinmektedir.

Antosiyaninler, pH'a bağlı olarak (pH 1.0'da renkli oksonyum formu ve pH 4.5'te renksiz hemiketal formu) tersinir bir yapısal dönüşüme uğrarlar. Pigmentin pH 1 ve pH 4.5'teki 520 ve 700 nm dalga boylarındaki absorbansları ölçülür. 520 nm de her iki pH'da ölçülen absorbanslar arasındaki fark pigment konsantrasyonu ile orantılıdır. Polimerize olmuş, bozulmuş pigmentlerin ve diğer interfere bileşiklerin varlığında dahi toplam antosiyaninlerin doğru ve hızlı ölçümüne izin vermektedir. (Lee ve diğ., 2005).

## **2.9 TOPLAM PROANTOSİYANİDİN MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM**

### **2.9.1 Amaeze Yöntemi: Toplam Proantosiyanidin Madde Tayini Metodu**

Proantosiyanidinler; kateşinlerin hem kimyasal hem de enzimatik olarak oksijen ile reaksiyona girerek, reaksiyon sonucu oluşan bileşiklerdir (Mammadov, 2014). Kiraz ve vişne meyvelerinin proantosiyanidin içeriği Amaeze metoduna göre çalışılmıştır. Amaeze metodunda kullanılan vanilin, proantosiyanidine bağlanır. Yöntemde kullanılan HCL ise denklemi hızlandırmak için katalizör görevi görmektedir (Amaeze ve diğ., 2011).

## **2.10 TOPLAM ANTIOKSİDAN KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER**

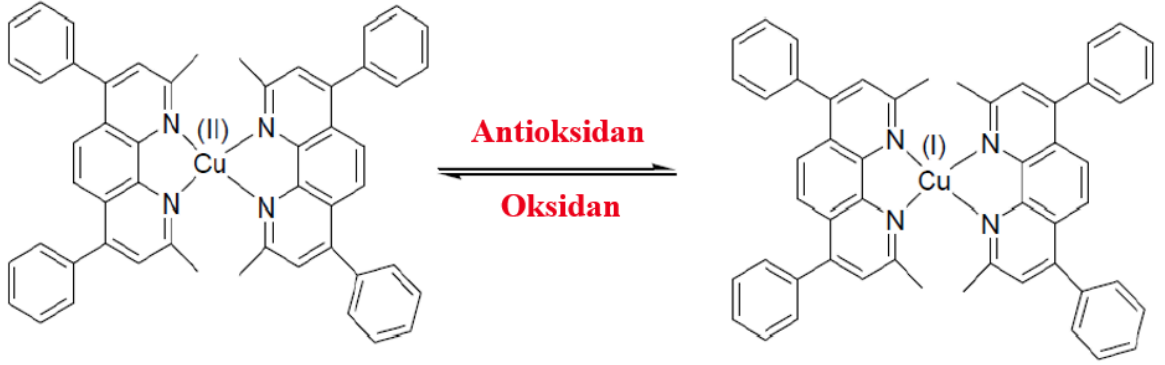
### **2.10.1 CERAC (Seryum (IV) İndirgeme Antioksidan Kapasite) Yöntemi: Toplam Antioksidan Kapasite Tayin Metodu**

CERAC yönteminin temelini, Ce(IV) ile antioksidanlar arasındaki redoks reaksiyonu oluşturmaktadır. Başlangıçtaki Ce(IV)'ün maksimum dalga boyundaki (320 nm) absorpsiyon değeri, Ce(IV)'ün antioksidanlar ile reaksiyonu sonucu azalmaktadır. Ce(IV)'ün absorpsiyonundaki bu azalmadan yararlanarak toplam antioksidan miktarı hesaplanmıştır (Özyurt ve diğ, 2007).

### **2.10.2 CUPRAC (Cu (II) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasite) Yöntemi: Toplam Antioksidan Kapasite Tayin Metodu**

Apak ve diğerlerinin (2004) yılında geliştirdiği CUPRAC metodu da DPPH metodu gibi örneklerin antioksidan kapasitesini ölçmede kullanılmaktadır. 2,9-dimetil-1,10-fenantrolin (Neocuproin) Cu (II) ile oluşturduğu bakır (II)- neocuproin kompleksi (Cu (II)-Nc), bakır(I)-neocuproin [Cu(I)-Nc]'e indirgenmektedir ve oluşan tepkimenin absorpsiyonu 450 nm'de okunmaktadır. Neocuproin çözeltisi etanolde hazırlanmaktadır. Cu (II) klorür sulu çözeltisine sırasıyla neocuproin, daha sonra amonyum asetat sulu çözeltisi eklendikten sonra belli bir

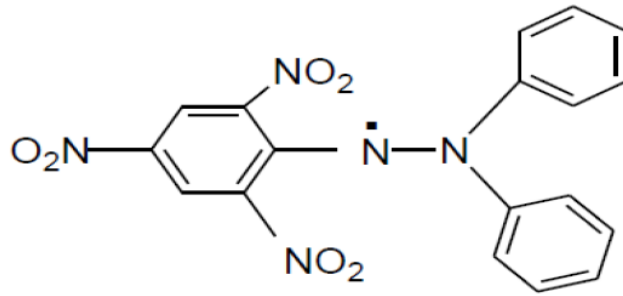
hacimde ekstrakt ve su ilave edilip, karışım 30 dakika inkübe edilir. İnkübe süresi dolduğunda 450 nm şahit çözeltiye karşı absorbansı okunmaktadır. Trolox referans çözeltisine göre okunmaktadır. Şekil 7'de Cu (II)'nin antioksidan madde ile Cu (I)'e indirgenmesi gösterilmektedir.



Şekil 7: Cu (II)'nin antioksidan madde ile Cu(I)'e indirgenmesi (İlbay, 2016).

### 2.10.3 DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Radikal Giderme Yöntemi: Toplam Antioksidan Kapasite Tayin Metodu

DPPH, antioksidanların radikal süpürmesini belirleyen, uygulanabilirliği kolay ve oldukça yaygın olarak kullanılan yöntemdir. DPPH radikalinin yapısı Şekil 8'de gösterilmektedir.



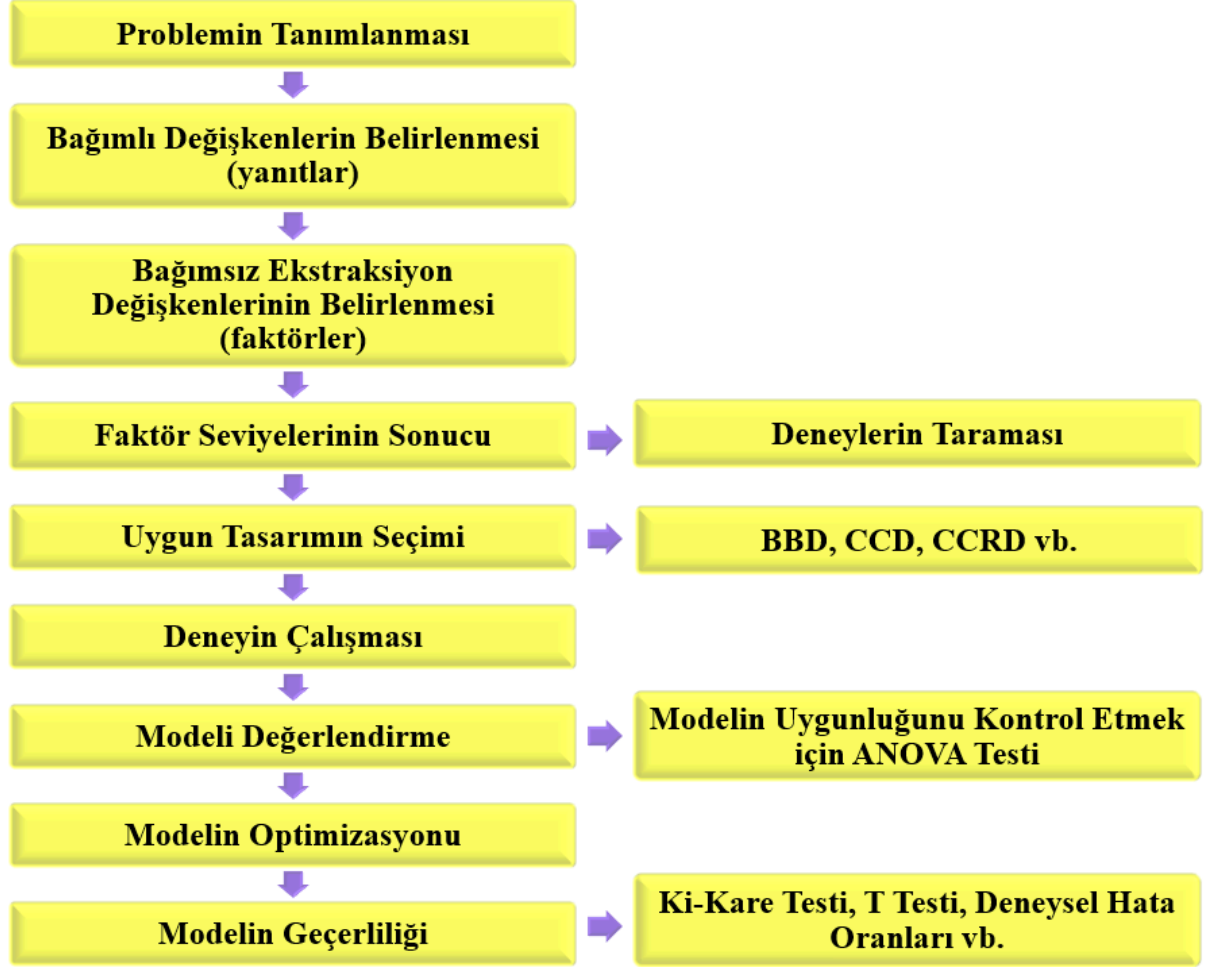
Şekil 8: DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalinin yapısı (İlbay, 2016).

## 2.11 YANIT YÜZEY YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYON

Deneysel tasarım, bilim ve endüstrinin çeşitli alanlarında önemli bir rol oynamaktadır. Deney, deneysel birimlere uygulanan farklılıklar ve daha sonra bir veya daha fazla yanıtın ölçülmesine dayalı bilimsel bir yöntemin parçasıdır. Süreci ve sistemin işleyişini iyi gözlemlemek gerekir. Bu nedenle deneyi uygulayan kişinin nihai bir sonuca varabilmesi için deneyleri planlaması, tasarlaması ve sonuçları analiz etmesi gerekir. Optimizasyon için en yaygın kullanılan deneysel tasarımlardan biri, yanıt yüzey metodolojisi (YYM). Birden fazla faktörün etkilerini ve bunların etkileşimlerini bir veya daha fazla yanıt değişkeni üzerinde değerlendirmeye izin verdiği için yararlı bir yöntemdir (Şekil 9). Yanıt yüzey metodolojisi (YYM), ilgilenilen yanıtın çeşitli değişkenlerden (Refinery ve diğ., 2016) etkilendiği bir süreci modellemek ve analiz etmek için yaygın olarak kullanılan bir matematiksel ve istatistiksel yöntemdir. Bu yöntemin amacı yanıtı optimize etmektir (Montgomery, 2005). Süreci etkileyen parametrelere bağımsız değişkenler, tepkilere ise bağımlı değişkenler denir (Koç ve Ertekin, 2009). Tepki yüzeyi, yüzey yerleşimine dayalı bir yöntemdir. Bu nedenle, bir YYM çalışmasının temel amacı, lokal maksimum, lokal minimum ve sırt çizgileri dahil olmak üzere yanıt yüzeyinin topografyasını anlamak ve en uygun yanıtın olduğu bölgeyi bulmaktır (Bradley, 2007).

Deney tasarımı, YYM'nin en önemli yönüdür. Deney tasarımı, yanıtın iyi incelenmesi gereken en uygun noktaların seçimini amaçlar. Sürecin matematiksel modeli çoğunlukla deney tasarımı ile ilgilidir. Bu nedenle, deney tasarımının seçimi, tepki yüzeyi yapısının doğruluğunu belirlemede büyük bir etkiye sahiptir. YYM'nin sunduğu avantajlar, bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimi belirlemesi, sistemi matematiksel olarak modellemesi, deneme sayısını azaltarak zamandan ve maliyetten tasarruf etmesi olarak özetlenebilir (Boyacı, 2005). Ancak yanıt yüzeyi yönteminin en önemli dezavantajı, deneysel verilerin ikinci düzeyde bir polinom modeline uydurulmasıdır. Eğriliğe sahip tüm sistemlerin ikinci dereceden bir polinom modeli ile uyumlu olduğunu söylemek doğru değildir. Ayrıca modelde tahmin edilen değerlerin mutlaka deneysel doğrulaması yapılmalıdır (Koç ve Ertekin, 2009). YYM'nin erken aşamasında, tarama deneyleri gerçekleştirilir. Yanıt üzerinde çok az veya daha fazla etkiye sahip çok sayıda değişken varsa, yanıt üzerinde büyük etkiye sahip olan değişkenler belirlenir. Bu nedenle amaç, ileri araştırmalar için büyük etkilere sahip tasarım değişkenlerini belirlemektir. Tepki yüzeyi yönteminde bağımlı değişkenlerin bağımsız değişkenlerden nasıl etkilendiğini en iyi temsil eden model teorik olarak belirlenir. Ancak teorik olarak belirlenen

modellerin optimum koşullar altında güvenilirliğini doğrulamak için deneyler yapılmalıdır. Ki-Kare testi ve t-testleri, deneysel ve tahmin edilen değerler arasındaki farkı belirlemek için en yaygın olarak kullanılır. Modelin geçerliliğini değerlendirmenin bir başka yöntemi de teorik ve deneysel değerler arasındaki deneysel hatayı hesaplamaktır.



Şekil 9: Yanıt Yüzey Yöntemi ile Optimizasyon

### **3.MALZEME VE YÖNTEM**

#### **3.1 KIRAZ VE VIŞNE ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI**

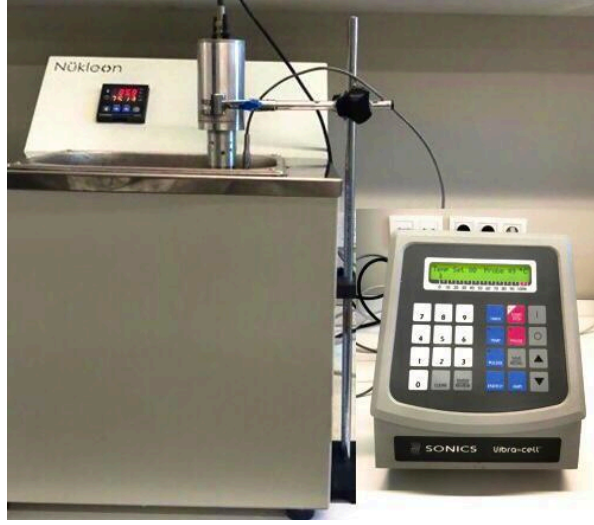
Çalışmada kullanılan kiraz ve vişne meyveleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Koleksiyon Bahçesinden temin edilmiştir. Laboratuvara getirilen kiraz ve vişne meyveleri çekirdek ve saplarından ayrılarak 5 gr olacak şekilde tartılmış ve ezme işlemi uygulanmıştır. Ezme işlemi %1 HCL içeren %80 metanolde homojenizatörde parçalanarak homojen bir kıvam elde edilene kadar sürdürülmüştür.

#### **3.2 ULTRASONİK DESTEKLİ EKSTRAKSİYON YÖNTEMİ**

##### **3.2.1 Kiraz ve Vişne Meyvelerine Uygulanan Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Yöntemi**

Soğutmalı su banyosuna yerleştirilen meyve örneğinin belirlenen sıcaklık, zaman ve güç değerlerine göre ultrasonik destekli ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sona erdikten sonra beherde kalan ekstrakt, santrifüj tüpüne aktarılıp 1000 rpm'de 5 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra tüpün içerisindeki sıvı ekstrakt balon jöjeye aktarılıp üzerine %1 HCL içeren %80 metanol çözücü sıvı maddeden ekstrakt 100 mL oluncaya dek eklenmiştir. Ekstrakt oda sıcaklığında soğutularak whatman No. 1 filtre kağıdında süzülerek 100 ml'lik amber şişelere aktarılmış ve analize kadar -40°C de saklanmıştır. Kiraz ve vişne örnekleri farklı zamanlarda aynı yöntemle hazırlanmıştır.

Kiraz ve vişne örneklerine ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemine göre ekstrakte edilirken kullanılan ultrasonik ekstraksiyon cihazı Şekil 10'da verilmiştir.



**Şekil 10:** Soğutmalı su banyosu ve ultrasonik ekstraksiyon cihazı sistemi.

### 3.2.2. Deneysel Dizayn ve Optimizasyon

Kiraz ve vişne meyvelerindeki biyoaktif bileşenlerin ultrasonik ekstraksiyonu için en uygun koşullar, yanıt yüzey metodolojisi (YYM) kullanılarak belirlendi. 3 faktörlü, 3 seviyeli bir Box-Behnken deneysel tasarımı kullanıldı. Çalışmada kullanılan faktörler ve seviyeleri Tablo 3'te verilmiştir. Deney tasarımında kullanılan üç bağımsız değişken belirlenmiştir: sıcaklık (X1), ultrasonik güç (X2) ve sonikasyon süresi (X3).

**Tablo 3:** Bağımsız değişkenler ve seviyeleri

Kod	Faktörler	Faktör seviyeleri		
		-1	0	1
X1	Sıcaklık ( $^{\circ}$ C)	30	50	70
X2	Ultrasonik güç (watt)	50	100	150
X3	Sonikasyon süresi (dk)	10	35	60

Faktörlerin etkilerini ve birbirleriyle etkileşimlerini belirlemek için Tablo 4'te gösterildiği gibi 15 kombinasyonlu bir Box-Behnken deneysel tasarımı oluşturuldu. Yanıt yüzey regresyonu Minitab 16.0 yazılımı (Minitab, State College, PA, ABD) hazırlandı. Bu tasarımda, bağımlı değişkenler olarak belirlenen toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antosiyanin, toplam proantosiyanidin ve toplam antioksidan madde miktarları maksimize edilerek optimal koşullar belirlendi. Deneysel veriler ikinci dereceden bir polinom denklemine uyarlandı (Eşitlik 1). Bu denklemde Y bağımlı değişkeni, bi katsayıları ve Xi bağımsız değişkenleri temsil etmektedir.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_1^2 + b_5X_2^2 + b_6X_3^2 + b_7X_1X_2 + b_8X_1X_3 + b_9X_2X_3 \quad (1)$$

**Tablo 4:** Ultrasonik destekli ekstraksiyon ile kiraz ve vişne örneklerinde fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu için uygulanan deneysel tasarım.

