



**ULUDAĞ'DA YETİŞTİRİLEN BAZI YABAN MERSİNİ  
ÇEŞİTLERİNİN FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN VE  
ANTİOKSİDANT KAPASİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Gizem YÖRÜK**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ULUDAĞ'DA YETİŞTİRİLEN BAZI YABAN MERSİNİ ÇEŞİTLERİNİN  
FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN VE ANTIOKSİDANT KAPASİTELERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Gizem YÖRÜK**

Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

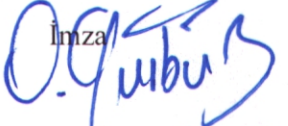
BURSA- 2019

## TEZ ONAYI

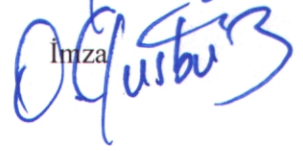
Gizem YÖRÜK tarafından hazırlanan “Uludağ'da Yetiştirilen Bazı Yaban Mersini Çeşitlerinin Fenolik Bileşiklerinin ve Antioksidant Kapasitelerinin Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ


**Başkan :** Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ  
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza  


**Üye :** Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ  
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza  


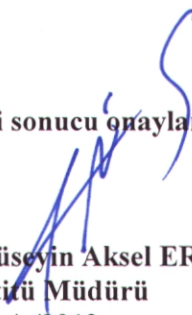
**Üye :** Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY  
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza  


**Üye :** Prof. Dr. Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU  
Bandırma 17 Eylül Üniversitesi, Bandırma  
M.Y.O., Gıda Teknolojisi Programı

İmza  


Yukarıdaki sonucu onaylarım

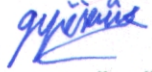
  
Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN  
Enstitü Müdürü  
.././2019

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

08/07/2019



**Gizem YÖRÜK**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ULUDAĞ'DA YETİŞTİRİLEN BAZI YABAN MERSİNİ ÇEŞİTLERİNİN FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN VE ANTIOKSİDANT KAPASİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Gizem YÖRÜK

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Bu çalışmada, Türkiye'de yetiştirilen yaban mersini çeşitlerinin (*Vaccinium* spp.) toplam antosiyanin, toplam flavonoid, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve antioksidan bileşenlerin biyoalınabilirliği araştırılmıştır. Toplam fenol içeriği Folin-Ciocalteau metodu, antioksidan kapasite ise ABTS, CUPRAC ve DPPH metotları kullanılarak belirlenmiştir. Yaban mersini çeşitlerinde toplam altı fenolik standart taranmıştır. En yoğun fenolik asitlerin sırasıyla ferulik asit (12,50-147,90 mg/kg), naringin (2,50-108,70 mg/kg) ve *p*-kumarik asit (2,70-100,20 mg/kg) olduğu belirlenmiştir. Toplam antosiyanin 5,15-55,11 mg/kg ve toplam flavonoid 1,75-5,83 mg/g aralığında bulunmuştur. Yaban mersini çeşitlerinin, ekstrakte edilebilir toplam fenol içeriği 884,75-1510,24 mg GAE/100 g ve hidrolize edilebilir toplam fenol içeriği 800,62-1357,77 mg GAE/100 g bulunmuştur. Uludağ 2 çeşidinin ABTS, CUPRAC ve DPPH metotlarına göre, ekstrakte edilebilir fenollerinin antioksidan kapasite değerlerinin ise diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir. Gold Traube çeşidi toplam fenoliklerinin biyoalınabilirliği daha yüksektir. Yaban mersini çeşitlerinin antioksidan kapasitelerinin biyoalınabilirlikleri ise sırasıyla %78 (ABTS), %53 (CUPRAC), %31 (DPPH) olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yaban mersini, fenolik bileşikler, antioksidan kapasite, biyoalınabilirlik  
**2019, ix+73 sayfa.**

## ABSTRACT

MScThesis

### INVESTIGATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT CAPACITIES OF SOME BLUEBERRY VARIETIES GROWN IN ULUDAG

**Gizem YÖRÜK**

Bursa Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

In this study, total anthocyanin, total flavonoid, total phenolic compounds, antioxidant capacity and bioaccessibility of blueberries varieties (*Vaccinium* spp.) grown in Turkey were investigated. Total phenol content was determined by Folin-Ciocalteu method and antioxidant capacity was determined by ABTS, CUPRAC and DPPH methods. A total of six phenolic standards have been screened in the blueberry varieties. The most abundant phenolic acids were determined to be ferulic acid (12,50-147,90 mg/kg), naringin (2,50-108,70 mg/kg) and *p*-coumaric acid (2,70-100,20 mg/kg), respectively. Total anthocyanin was in the range of 5,15-55,11 mg/kg and total flavonoid was found in the range of 1,75-5,83 mg/g. The total extractable phenol content of the blueberry varieties was 884,75-1510,24 mg GAE/100 g and the total hydrolyzable phenol content was 800,62-1357,77 mg GAE/100 g. According to ABTS, CUPRAC and DPPH methods, the antioxidant capacity values of the extractable phenols of Uludağ 2 were higher than the other varieties. Total phenolics was more bioaccessible from the Gold Traube variety (81%). The bioaccessibility of antioxidant capacities of blueberry varieties was 78% (ABTS), 53% (CUPRAC), 31% (DPPH), respectively.