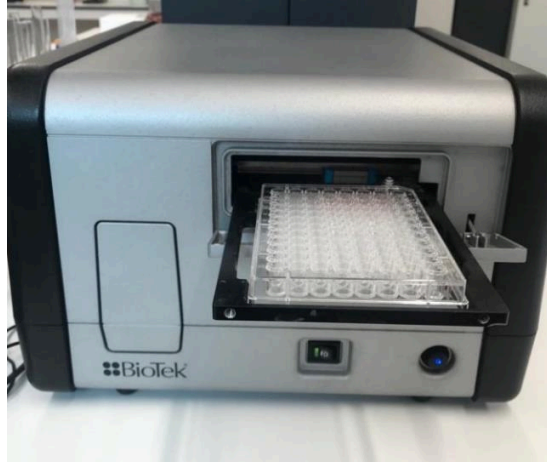
Çalıştırma Düzeni	Sıcaklık (°C)	Güç (W)	Süre (dk)
1	70	150	35
2	30	50	35
3	50	50	60
4	70	50	35
5	50	100	35
6	50	100	35
7	50	150	10
8	50	50	10
9	30	100	10
10	50	150	60
11	30	100	60
12	70	100	10
13	70	100	60
14	30	150	35
15	50	100	35

### 3.3 ANALİZDE KULLANILAN CİHAZ VE YÖNTEMLER

#### 3.3.1 ELISA Spektrofotometre Ölçüm Cihazı

Çözelti içerisindeki maddelerin miktarlarının kantitatif olarak belirlenmesini sağlayan cihazlardan biri de spektrofotometredir. UV-Vis absorpsiyon spektroskopisi tekniği kullanan ELISA spektrofotometre, mikrolitre hacminde sıvı alan kuyucuklar içeren plakalardan çoklu okumalar yapabilmektedir. Spektrofotometrik ölçüm gerektiren biyokimyasal pek çok analiz bu cihaz yardımıyla kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir. Spektrofotometrenin çalışma prensibinde; konsantrasyonu bilinmeyen çözeltiliye belirli spektrumda ışın geçirilir ve çözelti tarafından ışının ne kadarının absorplandığı bulunur. Analiz edilen madde miktarı karışımda oldukça fazlaysa daha çok ışın karışım sayesinde soğurulur. Spektrofotometre kullanılarak, karışımın içerisinde geçebilen karışım tarafından absorplanmayan ışığın yoğunluğu belirlenerek karışım içerisindeki tespit edilmeye çalışılan madde nitel olarak tespit edilir (İlbay, 2016).

Tüm analiz yöntemlerinde ölçüm almak için kullanılan ELISA spektrofotometrik ölçüm cihazı Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 11: Spektrofotometrik Ölçüm Cihazı ELISA.

### 3.3.2 ELISA Spektrofotometre ile Yapılan Analizler

Bu çalışmada toplam fenolik miktarını belirlemek için Modifiye Folin-Ciocalteu yöntemi, toplam flavonoid miktarının belirlenmesi için AlCl<sub>3</sub> kolorimetrik yöntemi, toplam antosiyanin miktarını belirlemek için pH fark ölçümleri yöntemi, toplam proantosiyaniidin miktarını belirlemek için Amaeze yöntemi ve toplam antioksidan kapasitesini belirlemek için CUPRAC, CERAC ve DPPH yöntemleri kullanılmıştır.

#### 3.3.2.1 Folin-Ciocalteu yöntemi ile Toplam Fenolik Miktar Analizi

Kiraz ve vişne örneklerinde toplam fenolik miktar analizi Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Tepkime Şekil 13'te sunulmuştur.

50 µL folin reaktifi + x ml ekstrakte sıvı + 100 µL 0,35 M NaOH çözeltisi (6,7-x) ml H<sub>2</sub>O olacak şekilde toplam hacim 200 µL olan çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler, oda sıcaklığında 3 dakika bekletilmiştir. Çözeltilerin bekletilme süresi dolduğunda, 750 nm de kör (blank) çözeltiliye karşı absorbanları ölçülmüştür (Gerçek, 2020).

Hazırlanan ekstraktların mmol gallik asit/g örnek eşdeğeri cinsinden toplam fenolik miktarı, modifiye Folin-Ciocalteu yöntemine göre Eşitlik 1.1'den yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Fenolik miktarı (mmol Gallik Asit/g)} : (A/\epsilon_{\text{Gallik Asit}}) \times V_s / V_o \times SF \times VE / m \quad (1.1)$$

A : Ölçülen absorban

$\epsilon_{\text{Gallik Asit}}$  : Gallik asidin molar absorpsiyon katsayısı (mol<sup>-1</sup> L cm<sup>-1</sup>)

V<sub>s</sub> : Absorbansın ölçüldüğü son hacim (ml)

V<sub>o</sub> : Örnek hacmi (ml)

SF : Seyreltme faktörü

VE : Ekstraktların hazırlandığı son hacim (ml)

m : Örnek ağırlığı (g)



**Şekil 12:** Folin-Ciocalteu yöntemi tepkimesi.

### 3.3.2.2 AlCl<sub>3</sub> kolorimetrik yöntemi ile Toplam Flavonoid Miktar Analizi

Kiraz ve vişne örneklerinde toplam flavonoid miktar analizi AlCl<sub>3</sub> kolorimetrik yöntemine göre yapılmıştır.

x ml ekstrakte sıvı + (4-x) ml distile su + 0,3 ml % 5'lik NaNO<sub>2</sub> karışımı 5 dakika oda sıcaklığında bekletilmesinin ardından 0,6 ml %10'luk AlCl<sub>3</sub> çözeltisi eklenerek 6 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra 2 ml 1 M NaOH çözeltisi ve 3,1 ml distile su eklenerek toplam hacmi 10 ml olan çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler 20 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Çözeltilerin bekletilme süresi dolduğunda, 510 nm de kör (blank) çözeltiliye karşı absorpsansları ölçülmüştür (Gerçek, 2020). Kolorimetrik yöntem tepkimesi Şekil 14'te verilmiştir.

Hazırlanan ekstraktların mmol kateşin/g örnek eşdeğeri cinsinden toplam flavonoid miktarı AlCl<sub>3</sub> kolorimetrik yöntemine göre Eşitlik 1.2'den yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Flavonoid Miktarı (mmol Kateşin/g)} = (A/\epsilon_{\text{Kateşin}}) \times V_s / V_0 \times SF \times VE / m \quad (1.2)$$

A : Absorbans

$\epsilon_{\text{Kateşin}}$  : Kateşin molar absorpsiyon katsayısı (mol<sup>-1</sup> L cm<sup>-1</sup>)

V<sub>s</sub> : Absorbansın ölçüldüğü son hacim (ml)

V<sub>0</sub> : Örnek hacmi (ml)

SF : Seyreltme faktörü

VE : Sıvı ekstraktların son hacmi (ml)

m : Örnek ağırlığı (g)



**Şekil 13:** AlCl<sub>3</sub> kolorimetrik yöntemi tepkimesi.

### 3.3.2.3 pH Fark Ölçümleri yöntemi ile Toplam Antosiyanin Miktar Analizi

Kiraz ve vişne örneklerinde toplam antosiyanin miktar analizi pH Fark Ölçümleri yöntemine göre yapılmıştır. pH fark ölçümleri yöntem tepkimesi Şekil 15'te görülmektedir.

x ml ekstrakte sıvı + (4-x) ml (pH 4,5 ya da pH 1) tamponu + (10-5x) ml distile su eklenerek toplam hacmi 10 ml olan çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler, oda sıcaklığında 15 dakika bekletilmiştir. Çözeltilerin bekletilme süresi dolduğunda, 520 nm ve 700 nm de kör (blank) çözeltiliye karşı absorbansları ölçülmüştür (Gerçek, 2020).

Hazırlanan ekstraktların mg Siyanidin 3- sophoroside klorür (Syd-3-sop) /g örnek eşdeğeri cinsinden toplam antosiyanin içeriği pH Fark Ölçümleri yöntemi için Eşitlik 1.3'ten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Antosiyanin Miktarı (mg Syd-3-sop/g)} = (A/(\epsilon \text{Siyanidin} \times L)) \times MA \times V_s / V_ö \times SF \times VE / m \quad (1.3)$$

$$A : (A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}}) \text{ pH 1} - (A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}}) \text{ pH 4,5}$$

$\epsilon_{\text{Syd-3-sop}}$  : Siyanidin-3-sophorosideklörür molar absoprsiyon katsayısı ( $\text{mol}^{-1} \text{ L cm}^{-1}$ )

L : Işık yolu (0,6 cm)

MA : Molekül Ağırlığı 646,98 g/mol

SF : Seyreltme faktörü

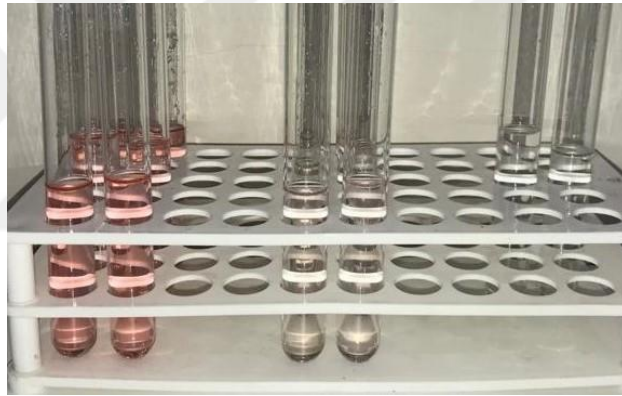
Vs : Absorbansın ölçüldüğü son hacim (ml)

Vö : Örnek hacmi (ml)

SF : Seyreltme faktörü

VE : Sıvı ekstraktların son hacmi (ml)

m : Örnek ağırlığı (g)



Şekil 14: pH Fark Ölçümleri yöntemi tepkimesi.

#### 3.3.2.4 Amaeze yöntemi ile Proantosiyanidin Miktar Analizi

Kiraz ve vişne örneklerinde proantosiyanidin miktar analizi Amaeze yöntemine göre yapılmıştır.

x ml ekstrakte sıvı + 300  $\mu\text{L}$  %4 vanilin çözeltisi, 150  $\mu\text{L}$  %30 HCL çözeltisi olacak şekilde toplam hacmi 500  $\mu\text{L}$  olan çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler 37 °C de 15 dakika bekletilmiştir. Çözeltilerin bekletilme süresi dolduğunda, 500 nm de kör (blank) çözeltiye karşı absorbansları ölçülmüştür (Amaeze ve diğ., 2011).

Hazırlanan ekstraktların mmol kateşin/g örnek eşdeğeri cinsinden toplam proantosiyanidin miktarı vanilin yöntemine göre Eşitlik 1.4'ten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Proantosiyanidin Miktarı (mmol Kateşin/g)} = (A/\epsilon\text{Kateşin}) \times V_s / V_ö \times SF \times VE / m \quad (1.4)$$

A : Absorbans

$\epsilon\text{Kateşin}$  : Kateşin molar absoprsiyon katsayısı ( $\text{mol}^{-1} \text{ L cm}^{-1}$ )

$V_s$  : Absorbansın ölçüldüğü son hacim (ml)

$V_ö$  : Örnek hacmi (ml)

SF : Seyreltme faktörü

VE : Sıvı ekstraktların son hacmi (ml)

m : Örnek ağırlığı (g)

### 3.3.2.5 CERAC yöntemi ile Toplam Antioksidan Kapasite Analizi

CERAC yönteminde; 1 ml  $2 \times 10^{-3}$  M  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  çözeltisi + x ml ekstrakte sıvı + (9-x) ml  $\text{H}_2\text{O}$  olacak şekilde deney seti kurularak toplam hacim 10 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler oda sıcaklığında 20 dakika bekletilmiştir. Çözeltilerin bekletilme süresi dolduğunda, 320 nm de kör (blank) çözeltiliye karşı absorbansları ölçülmüştür (Gerçek, 2020).

Hazırlanan ekstraktların mmol Troloks/g örnek eşdeğeri cinsinden toplam antioksidan analiz değerleri CERAC yöntemi için Eşitlik 1.5'ten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{TAC (mmol Troloks/g)} = (A_0 - A/\epsilon\text{Troloks}) \times V_s / V_ö \times SF \times VE / m \quad (1.5)$$

$A_0$  : Ce(IV) iyonlarının 320 nm deki başlangıç absorbansı

A : Ölçülen absorbans

$\epsilon\text{Troloks}$  : Troloksun molar absoprsiyon katsayısı ( $\text{mol}^{-1} \text{ L cm}^{-1}$ )

$V_s$  : Absorbansın ölçüldüğü son hacim (ml)

$V_ö$  : Örnek hacmi (ml)

SF : Seyreltme faktörü

VE : Ekstraktların hazırlandığı son hacim (ml)

m : Örnek ağırlığı (g)

### 3.3.2.6 CUPRAC yöntemi ile Toplam Antioksidan Kapasite Analizi

CUPRAC yönteminde; 1 ml CuCl<sub>2</sub> çözeltisi + 1 ml 1 M neocuproin (Nc) çözeltisi + 1 ml 1 M NH<sub>4</sub>Ac çözeltisi + x ml ekstrakte sıvı + (1,1-x) ml H<sub>2</sub>O olacak şekilde deney seti kurularak toplam hacmi 4,1 ml olan çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler 30 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Çözeltilerin bekletilme süresi dolduğunda, 450 nm de kör (blank) çözeltiliye karşı absorbansları ölçülmüştür (Gerçek, 2020). Cuprac yöntemi tepkimesi Şekil 16'da gösterilmiştir.

Hazırlanan ekstraktların mmol Troloks/g örnek eşdeğeri cinsinden toplam antioksidan analiz değerleri CUPRAC yöntemi için Eşitlik 1.6'dan yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{TAC (mmol Troloks/g)} = (A/\epsilon_{\text{Troloks}}) \times V_s / V_0 \times \text{SF} \times \text{VE} / m \quad (1.6)$$

A : Absorbans

$\epsilon_{\text{Troloks}}$  : Troloksun molar absorpsiyon katsayısı (mol<sup>-1</sup> L cm<sup>-1</sup>)

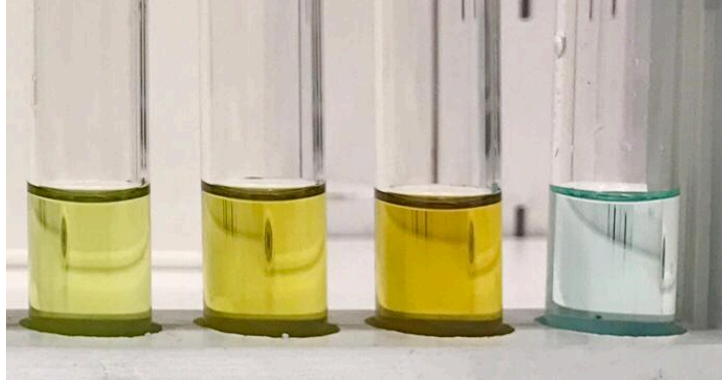
V<sub>s</sub> : Absorbansın ölçüldüğü son hacim (ml)

V<sub>0</sub> : Örnek hacmi (ml)

SF : Seyreltme faktörü

VE : Ekstraktların hazırlandığı son hacim (ml)

m : Örnek ağırlığı (g)



Şekil 15: Cuprac yöntemi tepkimesi.

### 3.3.2.7 DPPH yöntemi ile Toplam Antioksidan Kapasite Analizi

Kiraz ve vişne örneklerinde toplam antioksidan kapasite analizi DPPH yöntemine göre yapılmıştır. DPPH yönteminde; ekstraktan 15 µL alınmıştır. Metanol içerisinde 150 µmol L<sup>-1</sup> olacak şekilde hazırlanmış olan DPPH solüsyonundan da 185 µL alınarak ekstraktın üzerine eklenmiştir. Karışım 10 saniye vortekslenip oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 20 dakika bekletilmiştir. Hazırlanan karışımın bekletilme süresi dolduğunda, 515 nm’de kör (blank) çözeltiliye karşı absorbansı ölçülmüştür (Bobo-García ve diğ., 2015).

Hazırlanan ekstraktların mmol Troloks/g örnek eşdeğeri cinsinden toplam antioksidan analiz değerleri DPPH yöntemi için Eşitlik 1.7’den yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{TAC (mmol troloks / g örnek)} = (\text{As}-\text{Aö} / \epsilon_{\text{Troloks}}) \times (\text{Vs} / \text{Vö}) \times \text{SF} \times \text{VE} / \text{m} \quad (1.7)$$

Aö: Absorbans ölçümü

As: Solüsyonun absorbansı

$\epsilon_{\text{Troloks}}$ : Troloksun molar absorpsiyon katsayısı (mol<sup>-1</sup> L cm<sup>-1</sup>)

Vs: Absorbansın ölçüldüğü son hacim (mL)

Vö: Örnek hacmi (mL)

SF: Seyreltme faktörü

VE: Ekstraktların hazırlandığı son hacim (mL)

m: Örnek ağırlığı (g)

## 4.BULGULAR

### 4.1 KIRAZ ÖRNEKLERİNİN FİTOKİMYASAL ANALİZLERİNİN SONUÇLARI

Kiraz meyvesinde toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antosiyanin ve toplam proantosiyanimin madde tayini için deneyler üç tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Spektrofotometrik ölçümler yapılarak sonuçları alınmıştır (Tablo 5).

**Tablo 5:** Kiraz meyve örneklerinden ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktların toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antosiyanin ve toplam proantosiyanimin miktarları.

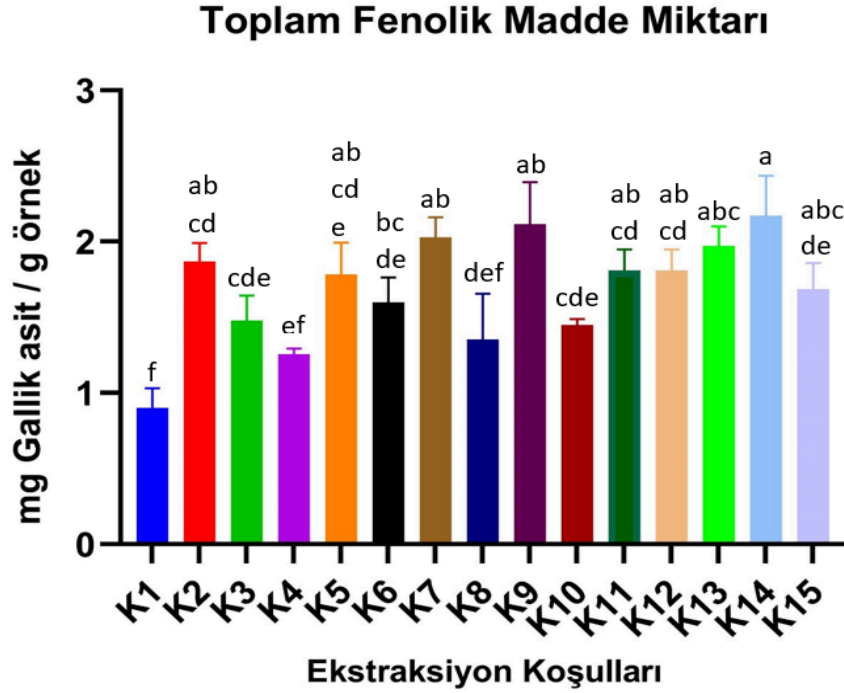
<b>Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları</b>	<b>Toplam Fenolik</b> (mg Gallik Asit/g örnek)	<b>Toplam Flavonoid</b> (mg Kateşin/g örnek)	<b>Toplam Antosiyanin</b> (mg (syd-3-sop) /g örnek)	<b>Toplam Proantosiyanimin</b> (mg Kateşin/g örnek)
<b>K1</b>	0,90 ± 0,13	0,16 ± 0,03	1,07 ± 0,02	0,26 ± 0,01
<b>K2</b>	1,87 ± 0,12	0,49 ± 0,02	1,52 ± 0,17	0,52 ± 0,01
<b>K3</b>	1,48 ± 0,16	0,35 ± 0,01	2,30 ± 0,03	0,40 ± 0,01
<b>K4</b>	1,26 ± 0,04	0,28 ± 0,01	1,69 ± 0,20	0,48 ± 0,01
<b>K5</b>	1,78 ± 0,21	0,49 ± 0,03	3,24 ± 0,04	0,88 ± 0,01
<b>K6</b>	1,60 ± 0,16	0,38 ± 0,03	1,15 ± 0,07	0,33 ± 0,02
<b>K7</b>	2,03 ± 0,13	0,40 ± 0,03	2,34 ± 0,17	0,63 ± 0,01
<b>K8</b>	1,35 ± 0,30	0,34 ± 0,01	1,44 ± 0,42	0,49 ± 0,01
<b>K9</b>	2,12 ± 0,28	0,39 ± 0,04	1,30 ± 0,19	0,65 ± 0,01
<b>K10</b>	1,45 ± 0,03	0,40 ± 0,03	1,22 ± 0,04	0,34 ± 0,01
<b>K11</b>	1,81 ± 0,14	0,52 ± 0,03	0,66 ± 0,24	0,26 ± 0,01
<b>K12</b>	1,81 ± 0,14	0,33 ± 0,01	1,98 ± 0,02	0,45 ± 0,04
<b>K13</b>	1,97 ± 0,13	0,39 ± 0,03	1,64 ± 0,02	0,45 ± 0,01
<b>K14</b>	2,17 ± 0,27	0,57 ± 0,01	1,04 ± 0,02	0,24 ± 0,01
<b>K15</b>	1,69 ± 0,17	0,52 ± 0,03	1,98 ± 0,03	0,50 ± 0,01

\*Tüm sonuçlar ortalama±standart sapma (n=3) olarak ifade edilmiştir.

**Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** **K1:** 70°C, 150W, 35dk **K2:** 30°C, 50W, 35dk **K3:** 50°C, 50W, 60dk **K4:** 70°C, 50W, 35dk **K5:** 50°C, 100W, 35dk **K6:** 50°C, 100W, 35dk **K7:** 50°C, 150W, 10dk **K8:** 50°C, 50W, 10dk **K9:** 30°C, 100W, 10dk **K10:** 50°C, 150W, 60dk **K11:** 30°C, 100W, 60dk **K12:** 70°C, 100W, 10dk **K13:** 70°C, 100W, 60dk **K14:** 30°C, 150W, 35dk **K15:** 50°C, 100W, 35dk

Spektrofotometrik ölçümle elde edilen sonuçların GraphPad Prism 9.5.1 programında istatistiksel olarak analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, toplam antosiyanin madde miktarı, toplam

proantosiyanidin madde miktarı için sırasıyla Şekil 17, Şekil 18, Şekil 19 ve Şekil 20'deki sonuçlar elde edilmiştir.

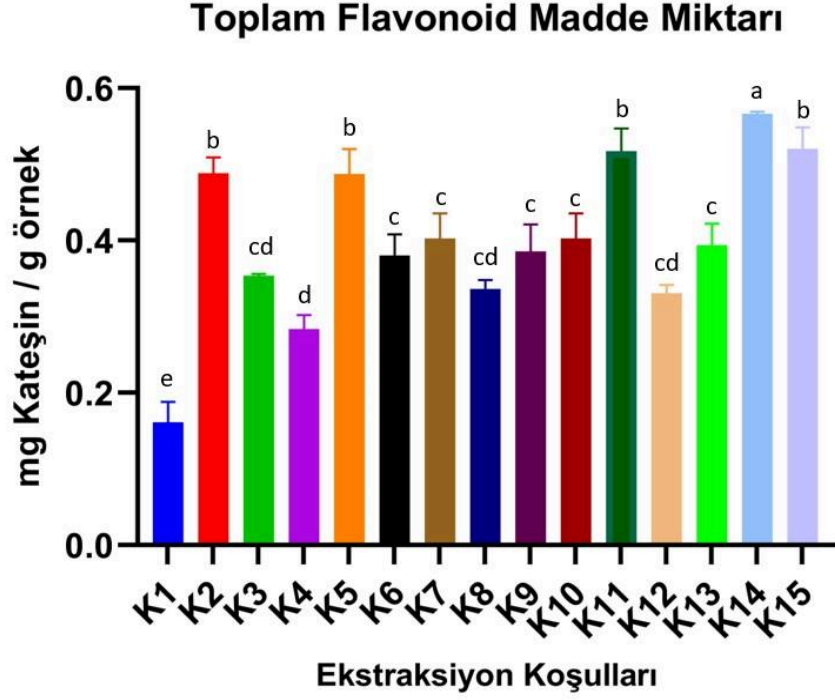


Şekil 16: Kiraz meyvesinin toplam fenolik madde miktarı.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a-f) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** K1: 70°C, 150W, 35dk K2: 30°C, 50W, 35dk K3: 50°C, 50W, 60dk K4: 70°C, 50W, 35dk K5: 50°C, 100W, 35dk K6: 50°C, 100W, 35dk K7: 50°C, 150W, 10dk K8: 50°C, 50W, 10dk K9: 30°C, 100W, 10dk K10: 50°C, 150W, 60dk K11: 30°C, 100W, 60dk K12: 70°C, 100W, 10dk K13: 70°C, 100W, 60dk K14: 30°C, 150W, 35dk K15: 50°C, 100W, 35dk

Şekil 17 incelendiğinde K14 numaralı ekstraksiyon koşullarının kiraz meyvesi için toplam fenolik madde miktarı açısından en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. K14 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam fenolik madde miktarı 2,17 mg gallik asit/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olan kiraz örneği ise 0,90 mg gallik asit/g örnek eş değerliği ile K1 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneğinin olduğu saptanmıştır.



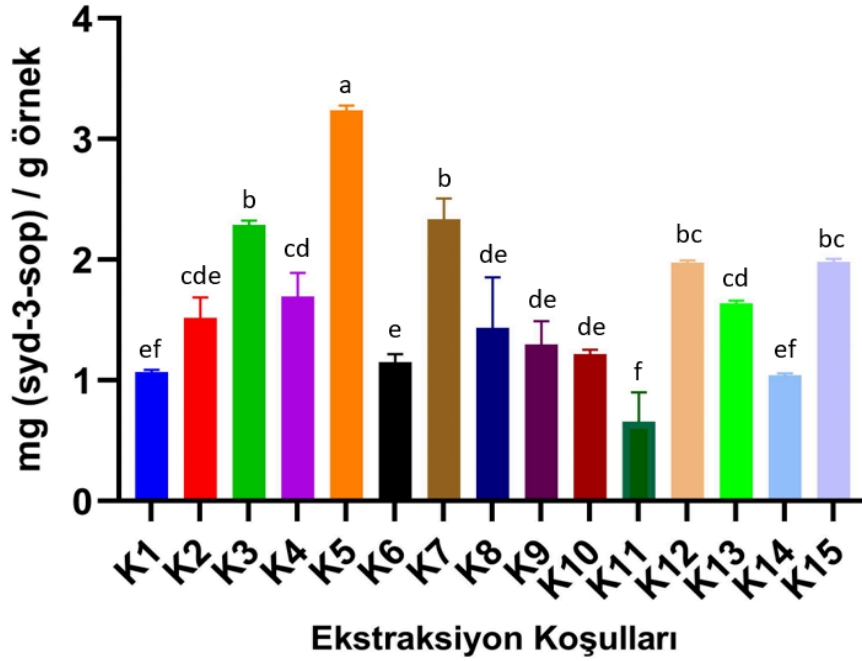
Şekil 17: Kiraz meyvesinin toplam flavonoid madde miktarı.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–e) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** K1: 70°C, 150W, 35dk K2: 30°C, 50W, 35dk K3: 50°C, 50W, 60dk K4: 70°C, 50W, 35dk K5: 50°C, 100W, 35dk K6: 50°C, 100W, 35dk K7: 50°C, 150W, 10dk K8: 50°C, 50W, 10dk K9: 30°C, 100W, 10dk K10: 50°C, 150W, 60dk K11: 30°C, 100W, 60dk K12: 70°C, 100W, 10dk K13: 70°C, 100W, 60dk K14: 30°C, 150W, 35dk K15: 50°C, 100W, 35dk

Şekil 18 incelendiğinde K14 numaralı ekstraksiyon koşullarının kiraz meyvesi için toplam flavonoid madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K14 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam flavonoid madde miktarı 0,57 mg kateşin/g örnek oranını vermiştir. K14 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, K2, K5, K11 ve K15 numaralı ekstraksiyon koşullarının diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek oranda toplam flavonoid madde miktarını verdiği saptanmıştır. En düşük toplam flavonoid madde miktarına sahip olan kiraz örneği ise 0,16 mg kateşin/g örnek eş değerliği ile K1 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneğinin olduğu görülmektedir.

## Toplam Antosiyanin Madde Miktarı



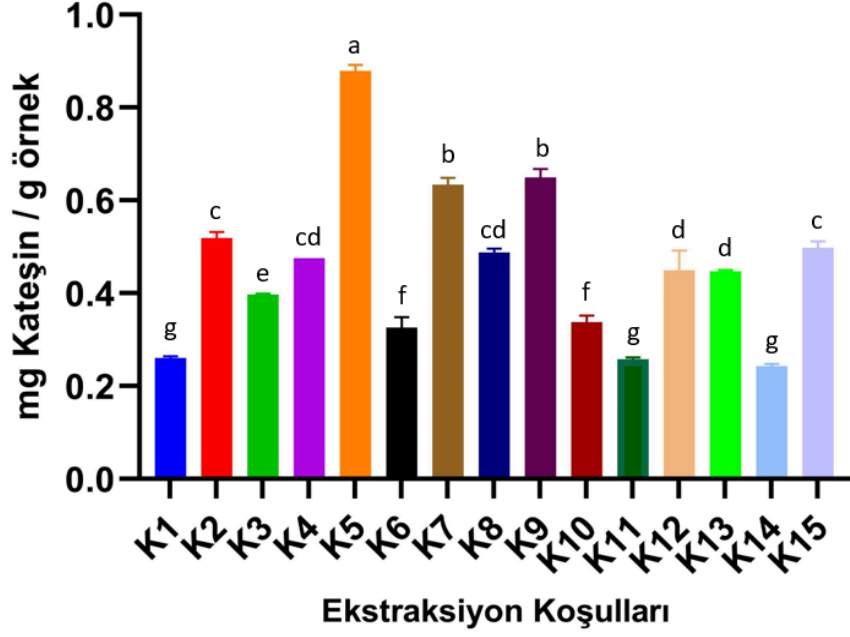
Şekil 18: Kiraz meyvesinin toplam antosiyanin madde miktarı.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–f) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** K1: 70°C, 150W, 35dk K2: 30°C, 50W, 35dk K3: 50°C, 50W, 60dk K4: 70°C, 50W, 35dk K5: 50°C, 100W, 35dk K6: 50°C, 100W, 35dk K7: 50°C, 150W, 10dk K8: 50°C, 50W, 10dk K9: 30°C, 100W, 10dk K10: 50°C, 150W, 60dk K11: 30°C, 100W, 60dk K12: 70°C, 100W, 10dk K13: 70°C, 100W, 60dk K14: 30°C, 150W, 35dk K15: 50°C, 100W, 35dk

Şekil 19 numaralı grafik incelendiğinde K5 numaralı ekstraksiyon koşullarının kiraz meyvesi için toplam antosiyanin madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam antosiyanin madde miktarı 3,24 mg (syd-3-sop) /g örnek oranını vermiştir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, K3 ve K7 numaralı ekstraksiyon koşullarının diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek oranda toplam antosiyanin madde miktarını verdiği saptanmıştır. En düşük toplam antosiyanin madde miktarına sahip olan kiraz örneği ise 0,66 mg (syd-3-sop) /g örnek eş değerliği ile K11 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneğinin olduğu görülmektedir.

### Toplam Proantosiyanidin Madde Miktarı



Şekil 19: Kiraz meyvesinin toplam proantosiyanidin madde miktarı.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–g) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** K1: 70°C, 150W, 35dk K2: 30°C, 50W, 35dk K3: 50°C, 50W, 60dk K4: 70°C, 50W, 35dk K5: 50°C, 100W, 35dk K6: 50°C, 100W, 35dk K7: 50°C, 150W, 10dk K8: 50°C, 50W, 10dk K9: 30°C, 100W, 10dk K10: 50°C, 150W, 60dk K11: 30°C, 100W, 60dk K12: 70°C, 100W, 10dk K13: 70°C, 100W, 60dk K14: 30°C, 150W, 35dk K15: 50°C, 100W, 35dk

Yapılan hesaplamalarla elde edilen yukarıdaki grafik (Şekil 20) incelendiğinde K5 numaralı ekstraksiyon koşullarının kiraz meyvesi için toplam proantosiyanidin madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam proantosiyanidin madde miktarı 0,88 mg kateşin/g örnek oranını vermiştir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, K7 ve K9 numaralı ekstraksiyon koşullarının diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek oranda toplam proantosiyanidin madde miktarını verdiği saptanmıştır. En düşük toplam proantosiyanidin madde miktarına sahip olan kiraz örneği ise 0,24 mg kateşin/g örnek eş değerliği ile K14 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneğinin olduğu görülmektedir.

Kiraz meyvesinde bulunan toplam antioksidan madde miktarlarının tayini için deneyler üç tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Spektrofotometrik ölçümler yapılarak sonuçları alınmıştır (Tablo 6).

**Tablo 6:** Kiraz meyve örneklerinden ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktların toplam antioksidan miktarları (mg troloks/g örnek).

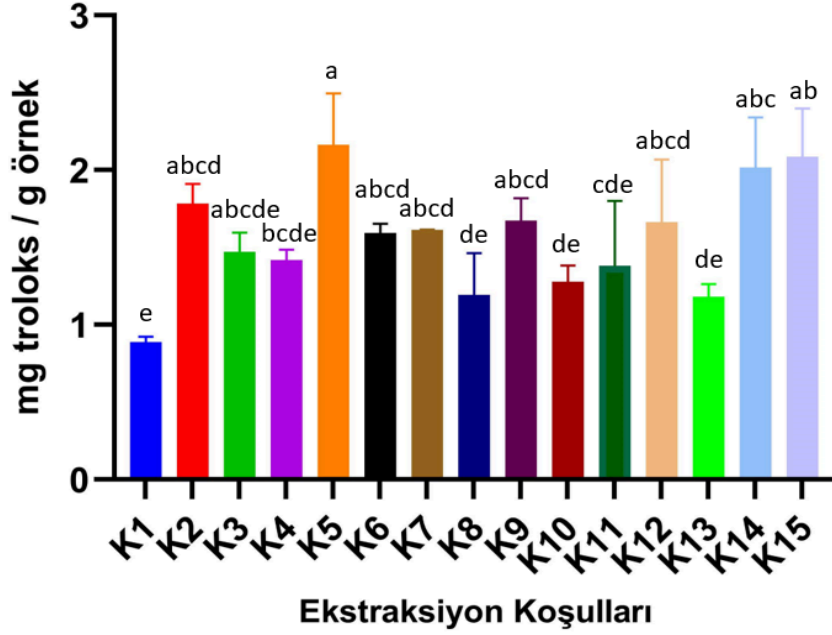
<b>Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları</b>	<b>CUPRAC</b> (mg troloks/ g örnek)	<b>CERAC</b> (mg troloks/ g örnek)	<b>DPPH</b> (mg troloks/ g örnek)
<b>K1</b>	0,89 ± 0,03	5,31 ± 0,18	2,49 ± 0,44
<b>K2</b>	1,78 ± 0,12	8,19 ± 0,42	2,29 ± 0,04
<b>K3</b>	1,47 ± 0,12	6,37 ± 0,76	2,63 ± 0,18
<b>K4</b>	1,42 ± 0,07	6,87 ± 0,01	3,14 ± 0,42
<b>K5</b>	2,16 ± 0,33	9,23 ± 0,91	3,06 ± 0,33
<b>K6</b>	1,59 ± 0,06	6,90 ± 0,66	2,72 ± 0,21
<b>K7</b>	1,61 ± 0,01	8,56 ± 1,43	2,86 ± 0,35
<b>K8</b>	1,19 ± 0,27	7,58 ± 0,41	1,13 ± 0,78
<b>K9</b>	1,67 ± 0,15	8,46 ± 0,09	3,39 ± 0,84
<b>K10</b>	1,28 ± 0,11	7,07 ± 0,48	2,97 ± 0,07
<b>K11</b>	1,38 ± 0,42	6,79 ± 0,64	2,92 ± 0,30
<b>K12</b>	1,66 ± 0,41	6,84 ± 0,44	3,03 ± 0,03
<b>K13</b>	1,18 ± 0,08	6,05 ± 0,94	2,23 ± 0,20
<b>K14</b>	2,01 ± 0,33	7,81 ± 0,41	2,68 ± 0,31
<b>K15</b>	2,09 ± 0,31	7,56 ± 0,46	3,23 ± 0,34

\*Tüm sonuçlar ortalama±standart sapma (n=3) olarak ifade edilmiştir.

**Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** **K1:** 70°C, 150W, 35dk **K2:** 30°C, 50W, 35dk **K3:** 50°C, 50W, 60dk **K4:** 70°C, 50W, 35dk **K5:** 50°C, 100W, 35dk **K6:** 50°C, 100W, 35dk **K7:** 50°C, 150W, 10dk **K8:** 50°C, 50W, 10dk **K9:** 30°C, 100W, 10dk **K10:** 50°C, 150W, 60dk **K11:** 30°C, 100W, 60dk **K12:** 70°C, 100W, 10dk **K13:** 70°C, 100W, 60dk **K14:** 30°C, 150W, 35dk **K15:** 50°C, 100W, 35dk

Spektrofotometrik ölçümle elde edilen sonuçların GraphPad Prism 9.5.1 programında istatistiksel olarak analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda toplam antioksidan miktarları için CUPRAC, CERAC ve DPPH yöntemlerinden sırasıyla Şekil 21, Şekil 22 ve Şekil 23'teki sonuçlar elde edilmiştir.

### CUPRAC (Toplam Antioksidan Kapasitesi)



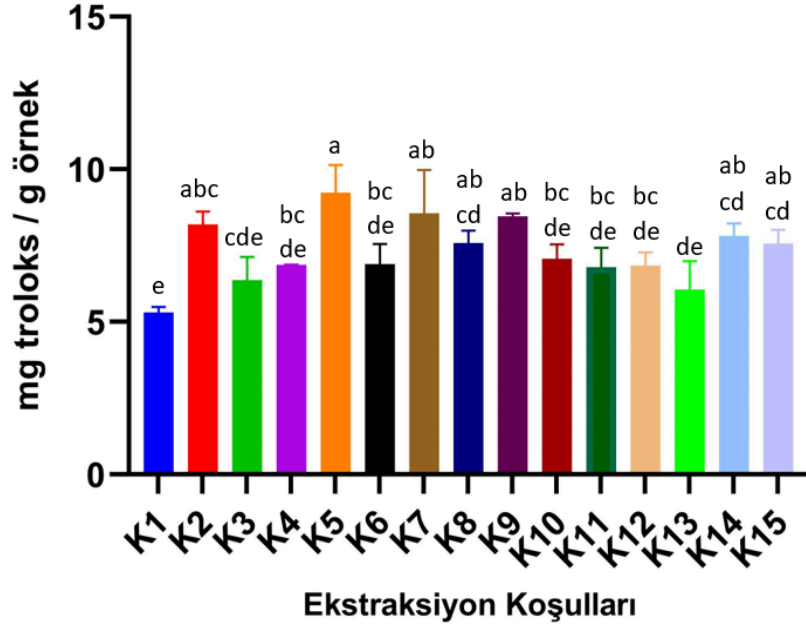
**Şekil 20:** CUPRAC yöntemine göre kiraz meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–e) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** K1: 70°C, 150W, 35dk K2: 30°C, 50W, 35dk K3: 50°C, 50W, 60dk K4: 70°C, 50W, 35dk K5: 50°C, 100W, 35dk K6: 50°C, 100W, 35dk K7: 50°C, 150W, 10dk K8: 50°C, 50W, 10dk K9: 30°C, 100W, 10dk K10: 50°C, 150W, 60dk K11: 30°C, 100W, 60dk K12: 70°C, 100W, 10dk K13: 70°C, 100W, 60dk K14: 30°C, 150W, 35dk K15: 50°C, 100W, 35dk

Yukarıdaki Şekil 21 incelendiğinde K5 numaralı ekstraksiyon koşulunun kiraz meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam antioksidan kapasitesi 2,16 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, K14 ve K15 numaralı ekstraksiyon koşullarının diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek miktarda toplam antioksidan kapasitesine sahip olduğu saptanmıştır. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan kiraz örneği ise 0,89 mg troloks/g örnek eş değerliği ile K1 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneğinin olduğu görülmektedir.