**Key words:** Blueberry, phenolic compounds, antioxidant capacity, bioaccessibility  
**2019, ix+ 73 pages.**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimde bu çalışmanın konusunun belirlenmesi ve yürütülmesinde bilgi birikimi ve tecrübeleriyle yol göstererek kendimi geliştirmeme katkı sağlayan sevgili danışman hocam Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın yürütülmesi aşamasında her zaman yardımcı olup destekleyen Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyelerinden Sayın Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a,

Tez numunelerimin temininde yardımcı olan Uludağ Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Bölüm Başkanı Sayın Aysan ŞENTÜRK ve Kaan ŞENTÜRK'e

TÜBİTAK BUTAL'da gerçekleştirilen kromatografik analizlerimde yardımcı olan Güler ÇELİK ve Esra YILDIZ'a,

Tezimin analizlerinin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan sevgili arkadaşım Büşra BAYRAK ve tez çalışmamın her aşamasında yanımda olarak destekleyen sevgili arkadaşım Ece BAYRAKTAR'a,

Verilerin istatistiğinde bilgi verip yardımcı olan sevgili arkadaşım Can ÇAKÇAK'a,

Beni bugüne kadar büyük bir özveri ile yetiştirip, eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyerek yanımda olan babam Feridun YÖRÜK, annem Esin YÖRÜK ve kardeşim Ahmet Kağan YÖRÜK'e sonsuz teşekkürler...

**Gizem YÖRÜK**  
.../.../2019

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1.GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	2
2.1. Yaban Mersini.....	2
2.2.Yaban Mersininin Kimyasal Bileşimi .....	3
2.3. Yaban Mersininin Sağlık Üzerine Etkileri.....	6
2.4. Antioksidan Bileşikler.....	8
2.5. Antioksidan Kapasite Testleri.....	9
2.5.1. Toplam Fenol (Folin-Ciocalteu (FC)) Yöntemi.....	10
2.5.2. ABTS Yöntemi .....	10
2.5.3. DPPH Yöntemi .....	11
2.5.4. CUPRAC Yöntemi.....	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	13
3.1. Materyal .....	13
3.2. Yöntem .....	18
3.2.1. 1000 Tane Ağırlığı.....	18
3.2.2. Meyve Boyutu.....	18
3.2.3. Renk Analizi.....	18
3.2.4. pH Tayini .....	19
3.2.5. Titre Edilebilir Asitlik Tayini.....	19
3.2.6. Toplam Kurumadde Tayini.....	19
3.2.7. Suda Çözünen Kurumadde Tayini .....	19
3.2.8. Kül Tayini .....	19
3.2.9. Toplam Şeker Tayini .....	19
3.2.10. Toplam Flavonoid Miktarının Belirlenmesi .....	19
3.2.11. Toplam Antosiyanin Miktarının Belirlenmesi .....	20
3.2.12. Toplam Fenol İçeriğinin Belirlenmesi .....	22
3.2.13. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi.....	24
3.2.14. Antioksidan Bileşenlerin Biyoalınabilirliğinin Belirlenmesi.....	27
3.2.15. Fenol Bileşiklerinin UPLC ile Belirlenmesi .....	28
3.2.16. İstatistiksel Analiz.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	31
4.1. 1000 Tane Ağırlığı.....	31
4.2. Meyve Boyutu.....	31
4.3. Renk Analizi.....	32
4.4. pH Tayini .....	32
4.5. Titre Edilebilir Asitlik Tayini.....	33
4.6. Toplam Kurumadde Tayini .....	35
4.7. Suda Çözünen Kurumadde Tayini .....	35
4.8. Kül Tayini .....	36
4.9. Toplam Şeker Tayini.....	37



4.10. Toplam Flavonoid Tayini .....	37
4.11. Toplam Antosiyanin Tayini .....	40
4.12. Toplam Fenol İçeriğinin Belirlenmesi .....	42
4.13. Antioksidan Kapasite Testleri .....	44
4.14. Antioksidan Bileşenlerin Biyoalnabilirliğinin Belirlenmesi.....	50
4.15. Fenol Bileşiklerinin UPLC ile Belirlenilmesi .....	53
5. SONUÇ .....	65
KAYNAKLAR .....	66
ÖZGEÇMİŞ .....	73