### CERAC (Toplam Antioksidan Kapasitesi)



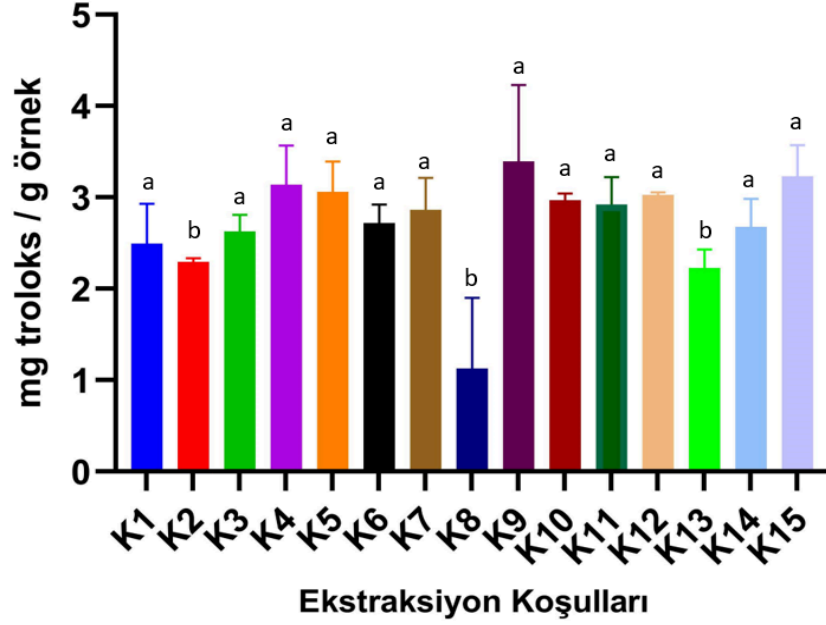
**Şekil 21:** CERAC yöntemine göre kiraz meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–e) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** K1: 70°C, 150W, 35dk K2: 30°C, 50W, 35dk K3: 50°C, 50W, 60dk K4: 70°C, 50W, 35dk K5: 50°C, 100W, 35dk K6: 50°C, 100W, 35dk K7: 50°C, 150W, 10dk K8: 50°C, 50W, 10dk K9: 30°C, 100W, 10dk K10: 50°C, 150W, 60dk K11: 30°C, 100W, 60dk K12: 70°C, 100W, 10dk K13: 70°C, 100W, 60dk K14: 30°C, 150W, 35dk K15: 50°C, 100W, 35dk

CERAC yönteminin sonuçları (Şekil 22) incelendiğinde CUPRAC yönteminde olduğu gibi K5 numaralı ekstraksiyon koşulunun kiraz meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam antioksidan kapasitesi 9,23 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, K2, K7 ve K9 numaralı ekstraksiyon koşullarının diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek miktarda toplam antioksidan kapasitesine sahip olduğu saptanmıştır. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan kiraz örneği ise 5,31 mg troloks/g örnek eş değerliği ile K1 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneğinin olduğu görülmektedir.

### DPPH (Toplam Antioksidan Kapasitesi)



Şekil 22: DPPH yöntemine göre kiraz meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–b) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Kiraz Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** K1: 70°C, 150W, 35dk K2: 30°C, 50W, 35dk K3: 50°C, 50W, 60dk K4: 70°C, 50W, 35dk K5: 50°C, 100W, 35dk K6: 50°C, 100W, 35dk K7: 50°C, 150W, 10dk K8: 50°C, 50W, 10dk K9: 30°C, 100W, 10dk K10: 50°C, 150W, 60dk K11: 30°C, 100W, 60dk K12: 70°C, 100W, 10dk K13: 70°C, 100W, 60dk K14: 30°C, 150W, 35dk K15: 50°C, 100W, 35dk

Şekil 23 incelendiğinde K9 numaralı ekstraksiyon koşulunun kiraz meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K9 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam antioksidan kapasitesi 3,39 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, K4, K5, K12 ve K15 numaralı ekstraksiyon koşullarının diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek miktarda toplam antioksidan kapasitesine sahip olduğu saptanmıştır. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan kiraz örneği ise 1,13 mg troloks/g örnek eş değerliği ile K8 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneğinin olduğu görülmektedir.

## 4.2 VIŞNE ÖRNEKLERİNİN FİTOKİMYASAL ANALİZLERİNİN SONUÇLARI

Vişne meyvesinde toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antosiyanin ve toplam proantosiyanidin madde tayini için deneyler üç tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Spektrofotometrik ölçümler yapılarak sonuçları alınmıştır (Tablo 7).

**Tablo 7:** Vişne meyve örneklerinden ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktların toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antosiyanin ve toplam proantosiyanidin miktarları.

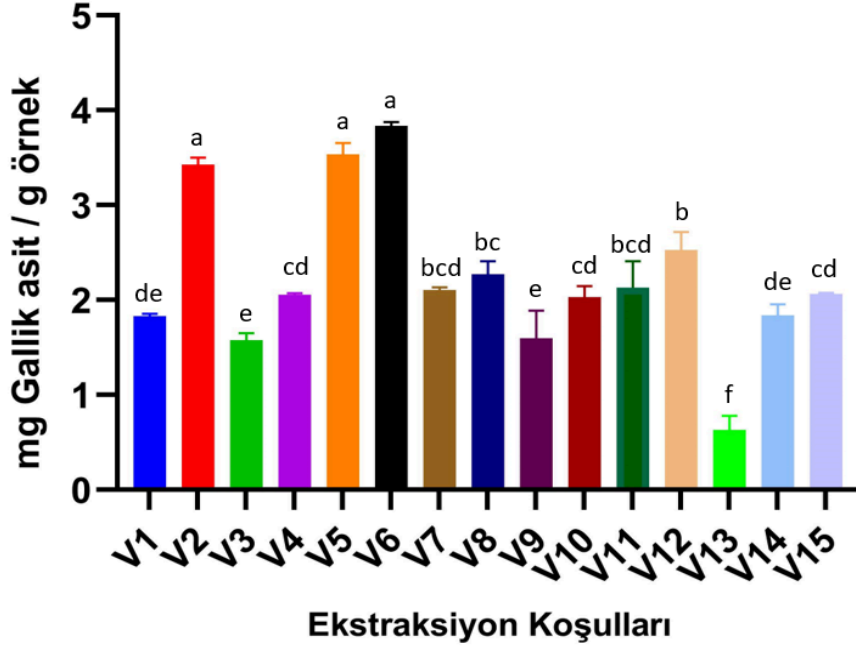
<b>Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları</b>	<b>Toplam Fenolik</b> (mg Gallik Asit /g örnek)	<b>Toplam Flavonoid</b> (mg Kateşin /g örnek)	<b>Toplam Antosiyanin</b> (mg (syd-3-sop) /g örnek)	<b>Toplam Proantosiyanidin</b> (mg Kateşin /g örnek)
<b>V1</b>	1,83 ± 0,03	0,98 ± 0,01	0,78 ± 0,07	0,19 ± 0,01
<b>V2</b>	3,43 ± 0,08	1,08 ± 0,05	0,88 ± 0,09	0,25 ± 0,04
<b>V3</b>	1,58 ± 0,07	0,78 ± 0,03	0,90 ± 0,04	0,26 ± 0,01
<b>V4</b>	2,06 ± 0,02	0,99 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,26 ± 0,01
<b>V5</b>	3,53 ± 0,12	1,10 ± 0,02	0,81 ± 0,07	0,24 ± 0,03
<b>V6</b>	3,84 ± 0,04	1,48 ± 0,04	0,79 ± 0,08	0,24 ± 0,01
<b>V7</b>	2,10 ± 0,03	1,20 ± 0,03	1,12 ± 0,02	0,29 ± 0,01
<b>V8</b>	2,27 ± 0,14	1,54 ± 0,04	1,16 ± 0,06	0,35 ± 0,01
<b>V9</b>	1,60 ± 0,29	1,12 ± 0,01	0,66 ± 0,05	0,17 ± 0,03
<b>V10</b>	2,03 ± 0,12	1,42 ± 0,01	0,88 ± 0,03	0,22 ± 0,03
<b>V11</b>	2,13 ± 0,28	1,54 ± 0,03	0,84 ± 0,02	0,22 ± 0,01
<b>V12</b>	2,53 ± 0,19	1,02 ± 0,02	1,03 ± 0,03	0,27 ± 0,01
<b>V13</b>	0,63 ± 0,15	0,28 ± 0,01	0,47 ± 0,01	0,12 ± 0,01
<b>V14</b>	1,84 ± 0,12	1,21 ± 0,05	0,89 ± 0,03	0,24 ± 0,01
<b>V15</b>	2,06 ± 0,01	1,00 ± 0,01	0,86 ± 0,06	0,21 ± 0,02

\*Tüm sonuçlar ortalama±standart sapma (n=3) olarak ifade edilmiştir.

**Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** **V1:** 70°C, 150W, 35dk **V2:** 30°C, 50W, 35dk **V3:** 50°C, 50W, 60dk **V4:** 70°C, 50W, 35dk **V5:** 50°C, 100W, 35dk **V6:** 50°C, 100W, 35dk **V7:** 50°C, 150W, 10dk **V8:** 50°C, 50W, 10dk **V9:** 30°C, 100W, 10dk **V10:** 50°C, 150W, 60dk **V11:** 30°C, 100W, 60dk **V12:** 70°C, 100W, 10dk **V13:** 70°C, 100W, 60dk **V14:** 30°C, 150W, 35dk **V15:** 50°C, 100W, 35dk

Spektrofotometrik ölçümle elde edilen sonuçların GraphPad Prism 9.5.1 programında istatistiksel olarak analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, toplam antosiyanin madde miktarı, toplam proantosiyanidin madde miktarı için sırasıyla Şekil 24, Şekil 25, Şekil 26 ve Şekil 27'deki sonuçlar elde edilmiştir.

### Toplam Fenolik Madde Miktarı

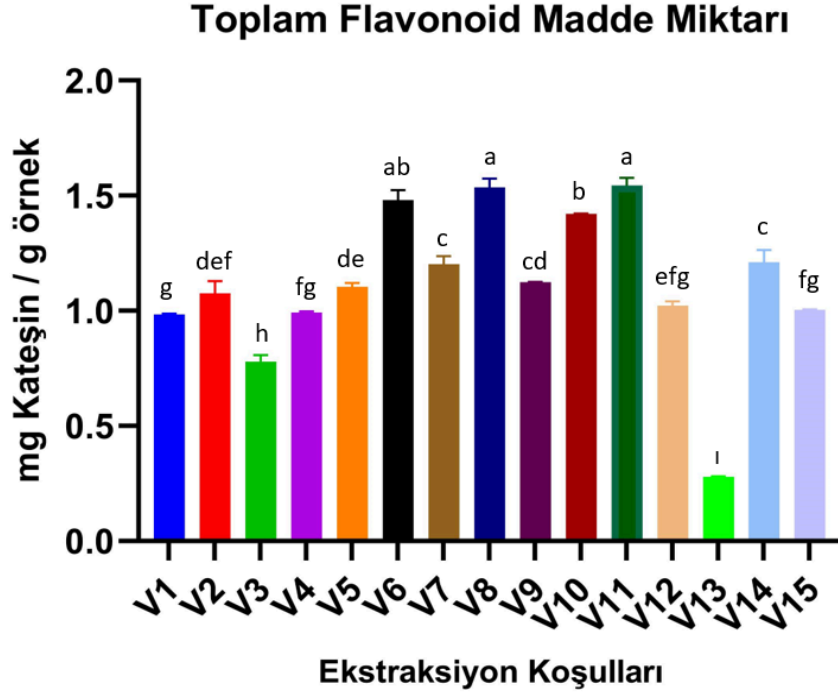


Şekil 23: Vişne meyvesinin toplam fenolik madde miktarı.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–f) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** V1: 70°C, 150W, 35dk V2: 30°C, 50W, 35dk V3: 50°C, 50W, 60dk V4: 70°C, 50W, 35dk V5: 50°C, 100W, 35dk V6: 50°C, 100W, 35dk V7: 50°C, 150W, 10dk V8: 50°C, 50W, 10dk V9: 30°C, 100W, 10dk V10: 50°C, 150W, 60dk V11: 30°C, 100W, 60dk V12: 70°C, 100W, 10dk V13: 70°C, 100W, 60dk V14: 30°C, 150W, 35dk V15: 50°C, 100W, 35dk

Şekil 24 incelendiğinde V6 numaralı ekstraksiyon koşulunun vişne meyvesi için toplam fenolik madde miktarı açısından en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. V6 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için ortalama toplam fenolik madde miktarı 3,84 mg gallik asit/g örnek oranını vermiştir. V6 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, V2 ve V5 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneklerinin ise diğerlerinden daha yüksek miktarda toplam fenolik maddeye sahip olduğu saptanmıştır. En düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olan kiraz örneği ise 0,63 mg gallik asit/g örnek eş değerliği ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneğinin olduğu belirlenmiştir.



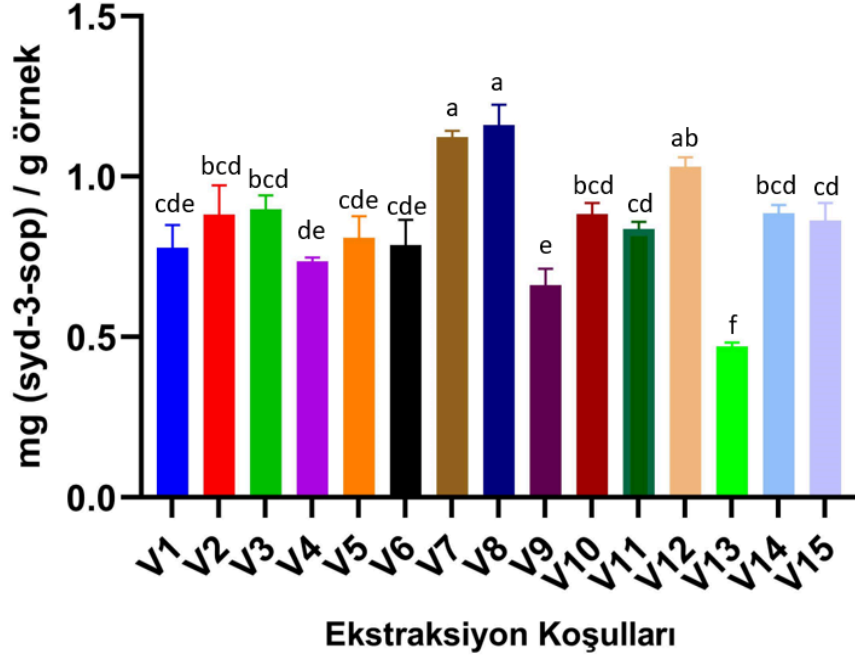
**Şekil 24:** Vişne meyvesinin toplam flavonoid madde miktarı.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–i) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** V1: 70°C, 150W, 35dk V2: 30°C, 50W, 35dk V3: 50°C, 50W, 60dk V4: 70°C, 50W, 35dk V5: 50°C, 100W, 35dk V6: 50°C, 100W, 35dk V7: 50°C, 150W, 10dk V8: 50°C, 50W, 10dk V9: 30°C, 100W, 10dk V10: 50°C, 150W, 60dk V11: 30°C, 100W, 60dk V12: 70°C, 100W, 10dk V13: 70°C, 100W, 60dk V14: 30°C, 150W, 35dk V15: 50°C, 100W, 35dk

Şekil 25 incelendiğinde V8 ve V11 numaralı ekstraksiyon koşullarının vişne meyvesi için toplam flavonoid madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. V8 ve V11 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için ortalama toplam flavonoid madde miktarı 1,54 mg kateşin/g örnek oranını vermiştir. V8 ve V11 numaralı ekstraksiyon koşulları dışında, V6 numaralı ekstraksiyon koşulunun da diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek oranda toplam flavonoid madde miktarını verdiği saptanmıştır. En düşük toplam flavonoid madde miktarına sahip olan vişne örneği ise 0,28 mg kateşin/g örnek eş değerliği ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki vişne örneğinin olduğu görülmektedir.

### Toplam Antosiyanin Madde Miktarı



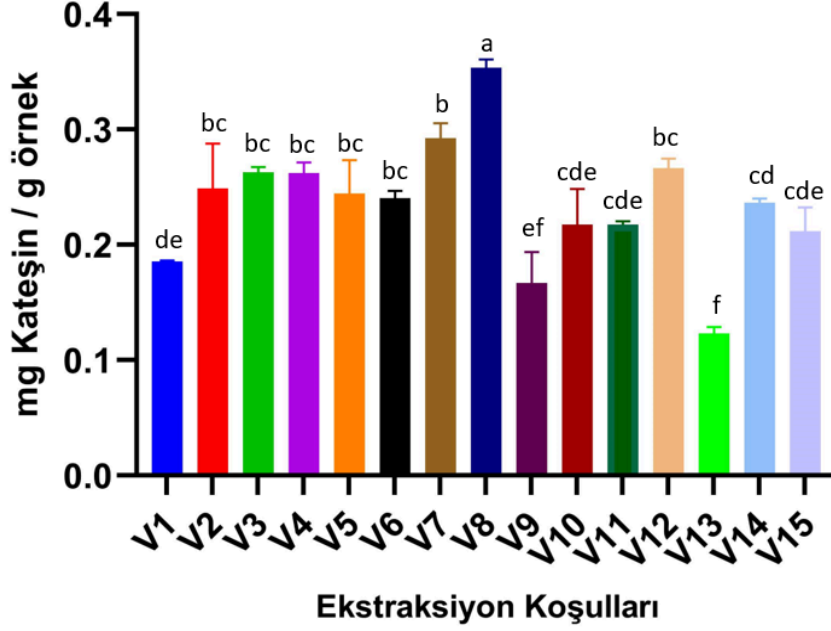
Şekil 25: Vişne meyvesinin toplam antosiyanin madde miktarı.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–f) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** V1: 70°C, 150W, 35dk V2: 30°C, 50W, 35dk V3: 50°C, 50W, 60dk V4: 70°C, 50W, 35dk V5: 50°C, 100W, 35dk V6: 50°C, 100W, 35dk V7: 50°C, 150W, 10dk V8: 50°C, 50W, 10dk V9: 30°C, 100W, 10dk V10: 50°C, 150W, 60dk V11: 30°C, 100W, 60dk V12: 70°C, 100W, 10dk V13: 70°C, 100W, 60dk V14: 30°C, 150W, 35dk V15: 50°C, 100W, 35dk

Şekil 26’da bulunan grafik incelendiğinde V8 numaralı ekstraksiyon koşulunun vişne meyvesi için toplam antosiyanin madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. V8 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için ortalama toplam antosiyanin madde miktarı 1,16 mg (syd-3-sop) /g örnek oranını vermiştir. V8 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, V7 numaralı ekstraksiyon koşulunun diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek oranda toplam antosiyanin madde miktarını verdiği saptanmıştır. En düşük toplam antosiyanin madde miktarına sahip olan vişne örneği ise 0,47 mg (syd-3-sop) /g örnek eş değerliği ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki vişne örneğinin olduğu görülmektedir.

### Toplam Proantosiyanidin Madde Miktarı



Şekil 26: Vişne meyvesinin toplam proantosiyanidin madde miktarı.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–f) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** V1: 70°C, 150W, 35dk V2: 30°C, 50W, 35dk V3: 50°C, 50W, 60dk V4: 70°C, 50W, 35dk V5: 50°C, 100W, 35dk V6: 50°C, 100W, 35dk V7: 50°C, 150W, 10dk V8: 50°C, 50W, 10dk V9: 30°C, 100W, 10dk V10: 50°C, 150W, 60dk V11: 30°C, 100W, 60dk V12: 70°C, 100W, 10dk V13: 70°C, 100W, 60dk V14: 30°C, 150W, 35dk V15: 50°C, 100W, 35dk

Yapılan hesaplamalarla elde edilen yukarıdaki grafik (Şekil 27) incelendiğinde V8 numaralı ekstraksiyon koşulunun vişne meyvesi için toplam proantosiyanidin madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. V8 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için ortalama toplam proantosiyanidin madde miktarı 0,35 mg kateşin/g örnek oranını vermiştir. V8 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, V7 numaralı ekstraksiyon koşullarının diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek oranda toplam proantosiyanidin madde miktarını verdiği saptanmıştır. En düşük toplam proantosiyanidin madde miktarına sahip olan vişne örneği ise 0,12 mg kateşin/g örnek eş değerliği ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki vişne örneğinin olduğu görülmektedir.

Vişne meyvesinde bulunan toplam antioksidan madde miktarlarının tayini için deneyler üç tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Spektrofotometrik ölçümler yapılarak sonuçları alınmıştır (Tablo 8).

**Tablo 8:** Vişne meyve örneklerinden ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktların toplam antioksidan miktarları (mg troloks/g örnek).

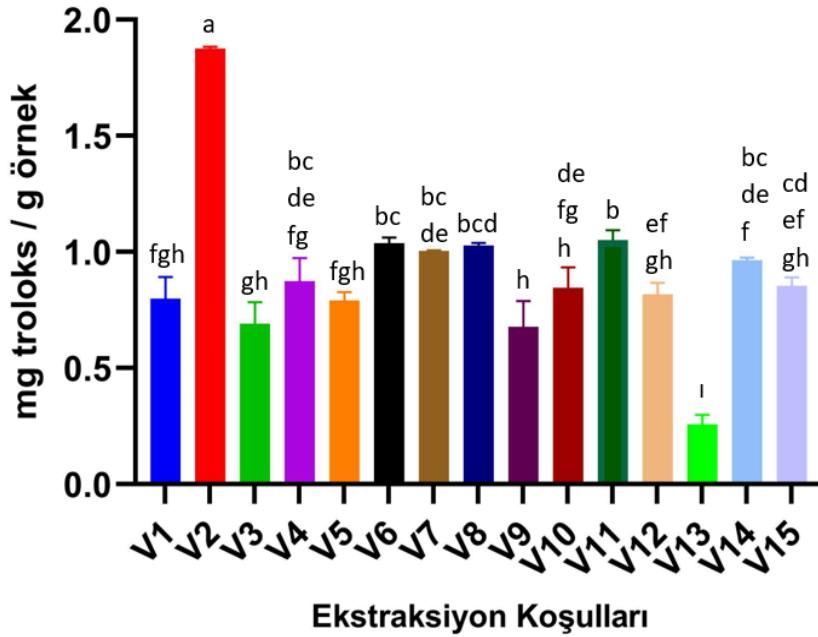
<b>Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları</b>	<b>CUPRAC</b> (mg troloks/ g örnek)	<b>CERAC</b> (mg troloks/ g örnek)	<b>DPPH</b> (mg troloks/ g örnek)
<b>V1</b>	0,80 ± 0,09	3,82 ± 0,14	2,61 ± 0,09
<b>V2</b>	1,88 ± 0,01	3,63 ± 0,15	2,61 ± 0,27
<b>V3</b>	0,69 ± 0,09	3,21 ± 0,03	1,87 ± 0,07
<b>V4</b>	0,87 ± 0,10	3,80 ± 0,12	2,25 ± 0,09
<b>V5</b>	0,79 ± 0,04	3,41 ± 0,04	1,62 ± 0,09
<b>V6</b>	1,04 ± 0,03	3,68 ± 0,10	1,69 ± 0,01
<b>V7</b>	1,00 ± 0,01	3,49 ± 0,40	1,54 ± 0,03
<b>V8</b>	1,03 ± 0,01	3,20 ± 0,61	2,56 ± 0,06
<b>V9</b>	0,68 ± 0,11	3,18 ± 0,12	1,35 ± 0,17
<b>V10</b>	0,85 ± 0,09	4,06 ± 0,05	3,32 ± 0,26
<b>V11</b>	1,05 ± 0,04	3,44 ± 0,26	2,07 ± 0,17
<b>V12</b>	0,82 ± 0,05	3,62 ± 0,01	2,37 ± 0,01
<b>V13</b>	0,26 ± 0,04	1,85 ± 0,09	2,03 ± 0,02
<b>V14</b>	0,96 ± 0,01	3,47 ± 0,04	2,74 ± 0,17
<b>V15</b>	0,85 ± 0,04	3,63 ± 0,34	3,58 ± 0,16

\*Tüm sonuçlar ortalama±standart sapma (n=3) olarak ifade edilmiştir.

**Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** V1: 70°C, 150W, 35dk V2: 30°C, 50W, 35dk V3: 50°C, 50W, 60dk V4: 70°C, 50W, 35dk V5: 50°C, 100W, 35dk V6: 50°C, 100W, 35dk V7: 50°C, 150W, 10dk V8: 50°C, 50W, 10dk V9: 30°C, 100W, 10dk V10: 50°C, 150W, 60dk V11: 30°C, 100W, 60dk V12: 70°C, 100W, 10dk V13: 70°C, 100W, 60dk V14: 30°C, 150W, 35dk V15: 50°C, 100W, 35dk

Spektrofotometrik ölçümle elde edilen sonuçların GraphPad Prism 9.5.1 programında istatistiksel olarak analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda toplam antioksidan miktarları için CUPRAC, CERAC ve DPPH yöntemlerinden sırasıyla Şekil 28, Şekil 29 ve Şekil 30'daki sonuçlar elde edilmiştir.

### CUPRAC (Toplam Antioksidan Kapasitesi)



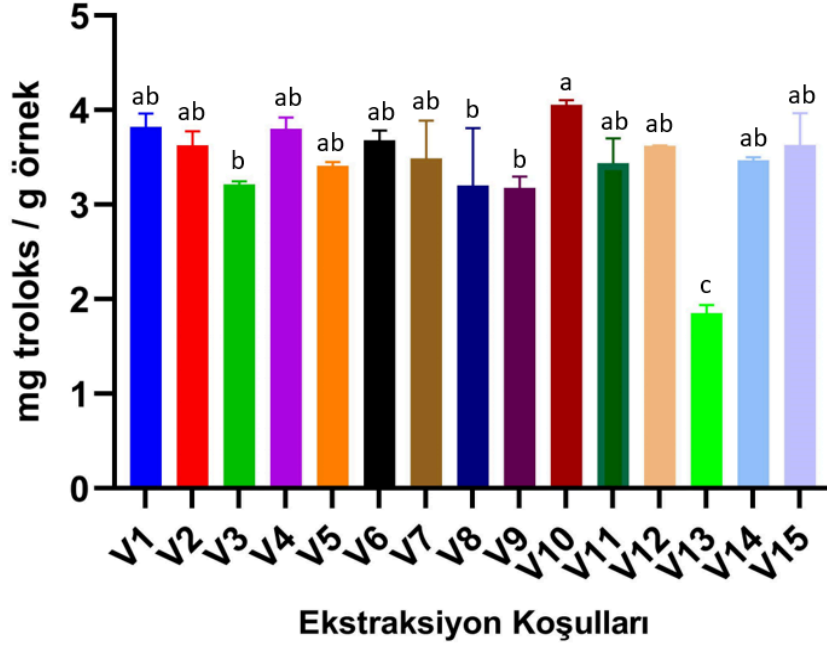
Şekil 27: CUPRAC yöntemine göre vişne meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–i) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** V1: 70°C, 150W, 35dk V2: 30°C, 50W, 35dk V3: 50°C, 50W, 60dk V4: 70°C, 50W, 35dk V5: 50°C, 100W, 35dk V6: 50°C, 100W, 35dk V7: 50°C, 150W, 10dk V8: 50°C, 50W, 10dk V9: 30°C, 100W, 10dk V10: 50°C, 150W, 60dk V11: 30°C, 100W, 60dk V12: 70°C, 100W, 10dk V13: 70°C, 100W, 60dk V14: 30°C, 150W, 35dk V15: 50°C, 100W, 35dk

Yukarıdaki Şekil 28 incelendiğinde V2 numaralı ekstraksiyon koşulunun vişne meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. V2 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için ortalama toplam antioksidan kapasitesi 1,88 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. V2 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, V6, V7, V8 ve V11 numaralı ekstraksiyon koşullarının diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek miktarda toplam antioksidan kapasitesine sahip olduğu saptanmıştır. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan vişne örneği ise 0,26 mg troloks/g örnek eş değerliği ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki vişne örneğinin olduğu görülmektedir.

### CERAC (Toplam Antioksidan Kapasitesi)



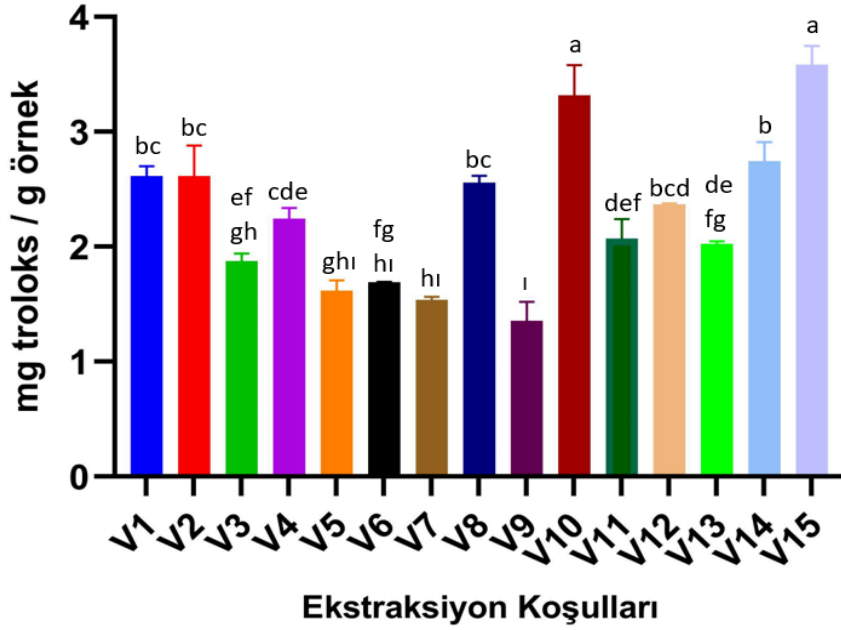
**Şekil 28:** CERAC yöntemine göre vişne meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–c) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** V1: 70°C, 150W, 35dk V2: 30°C, 50W, 35dk V3: 50°C, 50W, 60dk V4: 70°C, 50W, 35dk V5: 50°C, 100W, 35dk V6: 50°C, 100W, 35dk V7: 50°C, 150W, 10dk V8: 50°C, 50W, 10dk V9: 30°C, 100W, 10dk V10: 50°C, 150W, 60dk V11: 30°C, 100W, 60dk V12: 70°C, 100W, 10dk V13: 70°C, 100W, 60dk V14: 30°C, 150W, 35dk V15: 50°C, 100W, 35dk

Şekil 29 incelendiğinde birçok ekstraksiyon koşulunun vişne meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından benzer sonuçları verdiği tespit edilmiştir. CERAC yönteminde, CUPRAC yönteminden farklı olarak V10 numaralı ekstraksiyon koşulunun vişne örneği için en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmektedir. V10 numaralı ekstraksiyon koşulunun ortalama toplam antioksidan kapasitesi 4,06 mg trolox/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan vişne örneği ise 1,85 mg trolox/g örnek eş değerliği ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki vişne örneğinin olduğu saptanmıştır.

### DPPH (Toplam Antioksidan Kapasitesi)



**Şekil 29:** DPPH yöntemine göre vişne meyvesinin toplam antioksidan kapasitesi.

Veriler ortalama±standart sapma (n=3) olarak sunulmuştur. Her sütunda, veriler arasındaki fark (a–i) Tukey testine göredir (P<0.05).

**Vişne Meyvesi Ekstraksiyon Koşulları:** V1: 70°C, 150W, 35dk V2: 30°C, 50W, 35dk V3: 50°C, 50W, 60dk V4: 70°C, 50W, 35dk V5: 50°C, 100W, 35dk V6: 50°C, 100W, 35dk V7: 50°C, 150W, 10dk V8: 50°C, 50W, 10dk V9: 30°C, 100W, 10dk V10: 50°C, 150W, 60dk V11: 30°C, 100W, 60dk V12: 70°C, 100W, 10dk V13: 70°C, 100W, 60dk V14: 30°C, 150W, 35dk V15: 50°C, 100W, 35dk

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda yapılan hesaplamalar ile oluşturulan grafik (Şekil 30) incelendiğinde V15 numaralı ekstraksiyon koşulunun vişne meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. V15 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam antioksidan kapasitesi 3,58 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. V15 numaralı ekstraksiyon koşulu dışında, V10 numaralı ekstraksiyon koşulunun da diğer ekstraksiyon koşullarından daha yüksek miktarda toplam antioksidan kapasitesine sahip olduğu saptanmıştır. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan vişne örneğinin ise 1,35 mg troloks/g örnek eş değerliği ile V9 numaralı ekstraksiyon koşuluna sahip olduğu görülmektedir.

### 4.3 DENEY TASARIMI VE OPTİMİZASYON

Kiraz ve vişne ekstraktlarında bulunan biyoaktif bileşenlerin yüzey yanıt yöntemi (YYM) ile optimum koşulları bulunması amacıyla 3 faktörlü 3 seviyeli Box-Behnken deney tasarımı kullanılmıştır. Deney tasarımında kullanılan 3 bağımsız değişken, sıcaklık ( $X_1$ ; 30, 50, 70 °C), güç ( $X_2$ ; 50, 100, 150 W) ve süre ( $X_3$ ; 10, 35, 60 dk) olarak belirlenmiştir.

#### 4.3.1 Kiraz Meyvesi için Denklem ve Grafikler

**Tablo 9:** Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen örneklerin biyoaktif bileşik miktarları.

No	Sıcaklık ( $X_1$ -°C)	Güç ( $X_2$ -W)	Süre ( $X_3$ -dk)	TPC*	TFC	CUPRAC	CERAC	DPPH	TAC	TProAC
1	70	150	35	0.90±0.13	0.16±0.03	0.89±0.04	5.31±0.18	2.49±0.44	1.07±0.02	0.26±0.00
2	30	50	35	1.87±0.12	0.49±0.02	1.78±0.13	8.19±0.42	2.29±0.04	1.52±0.17	0.52±0.01
3	50	50	60	1.48±0.16	0.35±0.00	1.47±0.12	6.37±0.76	2.63±0.18	2.29±0.03	0.40±0.00
4	70	50	35	1.26±0.04	0.28±0.02	1.42±0.07	6.87±0.00	3.14±0.43	1.69±0.20	0.48±0.00
5	50	100	35	1.78±0.21	0.49±0.03	2.16±0.33	9.23±0.91	3.06±0.33	3.24±0.04	0.88±0.01
6	50	100	35	1.60±0.16	0.38±0.03	1.59±0.06	6.90±0.66	2.72±0.21	1.15±0.07	0.33±0.02
7	50	150	10	2.03±0.13	0.40±0.03	1.61±0.00	8.56±1.43	2.86±0.35	2.34±0.17	0.63±0.01
8	50	50	10	1.35±0.30	0.34±0.01	1.19±0.27	7.58±0.41	1.13±0.78	1.44±0.42	0.49±0.01
9	30	100	10	2.12±0.28	0.39±0.04	1.67±0.15	8.46±0.09	3.39±0.84	1.30±0.19	0.65±0.02
10	50	150	60	1.45±0.04	0.40±0.03	1.28±0.11	7.07±0.48	2.97±0.07	1.22±0.04	0.34±0.01
11	30	100	60	1.81±0.14	0.52±0.03	1.38±0.42	6.79±0.64	2.92±0.30	0.66±0.24	0.26±0.00

12	70	100	10	1.81±0.14	0.33±0.01	1.66±0.41	6.84±0.44	3.03±0.03	1.98±0.02	0.45±0.04
13	70	100	60	1.97±0.13	0.39±0.03	1.18±0.08	6.05±0.94	2.23±0.20	1.64±0.02	0.45±0.00
14	30	150	35	2.17±0.27	0.57±0.00	2.02±0.33	7.81±0.41	2.68±0.31	1.04±0.02	0.24±0.00
15	50	100	35	1.69±0.17	0.52±0.03	2.09±0.31	7.56±0.46	3.23±0.34	1.98±0.03	0.50±0.01

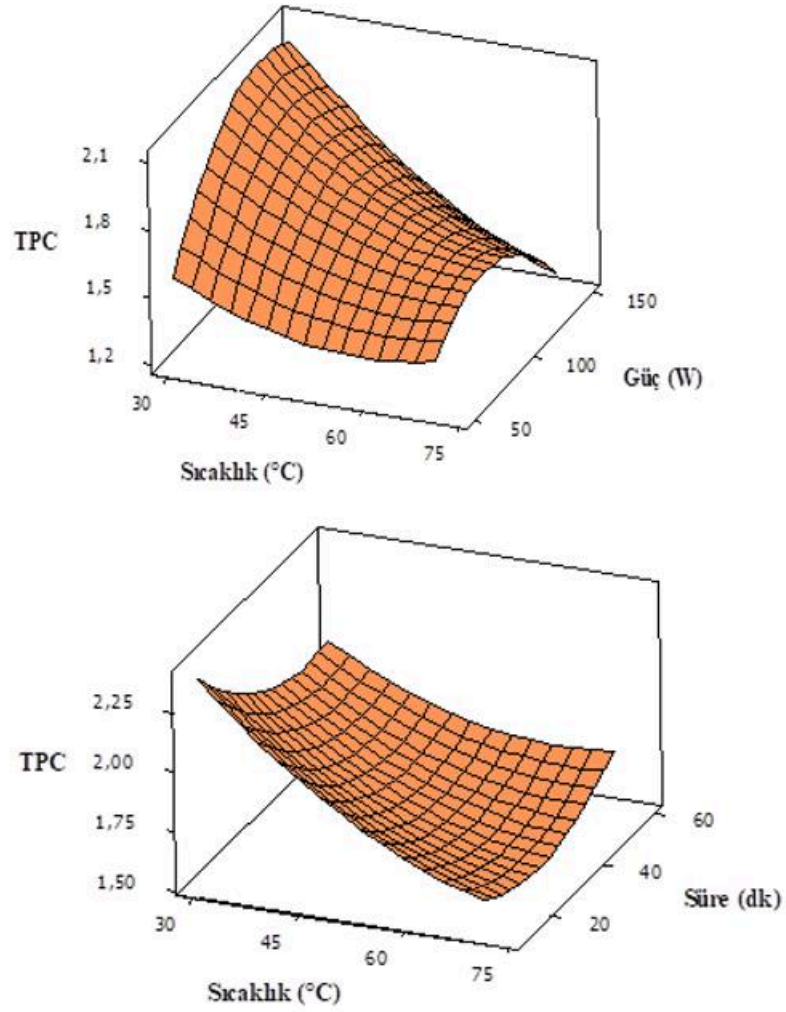
\* TPC: Toplam fenolik bileşik; TFC: Toplam flavonoid bileşik; CUPRAC: Antioksidan kapasite; CERAC: Antioksidan kapasite; DPPH: Antioksidan kapasite; TAC: Toplam antosiyanin bileşik; TProAC: Toplam proantosiyanidin bileşik.