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
nm	Nanometre
m	Metre
mm	Milimetre
mmol	Milimol
L	Litre
mL	Mililitre
$\mu$ L	Mikrolitre
kg	Kilogram
g	Gram
mg	Miligram
N	Normal
M	Molar
mM	Milimolar
$\mu$ M	Mikromolar
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
$^{\circ}$ C	Santigrat Derece
%	Yüzde Değer

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
UPLC	Ultra Performans Sıvı Kromatografisi
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ABTS	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite
DPPH	% Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi
CUPRAC	Bakır (II) İndirgeyici Antioksidan Kapasite
FC	Folin-Ciocalteu
TE	Troloks Eşdeğeri
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
C3G	Siyanidin-3-Glukozid Eşdeğeri
FAO	Food and Agriculture Organization
HAT	Hidrojen Atomu Transferi
ET	Elektron Transferi
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
BKİ	Beden Kitle İndeksi
dw	Kuru Ağırlık
fw	Yaş Ağırlık
Min	Minimum
Max	Maksimum
Ort	Ortalama
SD	Standart Sapma
dk	Dakika

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. ABTS molekülünün kimyasal yapısı .....	10
Şekil 2.2. Troloks molekülünün kimyasal yapısı .....	11
Şekil 3.1. Yaban mersini örneklerinin hasat edildiği bölge ve navigasyon bilgileri.....	14
Şekil 3.2. Gold Traube ( <i>Vaccinium corymbosum L.</i> ) çeşidinin bitkisi ve meyveleri .....	14
Şekil 3.3. Blueray( <i>Vaccinium corymbosum L.</i> ) çeşidinin bitkisi ve meyveleri .....	15
Şekil 3.4. Brigitta ( <i>Vaccinium corymbosum L.</i> ) çeşidinin bitkisi ve meyveleri .....	15
Şekil 3.5. Patriot ( <i>Vaccinium corymbosum L.</i> ) çeşidinin bitkisi ve meyveleri.....	16
Şekil 3.6. Bluegold ( <i>Vaccinium corymbosum L.</i> )çeşidinin bitkisi ve meyveleri.....	16
Şekil 3.7. Bluecrop( <i>Vaccinium corymbosum L.</i> )çeşidinin bitkisi ve meyveleri .....	17
Şekil 3.8. Uludağ 1 ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )çeşidinin bitkisi ve meyveleri.....	17
Şekil 3.9. Uludağ 2 ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )çeşidinin bitkisi ve meyveleri.....	18
Şekil 3.10. Ekstrakte edilebilir fenolik madde ekstraksiyonu.....	22
Şekil 4.1. Yaban mersini örnekleri için standart kuersetin kalibrasyon grafiği.....	38
Şekil 4.2. Ekstrakte edilebilir yaban mersini örnekleri için standart gallik asit kalibrasyon grafiği.....	42
Şekil 4.3. Hidrolize edilebilir yaban mersini örnekleri için standart gallik asit kalibrasyon grafiği.....	42
Şekil 4.4. Ekstrakte edilebilir yaban mersini örnekleri için ABTS metodu ile yapılan antioksidan aktivite tayininde kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği.....	45
Şekil 4.5. Hidrolize edilebilir yaban mersini örnekleri için ABTS metodu ile yapılan antioksidan aktivite tayininde kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği.....	45
Şekil 4.6. Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir yaban mersini örnekleri için CUPRAC metodu ile yapılan antioksidan aktivite tayininde kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği.....	46
Şekil 4.7. Ekstrakte ve hidrolize edilebilir yaban mersini örnekleri için DPPH metodu ile yapılan antioksidan aktivite tayininde kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği.....	46
Şekil 4.8. Toplam fenol içeriğinin biyoyararlılığına ait kalibrasyon grafiği.....	50
Şekil 4.9. ABTS içeriğinin biyoyararlılığına ait kalibrasyon grafiği.....	51
Şekil 4.10. CUPRAC içeriğinin biyoyararlılığına ait kalibrasyon grafiği.....	51
Şekil 4.11. DPPH içeriğinin biyoyararlılığına ait kalibrasyon grafiği.....	52
Şekil 4.12. Şiringik asit standardına ait kalibrasyon eğrisi.....	54
Şekil 4.13. <i>p</i> -kumarik asit standardına ait kalibrasyon eğrisi.....	54
Şekil 4.14. Ferulikasit standardına ait kalibrasyon eğrisi.....	54
Şekil 4.15. Naringin standardına ait kalibrasyon eğrisi.....	55
Şekil 4.16. Kuersetin standardına ait kalibrasyon eğrisi.....	55
Şekil 4.17. Vanilik asit standardına ait kalibrasyon eğrisi.....	56
Şekil 4.18. Standart fenolik bileşiklerinin 280 nm dalga boyundaki UPLC kromatogramları.....	56
Şekil 4.19. Standart fenolik bileşiklerinin 320 nm dalga boyunda UPLC kromatogramları.....	57
Şekil 4.20. Uludağ 1 örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı.....	59
Şekil 4.21. Uludağ 2 örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı.....	59
Şekil 4.22. Bluegold örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı.....	60
Şekil 4.23. Bluecrop örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı.....	61
Şekil 4.24. Brigitta örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı.....	62