**Tablo 10:** Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen kiraz örneklerinin TPC ile regresyon denklemi.

Bağımlı Değişken	Model	R <sup>2</sup>	Uyum Eksikliği
TPC	$Y_1=3.40472*-0.09131X_1*+0.00064X_1^2*$	90.86	0.177

\* Terimi istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05).

Y<sub>1</sub>, bağımlı değişken; X<sub>1</sub>, sıcaklık (°C); X<sub>2</sub>, güç (W); X<sub>3</sub>, süre (dk).



**Şekil 30:** Kiraz ekstraktlarının TPC değerlerinin sıcaklık, süre ve güç ile değişimi.

Kiraz örneklerinin farklı ekstraksiyon koşullarındaki TPC değerlerinin optimizasyonu sonucunda elde edilen optimum koşullar; 30°C sıcaklık, 142.9 W güç ve 10 dk ekstraksiyon süresidir. Optimum koşullarda elde edilen tahmini TPC değeri 2.55 mg gallik asit/g örnek olarak bulunmuştur. Tahmini değer ve deneysel değer birbirine yakın olarak bulunmuş olup, bileşik arzu edilebilirlik değeri 1.00 olarak saptanmıştır (Şekil 31).

### 4.3.2 Vişne Meyvesi için Denklem ve Grafikler

**Tablo 11:** Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen örneklerin biyoaktif bileşik miktarları.

No	Sıcaklık (X <sub>1</sub> -°C)	Güç (X <sub>2</sub> - W)	Süre (X <sub>3</sub> - dk)	TPC*	TFC	CUPRAC	CERAC	DPPH	TAC	TProAC
1	70	150	35	1.83±0.03	0.98±0.00	0.80±0.09	3.82±0.14	2.61±0.09	0.78±0.07	0.19±0.00
2	30	50	35	3.43±0.08	1.08±0.05	1.88±0.01	3.63±0.15	2.61±0.27	0.88±0.09	0.25±0.04
3	50	50	60	1.58±0.07	0.78±0.03	0.69±0.09	3.21±0.03	1.87±0.07	0.90±0.04	0.26±0.00
4	70	50	35	2.06±0.02	0.99±0.00	0.87±0.10	3.80±0.12	2.25±0.09	0.74±0.01	0.26±0.01
5	50	100	35	3.53±0.12	1.10±0.02	0.79±0.04	3.41±0.04	1.62±0.09	0.81±0.07	0.24±0.03
6	50	100	35	3.84±0.04	1.48±0.04	1.04±0.03	3.68±0.10	1.69±0.00	0.79±0.08	0.24±0.01
7	50	150	10	2.10±0.03	1.20±0.03	1.00±0.00	3.49±0.40	1.54±0.03	1.12±0.02	0.29±0.01
8	50	50	10	2.27±0.14	1.54±0.04	1.03±0.01	3.20±0.61	2.56±0.06	1.16±0.06	0.35±0.01
9	30	100	10	1.60±0.29	1.12±0.00	0.68±0.11	3.18±0.12	1.35±0.17	0.66±0.05	0.17±0.03
10	50	150	60	2.03±0.12	1.42±0.00	0.85±0.09	4.06±0.05	3.32±0.26	0.88±0.03	0.22±0.03
11	30	100	60	2.13±0.28	1.54±0.03	1.05±0.04	3.44±0.26	2.07±0.17	0.84±0.02	0.22±0.00
12	70	100	10	2.53±0.19	1.02±0.02	0.82±0.05	3.62±0.00	2.37±0.01	1.03±0.03	0.27±0.01
13	70	100	60	0.63±0.15	0.28±0.00	0.26±0.04	1.85±0.09	2.03±0.02	0.47±0.01	0.12±0.01
14	30	150	35	1.84±0.12	1.21±0.05	0.96±0.01	3.47±0.04	2.74±0.17	0.89±0.03	0.24±0.00
15	50	100	35	2.06±0.01	1.00±0.00	0.85±0.04	3.63±0.34	3.58±0.16	0.86±0.06	0.21±0.02

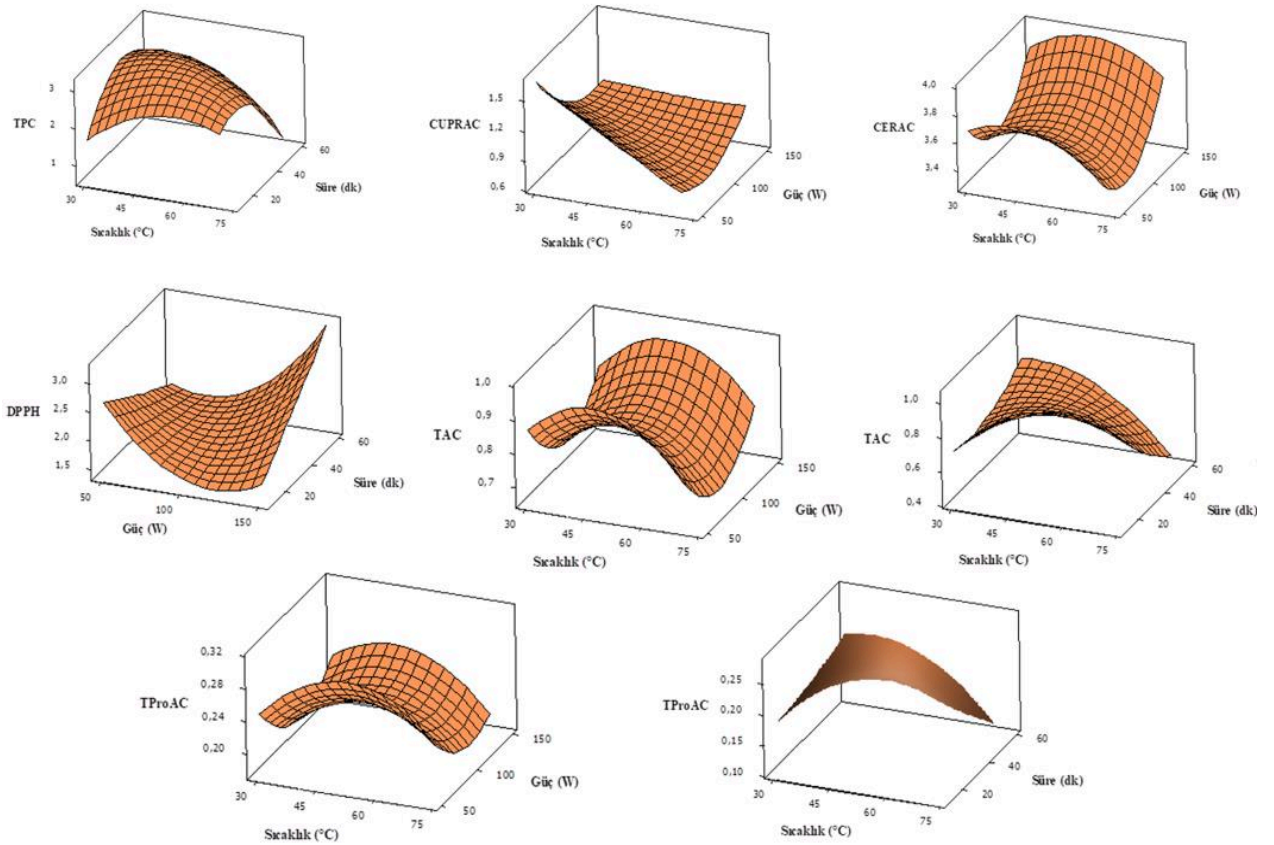
\* TPC: Toplam fenolik bileşik; TFC: Toplam flavonoid bileşik; CUPRAC: Antioksidan kapasite; CERAC: Antioksidan kapasite; DPPH: Antioksidan kapasite; TAC: Toplam antosiyanin bileşik; TProAC: Toplam proantosiyanidin bileşik.

**Tablo 12:** Farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen vişne örneklerinin regresyon denklemleri.

Bağımlı Değişken	Model	R <sup>2</sup>	Uyum Eksikliği
TPC	$Y_1 = -4.61913X_1^2 + 0.20551X_1 + 0.16388X_3 - 0.00209X_1^2 - 0.00180X_3^2 - 0.00121X_1X_3$	92.48	0.319
CUPRAC	$Y_2 = 2.71184 - 0.03083X_2$	85.09	0.202
CERAC	$Y_3 = 3.63104 - 0.05923X_2 - 0.00102X_1X_2$	87.56	0.096
DPPH	$Y_4 = 6.38586 - 0.06867X_2 + 0.00025X_2^2 + 0.00049X_2X_3$	91.48	0.112
TAC	$Y_5 = 0.304065 + 0.043517X_1 - 0.011338X_2 - 0.000332X_1^2 + 0.000053X_2^2 - 0.000367X_1X_3$	96.54	0.300
TProAC	$Y_6 = 0.012349 + 0.015682X_1 - 0.003346X_2 - 0.000109X_1^2 + 0.000018X_2^2 - 0.000097X_1X_3$	96.18	0.537

\* Terimi istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05).

Y<sub>i</sub>, bağımlı değişken; X<sub>1</sub>, sıcaklık (°C); X<sub>2</sub>, güç (W); X<sub>3</sub>, süre (dk).



**Şekil 31:** Vişne ekstraktlarının toplam fenolik, toplam antoksidan, toplam antosiyanin ve toplam proantosiyanidin değerlerinin sıcaklık, güç ve süre ile değişimi.

Vişne örneklerinin farklı ekstraksiyon koşullarındaki TPC, CUPRAC, CERAC, DPPH, TAC, TProAC değerlerinin optimizasyonu sonucunda elde edilen optimum koşullar; 54,6 °C sıcaklık, 50 W güç ve 15 dk ekstraksiyon süresidir. Optimum koşullarda elde edilen tahmini TPC, CUPRAC, CERAC, DPPH, TAC, TProAC değerleri sırasıyla 2.78 mg gallik asit/g örnek, 1.12 mg troloks/g örnek, 3.76 mg troloks/g örnek, 2.70 mg troloks/g örnek, 1.10 mg (syd-3-sop)/g örnek ve 0.34 mg kateşin/g örnek olarak bulunmuştur. Tahmini değer ve deneysel değer birbirine yakın olarak bulunmuş olup, bileşik arzu edilebilirlik değeri 0,75 olarak bulunmuştur (Şekil 32).



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Koleksiyon Bahçesinden temin edilen kiraz ve vişne meyvelerine ultrasonik destekli ekstraksiyon uygulaması yapılmış ve bazı fitokimyasal maddelerin miktar analizleri ile antioksidan kapasiteleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre yanıt yüzey metodolojisi ile optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, ultrases destekli ekstraksiyonun kiraz ve vişne meyve polifenollerinin eldesi için değerlendirilmesi, en uygun işlem koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Geleneksel ekstraksiyon yöntemi ve ultrasonik destekli ekstraksiyon yönteminin karşılaştırıldığı çalışmalar incelendiğinde, geleneksel yöntem ve ultrasonik yöntem, işlem süresi bakımından ultrasonik destekli ekstraksiyonun maserasyona kıyasla %90 oranında zaman tasarrufu sağladığı sonucuna varılmıştır (Demirkol ve diğ., 2018). Yapılan bir başka çalışmada ultrasonik ses dalgalarının tek başına kullanılmasının yanı sıra sıcaklık, basınç gibi işlemlerle kombine edilerek kullanılmasının çok daha etkili olduğu anlaşılmaktadır (Ulusoy ve Karakaya, 2011).

Bu tez çalışmasında kiraz meyvelerinde varlığı bilinen fenolik maddelerin miktarları tespit edilmiştir. Bu doğrultuda toplam fenolik madde miktarı analizi için Berker ve diğ. (2013) tarafından uygulanan Folin-Ciocalteu yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5’de mg gallik asit/g örnek olarak verilmiştir. Folin-Ciocalteu yöntemi sonuçları incelendiğinde kiraz meyvesine uygulanan K14 numaralı ekstraksiyon koşulunun (30°C sıcaklık, 150 W güç ve 35 dk süre) kiraz meyvesi için toplam fenolik madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K14 numaralı ekstraksiyon koşulundaki kiraz örneği 2,17 mg gallik asit/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olan kiraz örneği ise 0,90 mg gallik asit/g örnek eş değerliği ile K1 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 150 W güç ve 35 dk süre) kiraz örneğinin olduğu saptanmıştır.

Yurt içinde yapılan bazı çalışmalarda kiraz meyvesinin gallik asit cinsinden toplam fenolik bileşik oranları en yüksek 0,79-1,15 mg/g aralığında değişirken, yurt dışında yapılan çalışmalarda bu oranın 6,87 mg/g’a kadar yükseldiği görülmüştür (Chaovanalikit ve Wrolstad, 2004; Chockchaisawasdee ve diğ., 2016; Kim ve diğ., 2005; Serrano ve diğ., 2009; de Souza ve diğ., 2014; Göksel ve Aksoy, 2014; Popescu ve diğ., 2014; Hayaloğlu ve Demir, 2015). Bu tez çalışmasında ise gallik asit cinsinden en yüksek toplam fenolik bileşik miktarına 2,17 mg/g

oranı ile 30°C sıcaklık, 100 W güç ve 10 dk sürede ultrasonik ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen K14 numaralı kiraz meyvesi ekstraktının sahip olduğu belirlenmiştir.

Folin-Ciocalteu yöntemi sonuçları incelendiğinde vişne meyvesine uygulanan farklı ultrasonik ekstraksiyon koşullarından olan V6 numaralı ekstraksiyon koşulunun (50°C sıcaklık, 100 W güç ve 35 dk süre) vişne meyvesi için toplam fenolik madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. V6 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için toplam fenolik madde miktarı 3,84 mg gallik asit/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olan vişne örneği ise 0,63 mg gallik asit/g örnek eş değerliği ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 100 W güç ve 60 dk süre) vişne örneğinin olduğu belirlenmiştir. Damar ve Ekşi (2012) yaptıkları araştırmada vişne suyunun toplam fenolik içeriğini 1510–2550 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca Milić ve diğ., (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada vakumda kurutulmuş vişne meyvesi ile yapılan ultrasonik ekstraksiyon sonucunda toplam fenolik madde içeriğinde en düşük verim 80°C sıcaklık olarak tespit edilirken en yüksek verim 40°C sıcaklık olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklık oranının bizim çalışmamızdan farklı olmasının nedeni kullandığımız meyvelerin yaş, Milić ve diğ., (2021) nin çalışmasında ise meyvenin kuru halde olması olabilir. Ayrıca bu tez çalışmasında uygulanan güç ve uygulama süresinin de sıcaklık değerini değiştirdiği düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasındaki kiraz ve vişne meyvelerinden toplam fenolik madde miktarı için en yüksek verimin elde edildiği ekstraksiyon koşulları karşılaştırıldığında, vişne meyvesine uygulanan ekstraksiyondaki sıcaklık ve süre değerlerinin kiraz meyvesine uygulanan ekstraksiyondaki sıcaklık ve süre değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tez kapsamında toplam flavonoid madde miktarı Chang ve diğ., (2002)'ne göre Alüminyum Klorür Kolorimetrik yöntemi kullanılarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar Tablo 5'de mg kateşin asit/g örnek olarak verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde kiraz örneklerinde K14 numaralı ultrasonik ekstraksiyon uygulanmasının (30°C sıcaklık, 150 W güç ve 35 dk süre) en yüksek verime sahip olduğu belirlenmiştir. K14 numaralı ekstraksiyon koşulunun kiraz meyvesi için toplam flavonoid madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K14 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için toplam flavonoid madde miktarı 0,57 mg kateşin/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam flavonoid madde miktarına

sahip olan kiraz örneği ise 0,16 mg kateşin/g örnek eş değeri ile K1 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 150 W güç ve 35 dk süre) kiraz örneğinin olduğu saptanmıştır.

Kirazın flavonoid içeriği ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde elde edilen en yüksek sonuçların 0,2-4,7 mg/g arası olduğu gözlemlenmiştir (Marinova ve diğ., 2005; Liu ve diğ., 2011; de Souza ve diğ., 2014; Di Matteo ve diğ., 2017; Sirbu ve diğ., 2018; Acero ve diğ., 2019). Bu çalışmada elde edilen 0,57 mg kateşin/g örnek oranı ile diğer çalışmalar karşılaştırıldığında benzer değerlerde olduğu görülmüştür. Fakat kirazlarda flavonoid içeriği ile ilgili çalışmalarda sabit bir referans madde ile çalışılmadığı gözlemlenmiştir. Bazı çalışmalarda flavonoid içeriğini hesaplariken kalibrasyon eğrisini belirlemek için rutin kimyasalını kullanırken, başka çalışmalarda kuarsetin, epikateşin ya da kateşin kullanıldığı görülmüştür. Oçkun (2020) tarafından yapılmış olan ultrasonik ekstraksiyon yönteminde 33 W güç ve 5 dk süre kullanılmış ve kiraz meyvesinde toplam flavonoid madde açısından  $2,823 \pm 0,104$  mg/g kateşin eşdeğer oranı bulmuştur. Bizim çalışmamızda ise en yüksek verimin 0,57 mg kateşin/g örnek oranı ile 30°C sıcaklık, 100 W güç ve 10 dk sürede yapılan ultrasonik ekstraksiyon yöntemi olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu iki çalışma karşılaştırıldığında kullanılan kiraz meyve çeşitlerinin aynı olmaması ve uygulanan sıcaklık, güç, süre parametrelerinin farklı olması sonuçlar arasındaki bu değışikliğin nedeni olarak düşünölmektedir.

Bu tez çalışmasında kiraz meyvesinde toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarı için elde edilen en yüksek verimin ultrasonik destekli ekstraksiyonda aynı koşullar olduğu gözlenmektedir.

Alüminyum Klorür Kolorimetrik yöntemi kullanılarak vişne meyvesine uygulanan farklı ekstraksiyon koşullarından olan V8 (50°C sıcaklık, 50 W güç, 10 dk süre) ve V11 (30°C sıcaklık, 100 W güç, 60 dk süre) numaralı ekstraksiyon koşullarının vişne meyvesi için toplam flavonoid madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görölmektedir. V8 ve V11 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için ortalama toplam flavonoid madde miktarı 1,54 mg kateşin/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam flavonoid madde miktarına sahip olan vişne örneği ise 0,28 mg kateşin/g örnek eş değeri ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 100 W güç, 60 dk süre) vişne örneğinin olduğu tespit edilmiştir. Ongan (2016) tarafından yapılan çalışmada vişne suyunda 367,41 mg kateşin /100g toplam flavonoid madde miktarı belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan örneğin vişne suyu olması, bizim çalışmamızda

bulunan değerden daha yüksek olmasının nedeni olarak düşünülmektedir. Vakumda kurutulmuş vişne meyvesi ile ultrasonik ekstraksiyon yapan Milić ve diğ., (2021) toplam flavonoid madde içeriğinde en düşük verimi 40°C sıcaklık olarak tespit ederken, en yüksek verimi 60°C sıcaklık olarak belirlemiştir. Bizim kullandığımız vişne meyvesinin yaş meyve olması bu çalışmada belirtilen sıcaklık değerinden farklı bir sonuç bulmamızın nedenlerinden biri olarak düşünülmektedir.

Kiraz meyvesinde toplam antosiyanin madde miktarı, pH Fark Ölçümleri yöntemi kullanılarak bulunmuştur. Kiraz meyvesine uygulanan ekstraksiyon koşulları incelendiğinde K5 numaralı ekstraksiyon koşulunun (50°C sıcaklık, 100 W güç, 35 dk süre) toplam antosiyanin madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için toplam antosiyanin madde miktarı 3,24 mg (syd-3-sop) /g örnek örnek oranını vermiştir. En düşük toplam antosiyanin madde miktarına sahip olan kiraz örneği ise 0,66 mg (syd-3-sop) /g örnek eş değerliği ile K11 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (30°C sıcaklık, 100 W güç, 60 dk süre) kiraz örneğinin olduğu görülmektedir.

Kiraz meyvelerinde toplam antosiyanin miktarı ile ilgili diğer spektrofotometrik çalışmalara bakıldığında bulunan en yüksek oranların yaklaşık 2,15 mg/g seviyelerinde olduğu görülmüştür (Vodopivec ve diğ., 2002; Chaovanalikit ve Wrolstad, 2004; Ferretti ve diğ., 2010; Göksel ve Aksoy, 2014; Hayaloglu ve Demir, 2015; Skrzyński ve diğ., 2016). Bu tez çalışmasında toplam antosiyanin miktarı ile ilgili spektrofotometrik ölçüm yapıldığında bulunan 3,24 mg (syd-3-sop) /g örnek oranı diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında daha yüksektir. Oçkun (2020) tarafından yapılan ultrasonik ekstraksiyon yönteminde 33 W güç ve 5 dk süre kullanılmış ve kiraz meyvelerinde toplam antosiyanin miktarı ortalama 0,169 mg (syd-3-sop)/g örnek olarak bulunmuştur. Bu tez çalışmasında ise 50°C sıcaklık, 100 W güç, 35 dk süre ile kiraz meyvesine uygulanan ultrasonik ekstraksiyon işleminin ardından toplam antosiyanin miktarı ile ilgili spektrofotometrik ölçüm yapıldığında 3,24 mg (syd-3-sop) /g örnek oranı bulunmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında bu tez çalışmasında uygulanan ultrasonik ekstraksiyon koşullarının kiraz meyvesindeki antosiyanin miktarı ile ilgili daha yüksek verim elde edebileceğimizi düşündürmektedir.

pH Fark Ölçümleri yöntemine göre vişne meyvesindeki toplam antosiyanin madde miktarı incelendiğinde, V8 numaralı ekstraksiyon koşulunun (50°C sıcaklık, 50 W güç, 10 dk süre) vişne meyvesi için toplam antosiyanin madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu

saptanmıştır. V8 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için toplam antosiyanin madde miktarı 1,16 mg (syd-3-sop) /g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam antosiyanin madde miktarına sahip olan vişne örneği ise 0,47 mg (syd-3-sop) /g örnek eş değerliği ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 100 W güç, 60 dk süre) vişne örneğinin olduğu görülmektedir. Milić ve diğ., (2021) vakumda kurutulmuş vişne meyvesi ile yaptıkları çalışmada ultrasonik ekstraksiyon ile toplam monomerik antosiyanin içeriğini, 9.80 ila 30.17 mg kateşin /100 g aralığında tespit etmişlerdir. Milić ve diğ., (2021) vakumda kurutulmuş vişne ile yaptıkları ultrasonik ekstraksiyon sonucunda toplam antosiyanin madde içeriğinde en düşük verimi 60°C sıcaklık olarak tespit ederken, en yüksek verimi 80°C sıcaklık olarak belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızdaki en yüksek verimi tespit ettiğimiz sıcaklığın bu çalışmada belirlenen sıcaklıktan daha düşük olmasının nedeni, kullandığımız vişnenin yaş meyve olması ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasındaki kiraz ve vişne meyvelerinden toplam antosiyanin madde miktarı için en yüksek verimin elde edildiği ekstraksiyon koşulları karşılaştırıldığında, sıcaklık değeri aynı olurken ultrasonikasyon süresi ve ultrasonikasyon gücünün farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu durumda vişne meyvesindeki toplam antosiyanin miktarını belirlemek için uygulanan ultrasonik ekstraksiyon işleminin kiraz meyvesine göre daha az güç ve daha az süre ile gerçekleşeceği düşünülmektedir.

Tez kapsamında toplam proantosiyanidin madde miktarı Amaeze ve diğ., (2011)'e göre Amaeze yöntemi kullanılarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre toplam proantosiyanidin madde miktarı açısından incelenen kiraz örneklerinde K5 numaralı ekstraksiyon koşullarının (50°C sıcaklık, 100 W güç, 35 dk süre) kiraz meyvesi için toplam proantosiyanidin madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için toplam proantosiyanidin madde miktarı 0,88 mg kateşin/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam proantosiyanidin madde miktarına sahip olan kiraz örneği ise 0,24 mg kateşin/g örnek eş değerliği ile K14 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (30°C sıcaklık, 150 W güç, 35 dk süre) kiraz örneğinin olduğu görülmektedir. Vişne meyvesinde elde edilen sonuçlara göre ise, V8 numaralı ekstraksiyon koşulunun (50°C sıcaklık, 50 W güç, 10 dk süre) vişne meyvesi için toplam proantosiyanidin madde miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu saptanmıştır. V8 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için ortalama

toplam proantosiyanınin madde miktarı 0,35 mg kateşin/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam proantosiyanınin madde miktarına sahip olan vişne örneği ise 0,12 mg kateşin/g örnek eş değeri ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 100 W güç, 60 dk süre) vişne örneğinin olduğu görülmektedir. Yuling ve diğ., (2009) tarafından yapılan araştırmada üzüm çekirdeği proantosiyanınin içeriği 0.03 mg/g bulunurken, kuş iğdesi posasındaki proantosiyanınin içeriği 0,02 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Toplam proantosiyanınin madde miktarı açısından kiraz ve vişne meyveleriyle yapılan deneylerin sonuçları karşılaştırıldığında, iki meyveye aynı sıcaklık değerinin uygulanmasına rağmen vişne meyvesinde daha az güç ve daha az süre kullanarak verim alındığı görülmüştür.

Tez kapsamında toplam antioksidan kapasite deneyleri CUPRAC, CERAC ve DPPH olmak üzere üç farklı yöntem kullanılarak yapılmıştır. CUPRAC yöntemine göre toplam antioksidan kapasitesi açısından incelenen kiraz örneklerinde K5 numaralı ekstraksiyon koşulunun (50°C sıcaklık, 100 W güç, 35 dk süre) kiraz meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için toplam antioksidan kapasitesi 2,16 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan kiraz örneği ise 0,89 mg troloks/g örnek eş değeri ile K1 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 150 W güç, 35 dk süre) kiraz örneğinin olduğu görülmektedir. Oçkun (2020) kiraz meyvelerinde 33 W güç ve 5 dk süre ile ultrasonik destekli ekstraksiyon işlemi uygulamıştır. CUPRAC yöntemine göre kiraz meyvelerinde toplam antioksidan miktarlarını ortalama 3,561 mg/g olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda kullanılan kiraz meyve çeşitlerinin farklılığı sonuçların benzer olmamasının nedeni olarak düşünülmektedir.

CUPRAC yöntemine göre incelenen vişne örneklerinde ise V2 numaralı ekstraksiyon koşulunun (30°C sıcaklık, 50 W güç, 35 dk süre) vişne meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. V2 numaralı ekstraksiyon koşulunda vişne örneği için ortalama toplam antioksidan kapasitesi 1,88 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan vişne örneği ise 0,26 mg troloks/g örnek eş değeri ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 100 W güç, 60 dk süre) vişne örneğinin olduğu saptanmıştır. Çapanoğlu ve diğ., (2011) yaptıkları

çalışmada vişne meyvesindeki toplam antioksidan kapasitesini 29.7 mmol/100 g olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda kullandığımız vişne meyvesinin bu çalışmadaki ile aynı olmaması sonuçların farklı çıkmasının nedenlerinden biri olarak düşünülmektedir.

CUPRAC yöntemine göre toplam antioksidan kapasitesi açısından kiraz ve vişne meyveleriyle yapılan deneylerin tüm sonuçları karşılaştırıldığında, kiraz ve vişne meyvesinde ultrasonik ekstraksiyonda en iyi verimi almak için uygulanan sürenin aynı olduğu görülmüştür. Ancak vişne meyvesine uygulanan sıcaklık ve gücün kiraz meyvesine göre daha az olduğu da belirlenmiştir.

CERAC yöntemine göre kiraz meyvesinde toplam antioksidan kapasitesi incelendiğinde CUPRAC yönteminde olduğu gibi K5 numaralı ekstraksiyon koşulunun (50°C sıcaklık, 100 W güç, 35 dk süre) kiraz meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K5 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam antioksidan kapasitesi 9,23 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan kiraz örneği ise 5,31 mg troloks/g örnek eş değerliği ile K1 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 150 W güç, 35 dk süre) kiraz örneğinin olduğu saptanmıştır. Oçkun (2020) kiraz meyvelerinde 33 W güç ve 5 dk süre ile ultrasonik destekli ekstraksiyon işlemi uygulamıştır. CERAC yöntemine göre kiraz meyvelerinde toplam antioksidan miktarlarını ortalama 5,12 mg/g olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızdaki ekstraksiyon koşullarının Oçkun (2020)'un çalışmasındaki ekstraksiyon koşullarından daha iyi verim sağladığı düşünülmektedir.

Vişne meyvelerine uygulanan CERAC yöntemine göre birçok ekstraksiyon koşulunun vişne meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından benzer sonuçları verdiği tespit edilmiştir. CERAC yönteminde, CUPRAC yönteminden farklı olarak V10 numaralı ekstraksiyon koşulunun (50°C sıcaklık, 150 W güç, 60 dk süre) vişne örneği için en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmektedir. V10 numaralı ekstraksiyon koşulunun toplam antioksidan kapasitesi 4,06 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan vişne örneği ise 1,85 mg troloks/g örnek eş değerliği ile V13 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (70°C sıcaklık, 100 W güç, 60 dk süre) vişne örneğinin olduğu saptanmıştır.

CERAC yöntemine göre toplam antioksidan kapasitesi açısından kiraz ve vişne meyveleriyle yapılan deneylerin tüm sonuçları karşılaştırıldığında, aynı sıcaklık değerinin kiraz ve vişne

meyvesinde ultrasonik ekstraksiyonda en iyi verimi sağladığı görülmüştür. Ancak vişne meyvesine uygulanan ekstraksiyon süresinin ve ekstraksiyon gücünün kiraz meyvesine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Son olarak DPPH yöntemine göre toplam antioksidan kapasiteleri incelenen kiraz ve vişne örneklerinde kiraz meyvesi için, K9 numaralı ekstraksiyon koşulunun (30°C sıcaklık, 100 W güç, 10 dk süre) kiraz meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. K9 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için toplam antioksidan kapasitesi 3,39 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan kiraz örneği ise 1,13 mg troloks/g örnek eş değerliği ile K8 numaralı ekstraksiyon koşulundaki (50°C sıcaklık, 50 W güç, 10 dk süre) kiraz örneğinin olduğu görülmektedir. Oçkun (2020) kiraz meyvelerinde 33 W güç ve 5 dk süre ile ultrasonik destekli ekstraksiyon işlemi uygulamıştır. DPPH yöntemine göre kiraz meyvelerinde toplam antioksidan miktarlarını ortalama 12,744 mg/g olarak bulmuştur.

DPPH yöntemine göre vişne meyvesi incelendiğinde, V15 numaralı ekstraksiyon koşulunun (50°C sıcaklık, 100 W güç, 35 dk süre) vişne meyvesi için toplam antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. V15 numaralı ekstraksiyon koşulunda kiraz örneği için ortalama toplam antioksidan kapasitesi 3,58 mg troloks/g örnek oranını vermiştir. En düşük toplam antioksidan kapasitesine sahip olan vişne örneğinin ise 1,35 mg troloks/g örnek eş değerliği ile V9 numaralı ekstraksiyon koşuluna (30°C sıcaklık, 100 W güç, 10 dk süre) sahip olduğu görülmektedir. Milić ve diğ., (2021) vakumda kurutulmuş vişne ile yaptıkları ultrasonik ekstraksiyon sonucunda DPPH yöntemine göre toplam antioksidan kapasitesinde en düşük verimi 40°C sıcaklık olarak tespit ederken, en yüksek verimi 80°C sıcaklık olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda kullanılan vişne meyvelerinin yaş meyve olması tespit edilen sıcaklık değerlerindeki farklılığının nedenlerinden biri olarak düşünülmektedir.

DPPH yöntemine göre toplam antioksidan kapasitesi açısından kiraz ve vişne meyveleriyle yapılan deneylerin tüm sonuçları karşılaştırıldığında, en yüksek verimi sağlamak için kiraz ve vişne meyvesine uygulanan ultrasonik ekstraksiyon gücünün aynı değere sahip olduğu görülmüştür. Ancak, kiraz meyvesine uygulanan sıcaklık ve süre değerlerinin vişne meyvesinden daha az olduğu belirlenmiştir.

Ultrasonik ekstraksiyon yöntemi; işlem süresini kısaltması, ekstrakt veriminde artış sağlaması ve çözücü kullanım miktarını azaltması nedeniyle tercih edilmektedir. Aynı zamanda bu farklılıkları vurgulayacak ve ortaya koyacak bir optimizasyon çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ultrasonik ekstraksiyon parametrelerinin etkisinin değerlendirilmesi birden fazla faktörün yer aldığı durumlarda zor olmaktadır. Optimum ekstraksiyon koşulunun iyi bir şekilde değerlendirilmesi için birden fazla faktörün incelenmesi gerekmektedir. Yanıt yüzey yöntemi bu sorunların üstesinden gelmektedir; çünkü bu metot bağımsız değişkenlerin etkilerinin, değişkenler arasındaki etkileşimlerin ve çeşitli proseslerin matematiksel modellemelerinin incelenmesine olanak sağlamaktadır (Pompeu ve diğ., 2009; Silva ve diğ., 2007) Yanıt yüzey metodu bu işlemleri yaparken deney sayısını azaltarak sonuçların üç boyutlu, eş yükselti eğrisi, kübik gibi grafiksel çıktıları da vermektedir.

Kashyap ve diğ., (2022) Meghalaya kiraz ekstraktı ile yaptıkları farklı ultrasonik ekstraksiyon koşullarındaki polifenol değerlerinin optimizasyonu sonucunda elde ettikleri optimum koşullar; 54 W güç ve 27,93 dk ekstraksiyon süresi olarak bulunmuştur. Dumitraşcu ve diğ., (2019)'ne göre kıvılcık meyvesi ile yapılan ultrasonik destekli ekstraksiyon çalışmasında antosiyanin ve toplam fenolik bileşiklerden maksimum verim elde edilen optimum koşulların, 30°C sıcaklık ve 40 dk ekstraksiyon süresi olduğu bulunmuştur.

Bu tez çalışmasında ise kiraz örneklerinin farklı ekstraksiyon koşullarındaki TPC değerlerinin optimizasyonu sonucunda elde edilen optimum koşullar; 30°C sıcaklık, 142.9 W güç ve 10 dakika ekstraksiyon süresidir. Optimum koşullarda elde edilen tahmini TPC değeri 2.55 mg gallik asit/g örnek olarak bulunmuştur. Tahmini değer ve deneysel değer birbirine yakın olarak bulunmuş olup, bileşik arzu edilebilirlik değeri 1.00 olarak bulunmuştur.

Türken ve Pala (2016)'nın vişne suyu ile yaptıkları çalışmada, maksimum antioksidan aktivitesi için optimum koşulların 20.04 °C sıcaklık, 164.4 W güç ve 9.74 dk boyunca uygulanan ultrasonikasyon parametrelerinin olduğu tespit edilmiştir. Demirdöven ve diğ., (2021) yaptıkları çalışmada vişne posasındaki en yüksek antosiyanin, en yüksek toplam fenolik madde ve en yüksek antioksidan kapasite içeriğine 40°C sıcaklık ve 40 dakika sürede ultrasonik yöntemle elde edilen ekstraktların sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında ise vişne örneklerinin farklı ekstraksiyon koşullarındaki TPC, CUPRAC, CERAC, DPPH, TAC, TProAC değerlerinin optimizasyonu sonucunda elde edilen optimum

koşullar; 54,6 °C sıcaklık, 50 W güç ve 15 dakika ekstraksiyon süresidir. Optimum koşullarda elde edilen tahmini TPC, CUPRAC, CERAC, DPPH, TAC, TProAC değerleri sırasıyla 2.78 mg gallik asit/g örnek, 1.12 mg troloks/g örnek, 3.76 mg troloks/g örnek, 2.70 mg troloks/g örnek, 1.10 mg kateşin/g örnek ve 0.34 mg kateşin/g örnek olarak bulunmuştur. Tahmini değer ve deneysel değer birbirine yakın olarak bulunmuş olup, bileşik arzu edilebilirlik değeri 0,75 olarak bulunmuştur.

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, vişne meyvesinde kiraz meyvesine göre ultrasonik ekstraksiyon yöntemiyle daha verimli sonuçlar elde edilmiştir. Kiraz meyvesi için ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi dışında diğer ekstraksiyon yöntemlerinin de kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

Yanıt yüzey yöntemi fazla parametrelili araştırmalar için optimum sonuçları en kısa süre ve en kolay şekilde sunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada yanıt yüzey metodolojisi kullanılmıştır. Yanıt yüzey metodundan elde edilen sonuçlar ile deneysel çalışmada ölçülen değerler birbirine yakın çıkmıştır. Bu da yapılan çalışmanın ultrasonikasyon parametrelerini belirlemek için kullanılabileceğini göstermiştir. Bu modelin kullanımıyla ülkemiz için değeri yüksek olan kiraz ve vişne meyvelerinin kullanım alanlarını çoğaltan üretim teknolojilerinde uygun süreç şartlarının belirlenmesi ve uygulanması, işletmelerde deneysel süreci hızlandırarak zaman kaybını önleyecektir. Ayrıca optimum koşullarda, istenilen kalite kriterlerine sahip ürünlerin üretilmesine olanak sağlayacaktır.

Dünya nüfusunun hızla arttığını ve bu artışla birlikte gıda işleyen fabrikaların artacağı düşünülmürse gıda atık miktarları ve atık problemlerinin de artacağı öngörülmektedir. Bu nedenle atıkların toplanması, işlenmesi ve yeni ürünlerin üretiminde kullanılması insan sağlığı ve çevre sağlığına olumlu katkıları ile ülkemizin ekonomisine destek olması açısından önem arz etmektedir. Halen atık olarak değerlendirilen kiraz ve vişne meyvelerinin saplarındaki ve çekirdeklerindeki polifenollerin varlığının, ultrasonik ekstraksiyon yöntemiyle araştırılması önerilmektedir. Bu tezde elde edilen veriler, ultrasonikasyonun etkinliğini arttırmak için uygun tekniklerin bir arada uygulandığı sürekli sistemlerin ve bu sistemlerin optimizasyonu ile ilgili çalışmaların geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

- Acero, N., Gradillas, A., Beltran, M., García, A. ve Muñoz Mingarro, D., 2019, Comparison of phenolic compounds profile and antioxidant properties of different sweet cherry (*Prunus avium* L.) varieties, *Food Chemistry*, 279, 260-271.
- Altemimi, A., Choudhary, R., Watson, D. G. and Lightfoot, D. A., 2015, Effects of ultrasonic treatments on the polyphenol and antioxidant content of spinach extracts, *Ultrasonics Sonochemistry*, 24, 247-255.
- Amaeze, O., Ayoola, G., Sofidiya, M., Adepoju-Bello, A., Adegoke, A. and Coker, H., 2011, Evaluation of antioxidant activity of *Tetracarpidium conophorum* (Müll. Arg) Hutch & Dalziel leaves, *Oxidative medicine and cellular longevity*.
- Anda, R, D, D., Ventura-Lara, M.G., Rodriguez-Hernandez, G., ve Ozuna, C., 2019. The impact of power ultrasound application on physicochemical, antioxidant, and microbiological properties of fresh orange and celery juice blend. *Journal of Food Measurement Characterization*, 1-9.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S. E., 2004, Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method, *Journal of agricultural and food chemistry*, 52, 7970-7981.
- Baião, D., de Freitas, C. S., Gomes, L. P., da Silva, D., Correa, A., Pereira, P. R., Aguila, E., & Paschoalin, V., 2017, Polyphenols from Root, Tubercles and Grains Cropped in Brazil: Chemical and Nutritional Characterization and Their Effects on Human Health and Diseases, *Nutrients*, 9(9), 1044.
- Berker, K, I., Özdemir Olgun, F, A., Özyurt, D., Demirata, B. and Apak, R., 2013, Modified Folin–Ciocalteu antioxidant capacity assay for measuring lipophilic antioxidants, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (20), 4783-4791.
- Blando F. ve Oomah BD., 2019, Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits, *Trends Food Sci Technol*, 86(2):517–529.
- Bobo-García, G., Davidov-Pardo, G., Arroqui, C., Vírveda, P., Marín-Arroyo, M. R., & Navarro, M., 2015, Intra-laboratory validation of microplate methods for total phenolic content and antioxidant activity on polyphenolic extracts, and comparison with conventional spectrophotometric methods, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(1), 204-209.
- Boyacı, İ. H., 2005, A new approach for determination of enzyme kinetic constants using response surface methodology, *Biochemical Engineering Journal*, 25, 55-62.
- Bradley, N., 2007, *The response surface methodology*, Thesis (M.A.), Indiana University.

- Cao, G., Alessio, H. M., Cutler, R. G., 1993, Oxygen-Radical Absorbance Capacity Assay for Antioxidants, *Free Radical Biology & Medicine*, 14(3) 303–311.
- Cásedas, G., Les, F., Gómez-Serranillos, M. P., Smith, C., López, V., 2016, Bioactive and functional properties of sourcherry juice (*Prunus cerasus*), *Food and function*, 7(11), 4675–4682.
- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M. ve Chern, J. C., 2002, Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods, *Journal of Food and Drug Analysis*, 10 (3) 178-182.
- Chaovanalikit, A. ve Wrolstad, R. E., 2004, Total Anthocyanins and Total Phenolics of Fresh and Processed Cherries and Their Antioxidant Properties, *Food Chemistry and Toxicology*, 69 (1), 67-72.
- Chen, Y., Yu, L, J. ve Rupasinghe, HP., 2013, Termal ve termal olmayan pastörizasyonun meyve suyunda mikrobiyal inaktivasyon ve fenolik bozunma üzerindeki etkisi: Kısa bir inceleme, *Gıda ve Tarım Bilimi Dergisi*, 93 (5), 981 – 986.
- Cheng, L. H., Soh, C. Y., Liew, S. C. ve Teh, F. F., 2007, Sonikasyon ve karbonasyonun guava suyu kalitesi üzerindeki etkileri, *Gıda Kimyası*, 104, 1396-1401.
- Cheetangdee, N., 2019, Rice phenolics: extraction, characterization, and utilization in foods, *Polyphenols in Plants*, (2) 217-242.
- Chitgar, FM., Aalani, Ö., Maghsoudlou, Y., Milani, E., 2017, Comparative study on the effect of heat treatment and sonication on the quality of barberry juice, *J. Food Process Pres*, 41(3): 29-56.
- Chockchaisawasdee, S., Golding, J. B., Vuong, Q. V., Papoutsis, K. ve Stathopoulos, C. E., 2016, Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use, *Trends in Food Science & Technology*, 55, 72-83.
- Çağlar, M, Y. ve Demirci M., 2017, Üzümsü meyvelerde bulunan fenolik bileşikler ve beslenmedeki önemi, *EJOSAT*, 7 (11), 18–26.
- Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D., de Vos RCH., Hall RD., Beekwilder J., 2011, Procyanidins in fruit from sour cherry (*Prunus cerasus*) differ strongly in chainlength from those in laurel cherry (*Prunus lauracerasus*) and cornelian cherry (*Cornus mas*), *J Berry Res*, 1(3):137–146.
- Çimen, F., Polat, H., Ekici, L., 2020, Polifenollerin Bağırsak Mikrobiyota Kompozisyonunu Düzenleyici ve Nöroprotektif Etkileri, *Akademik Gıda*, 18 (2), 190-208.
- Damar, I. ve Ekşi, A., 2012, Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice, *Food Chemistry*, 135, 2910–2914.
- Davies, K. J., 2016, Adaptif homeostaz, *Tıbbın moleküler yönleri*, 49, 1-7.
- Davis, P.H., 1972, Flora of Turkey and Aegean Island, *Volume 4*, University Press, Edinburgh.
- De Souza, V. R., Pereira, P. A. P., da Silva, T. L. T., de Oliveira Lima, L. C., Pio, R. ve Queiroz, F., 2014, Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical

composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits, *Food Chemistry*, 156, 362-368.

- Del Rio, D., Rodriguez-Mateos, A., Spencer, J. P. E., Tognolini, M., Borges, G. and Crozier, A., 2013, Dietary (Poly)phenolics in Human Health: Structures, Bioavailability, and Evidence of Protective Effects Against Chronic Diseases, *Antioxidants & Redox Signaling*, 18 (14), 1818.
- Demirdöven, A., Tokatlı, K. ve Korkmaz, Y., 2021, Geleneksel ve Ultrasonik Yöntemlerle Vişne Posası Antosiyaninlerinin Ekstraksiyonu, *Gıda*, 46 (1), 168-179.
- Demirkol, Ö. Ş., Yakan, İ. A., Alifakı, Ö. Y., 2018, Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) meyvesinden fenolik bileşiklerin ultrason destekli ekstraksiyonu. *Gıda*, 43 (5), 846-855.
- Demirsoy, H., 2015, *Kiraz Yetiştiriciliği*, Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Di Lorenzo, C., Colombo, F., Biella, S., Stockley, C., Restani, P., 2021, Polyphenols and Human Health: The Role of Bioavailability, *Nutrients*, 13 (1), 273.
- Di Matteo, A., Russo, R., Graziani, G., Ritieni, A. ve Di Vaio, C., 2017, Characterization of autochthonous sweet cherry cultivars (*Prunus avium* L.) of southern Italy for fruit quality, bioactive compounds and antioxidant activity, *Journal Of The Science of Food and Agriculture*, 97 (9), 2782-2794.
- Dumitraşcu, L., Enachi, E., Stănciuc, N. ve Aprodu, I., 2019, Optimization of ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from cornelian cherry fruits using response surface methodology, *CyTA-Journal of Food*, 17 (1), 814-823.
- Dündar, Y. ve Aslan, R., 2000, *Hücre Moleküler Statüsünün Anlaşılması ve Fizyolojik Önem Açısından Radikaller-Antioksidanlar*, Hekimlikte Oksidatif Strees ve Antioksidanlar, Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınlar, Afyon, 3.
- Faust, M. ve Suranyi, D., 1997, *Horticultural Reviews*, Wiley, New York.
- Ferretti, G., Bacchetti, T., Belleggia, A., Neri, D., 2010, Cherry antioxidants: from farm to table, *Molecules*, 15(10), 6993–7005.
- Forni, C., Rossi, M., Borromeo, I., Feriotto, G., Platamone, G., Tabolacci, C., Mischiatı, C., Beninati, S., 2021, Flavonoids: A Myth or a Reality for Cancer Therapy, *Molecules*, 26(12), 3583.
- Ganesan, K. ve Xu, B., 2017, A Critical Review on Polyphenols and Health Benefits of Black Soybeans, *Nutrients*, 9 (5), 455.
- Gerçek, Y. C., 2020, *Türkiye’de Yayılış Gösteren Cerasus L. (Rosaceae) Cinsi Taksonları Üzerinde Filogenetik ve Fitokimyasal Analizler*, Doktora, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Göksel, Z. ve Aksoy, U., 2014, Sofralık bazı kiraz çeşitlerinin fizikokimyasal özellikleri, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (Özel Sayı-2), 1856-1862.

- Häkkinen, S. H., Kärenlampi S. O., Mykkänen H. M., Heinonen I. M., Törrönen, A. R., 2000, Ellagic acid content in berries: influence of domestic processing and storage, *Eur Food Res Technol*, 212:75-80.
- Haminiuk, C. W. I., Maciel, G. M., Plata-Oviedo, M. S. V. and Peralta, R. M., 2012, Phenolic compounds in fruits – an overview, *International Journal of Food Science & Technology*, 47 (10), 2023–2044.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A., Fotopoulos, V. 2020, Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the crucial role of a universal defense regulator. *Antioxidants*, 9 (8), 681.
- Hayaloğlu, A. A. ve Demir N., 2015, Physicochemical characteristics, antioxidant activity, organic acid and sugar contents of 12 sweet cherry (*Prunus avium* l.) cultivars grown in Turkey, *J Food Sci*, 80 (3), 564–570.
- İlbay, Z., 2016, *Turunçgil Meyve ve Yapraklarının Farklı Ekstraksiyon Yöntemleriyle Ekstraksiyonu ve Matematik Modellemesi*, Doktora, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Jayaprakasha, G., Girenavar, B. ve Patil, B. S., 2008, Rio Red greyluft ve Ekşi portakal meyve özlerinin farklı in vitro model sistemlerde radikal temizleme sistemi, *Bioresource Teknolojisi*, 99 (10), 4484–4494.
- Kappel, F., Granger, A., Hrotkó, K. and Schuster, M., 2012, Cherry, *Fruit breeding*, 459-504.
- Karlıdağ, H., Ercişli, E., Şengül, M., Tosun, M., 2009, Physico-chemical diversity in fruits of wild-growing sweet cherries (*Prunus avium* L.), *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 23 (3), 1325-1329.
- Kashyap, P., Riar, C. S. ve Jindal, N., 2022, Polyphenol bio-accessibility and antioxidant activity of in vitro digested ultrasound-assisted Meghalayan cherry (*Prunus nepalensis*) pomace extract, *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-15.
- Kelebek, H. ve Selli, S., 2011, Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars, *Int J Food Sci Technol*, 46 (12), 2530–2537.
- Kelley, D.S., Adkins, Y., Laugero, K. D., 2018, A review of the health benefits of cherries, *Nutrients*, 10 (3), 368.
- Kim, D. O., Heo, H. J., Kim, Y. J., Yang, H. S. ve 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.
- Koç, B., Ertekin, K. F., 2009, Response surface methodology and food processing applications, *Gıda*, 7, 1-8.
- Kovacevic, BD., Bilobrk, J., Buntic, B., Bosiljkov, T., Karlovic, S., Rocchetti, G., Lucini, L., Barba, FJ., Lorenza, JM., Putnik, P., 2019, High-power ultrasound altered the polyphenolic content and antioxidant capacity in cloudy apple juice during storage, *Journal of Food Processing and Preservation*, e114023.

- Lamport, D. J., Saunders, C., Butler, L. T., Spencer, J. P., 2014, Fruits, vegetables, 100% juices, and cognitive function, *Nutrition reviews*, 72 (12), 774–789.
- Lee, J., Durst, R. W. ve Wrolstad, R. E., 2005, Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study, *Journal of AOAC International*, 10 (5), 1269-1278.
- Lei, L., Yang, Y., He, H., Chen, E., Du, L., Dong, J., Yang, J., 2016, Flavan-3-ols consumption and cancer risk: A metaanalysis of epidemiologic studies, *Oncotarget*, 7 (45), 73573–73592.
- Liu, Y., Liu, X., Zhong, F., Tian, R., Zhang, K., Zhang, X. ve Li, T., 2011, Comparative Study of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Different Species of Cherries, *J Food Sci*, 76 (4), C633-C638.
- Mammadov, R., 2014, *Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolitler*, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Marinova, D., Ribarova, F. ve Atanassova, M., 2005, Total phenolics and flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables, *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40 (3), 255-260.
- Milić, A., Daničić, T., Tepić Horecki, A., Šumić, Z., Bursać Kovačević, D., Putnik, P. and Pavlić, B., 2021, Maximizing contents of phytochemicals obtained from dried sour cherries by ultrasound-assisted extraction, *Separations*, 8 (9), 155.
- Moczkowska, M., Karp, S., Niu, Y. and Kurek, M. A., 2019, Enzymatic, enzymatic-ultrasonic and alkaline extraction of soluble dietary fibre from flaxseed—A physicochemical approach, *Food Hydrocolloids*, 90, 105-112.
- Montgomery, D.C., 2005, *Design and Analysis of Experiments*, John Wiley and Sons, New York.
- Moses, J. A., Rajauria, G. ve Tiwari, B. K., 2017, *Effect of Ultrasound on Anthocyanins*, *Ultrasound in Food Processing: Recent Advances*, In: Villamiel, M., Garcia-Perez, J. V., Montilla, A., Carcel, J. A., Benedito, J. (eds.), John Wiley and Sons Ltd, The UK, 485-505.
- Nguyen, C. ve Nyguen H., 2018, Ultrasonic Effects on the Quality of Mulberry juice, *Beverages*, 4 (3), 56.
- Oçkun, M. A., 2020, *Giresun ve çevresinde yayılış gösteren kiraz gen kaynaklarının fitokimyasal analizleri ve antioksidan aktivitelerinin tayini*, Doktora, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ongan, E., 2016, *Nar Sularında Tağşiş Tespiti İçin Fenolik Madde Profiline İncelenmesi*, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Opalić, M., Domitran, Z., Komes, D., Belščak, A., Horzic, D. ve Karlovic, D., 2009, Ultrasonla ön işlem ve havada kurutmanın kurutulmuş elma kalitesine etkisi, *Journal of Food Science*, 297- 300.

- Özkaya, A., 2007, *Oksidatif strese maruz kalan ratların bazı biyokimyasal parametrelerine hesperetin ve ellagik asidin etkisi*, Doktora, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özyurt, D., Demirata, B. ve APAK, R., 2007, Determination of total antioxidant capacity by a new spectrophotometric method based on Ce (IV) reducing capacity measurement, *Talanta*, 71 (3), 1155–1165.
- Pompeu, D.R., Silva, E.M. ve Rogez, H., 2009, Optimisation of the Solvent Extraction of Phenolic Antioxidants from Fruits of Euterpe Oleracea using Response Surface Methodology, *Bioresource Technology*, 100, 6076-6082.
- Poorhashemi, S., Arianfar, A. ve Mohammadi, A., 2020, Myristica fragrans'tan antioksidan ve fenolik bileşiklerin ultrason destekli ekstraksiyonu ve optimizasyon süreci parametreleri, *Jundishapur Doğal Eczacılık Ürünleri Dergisi*, 15 (1).
- Popescu, S., Bianca Velcirov, A., Riviş, A., Costescu, C. ve Petolescu, C., 2014, Antioxidant Activity and Phenolic Content of Sweet Cherries (*Prunus Avium* L.) from West and South-West of Romania, *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Food Science and Technology*, 71.
- Prior, R.L., Wu, X., Scaich, K., 2005, Standardized methods for the determination antioxidant capacity and phenolics in foods and dieatry supplements, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (8), 3110-3113.
- Rajha, H.N., Boussetta, N., Louka, N., Maroun, R. G. ve Vorobiev, E., 2015, Effect of alternative physical pretreatments (pulsed electric field, high voltage electrical discharges and ultrasound) on the dead-end ultrafiltration of vine-shoot extracts, *Separation and Purification Technology*, 243–251.
- Refinery, N.P. ve Braimah M.N., 2016, Utilization of response surface methodology (RSM) in the optimization of crude oil refinery, *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, 3, 4361-4369.
- Riera, E., Golas, Y., Blanco, A., Gallego, J. A., Blasco, M. ve Mulet, A., 2004, Süper kritik sıvıların ekstraksiyonunda güç ultrasonu ile kütle transferini iyileştirme. *Ultrasonik Sonokimya*, 11 (3-4), 241-244.
- Rodriguez-Perez, C., Quirantesçam, R., Fernandez-Gutierrez, A. ve Segura-Carretero, A., 2015, Moringa oleifera lam yapraklarından fenolik bileşikler açısından zengin bir ekstrakt elde etmek için ekstraksiyon yönteminin optimizasyonu, *Sanayi Bitkileri ve Ürünleri*, 66, 246-254.
- Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Tasić, S., Menković, N., Stević, T., and Đorđević, B., 2009, Phenolic content and radical scavenging capacity of berries and related jams from certificated area in Serbia, *Plant Foods Human Nutrition*, 64, 212– 217.
- Serra, A. T., Duarte, R. O., Bronze, M. R., Duarte, C. M., 2011, Identification of bioactive response in traditional cherries from Portugal, *Food Chemistry*, 125 (2), 318-325.

- Serrano, M., Díaz-Mula, H., Zapata, P., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Valverde, J. ve Valero, D., 2009, Maturity Stage at Harvest Determines the Fruit Quality and Antioxidant Potential after Storage of Sweet Cherry Cultivars, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (8), 3240-3246.
- Shahidi, F. ve Yeo, J., 2016, Insoluble-bound phenolics in food, *Molecules*, 21 (9), 1216.
- Silva, E.M., Rogez, H. ve Larondelle, Y., 2007, Optimization of Extraction of Phenolics from *Inga edulis* Leaves using Response Surface Methodology, *Separation and Purification Technology*, 55, 381-387.
- Sirbu, S., Oprica, L., Poroch, V., Iurea, E., Corneanu, M. ve Grigore, M. N., 2018, Physical parameters, total phenolics, flavonoids and Vitamin C content of nine sweet cherry cultivars, *Revista de Chimie*, 69 (1), 125-129.
- Skrzyński, J., Leja, M., Gonkiewicz, A. ve Banach, P., 2016, Cultivar effect on the sweet cherry antioxidant and some chemical attributes, *Folia Horticulturae*, 28 (1), 95-102.
- Tiwari, B. K., 2015, Ultrasound: A clean, green extraction technology, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 71, 100–109.
- Türken, T. ve Pala, T., 2016, Vişne Suyunun Antioksidan Aktivite Değerinin Yanıt Yüzey Metodu ile Modellenmesi Ve Genetik Algoritma Kullanılarak Optimizasyonu, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3 (2).
- Ulusoy, K. ve Karakaya, M., 2011, Gıda endüstrisinde ultrasonik ses dalgalarının kullanımı, *Gıda*, 36 (2), 113-120.
- Usenik, V., Fabčič, J., Štampar, F., 2008, ‘Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweetcherry (*Prunus avium* L.), *Food Chemistry*, 107 (1), 185-192.
- Vieira, G. S., Cavalcanti, R. N., Meireles, M. A. A. and Hubinger, M. D., 2013, Chemical and economic evaluation of natural antioxidant extracts obtained by ultrasound-assisted and agitated bed extraction from jussara pulp (*Euterpe edulis*), *Journal of Food Engineering*, 119 (2), 196-204.
- Vodopivec, B., Trebse, P. and 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.
- Yıldız, G., 2021, *Ultrases Teknolojisinin Gıdaların Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi*, İksad Yayıncılık, Iğdır.
- Yılmaz, F. M., Karaaslan, M., Vardin, H., 2015, Optimization of extraction parameters on the isolation of phenolic compounds from sour cherry (*Prunus cerasus* L.) pomace, *J Food Sci Technol*, 52 (5), 2851–2859.
- Yuling, Qin., Che, FengBin., Li Jiang. and Hu BaiWen., 2009, Analysis of Content of Proanthocyanidin from Featured Fruit of Xinjiang, *Xinjiang Agricultural Sciences*, 46 (3), 484-487.

**ÖZGEÇMİŞ**

<b>Kişisel Bilgiler</b>	
Adı Soyadı	Elif BAYIROĞLU
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.
Uyruğu	<input type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
E-Posta Adresi	
Web Adresi	

<b>Eğitim Bilgileri</b>	
<b>Lisans</b>	
Üniversite	
Fakülte	
Bölümü	
Mezuniyet Yılı	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.

<b>Yüksek Lisans</b>	
Üniversite	İ
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Programı	