Şekil 4.25. Blueray örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı.....	62
Şekil 4.26. Gold traube örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı.....	63
Şekil 4.27. Patriot örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı.....	64



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1. Hidroksisinamik asitler ve Hidroksibenzoik asitler .....	4
Çizelge 2.2. Yaban mersini türlerinin aroma bileşikleri .....	5
Çizelge 3.1. Tezde kullanılan yaban mersini örneklerinin özellikleri .....	13
Çizelge 3.2. UPLC çalışma koşulları .....	29
Çizelge 4.1. Yaban mersini çeşitlerine ait 1000 tane ağırlığı ve meyve çapları .....	31
Çizelge 4.2. Yaban mersini çeşitlerine ait renk değerleri .....	32
Çizelge 4.3. Yaban mersini çeşitlerinin pH ve toplam asitlik değerleri.....	34
Çizelge 4.4. Yaban mersini çeşitlerine ait suda çözünür kurumadde, toplam kurumadde, kül ve toplam şeker miktarları.....	36
Çizelge 4.5. Yaban mersini çeşitlerine ait toplam flavonoid miktarları .....	39
Çizelge 4.6. Yaban mersini çeşitlerine ait toplam antosiyanin miktarı .....	41
Çizelge 4.7. Yaban mersini örneklerine ait toplam fenolik içerikleri.....	43
Çizelge 4.8. Yaban mersini örneklerine ait antioksidan kapasite içerikleri.....	47
Çizelge 4.9. Yaban mersini örneklerine ait biyoalınabilirlik sonuçları .....	53
Çizelge 4.10. Yaban mersini çeşitlerinin fenolik bileşik içeriği .....	58

## 1. GİRİŞ

Kuzey Amerika'ya özgü olan yaban mersini (*Vaccinium* spp.) meyvesinin ülkemizde özellikle Karadeniz bölgesi başta olmak üzere Doğu Anadolu ve Marmara bölgelerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yaban mersini meyvesi *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium arctostaphylos*, *Vaccinium angustifolium*, *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium ashei*, *Vaccinium vitis-idea* ve *Vaccinium uliginosum* gibi bir çok tür ile sınıflandırılmaktadır.

Ülkemizde meyve olarak tüketilen yaban mersini, diğer ülkelerde meyve sebze sanayinde işlenerek reçel ve meyve suyu olarak tüketime sunulmaktadır. Yüksek antioksidan kapasitesi ve fenol içeriğinin yanı sıra rengi ve görüntüsüyle de diğer meyve çeşitleri arasında dikkat çeken yaban mersini meyvesi dünya genelinde yoğun talep görerek insanların günlük diyetinin bir parçası haline gelmiştir.

Besinsel içeriği ile de dikkat çeken yaban mersini meyvesi içeriğini oluşturan potansiyel majör bileşiklerin sağlık üzerine etkilerinin açığa kavuşturulması amacıyla üzerinde bir çok çalışma yapılmış ve hala çalışılmaya devam edilen bir meyvedir.

Meyve olarak tüketilen yaban mersini (*Vaccinium* spp.) meyvesinin kimyasal bileşiminin, antioksidan kapasitesinin, antioksidan bileşenlerinin biyoalınabilirliğinin ve fenolik bileşenlerinin belirlenerek, besleyici özelliğinin ortaya konulması bu tez çalışmasının konusunu oluşturmaktadır.

Türkiye'de Bursa Uludağ Süleymaniye köyünde yetiştirilen yaban mersinlerinden (*Vaccinium* spp.) Brigitta, Bluegold, Blueray, Bluecrop, Patriot, Goldtraube, Uludağ 1 ve Uludağ 2 çeşitlerinin antioksidan kapasitelerini belirlemede ABTS, DPPH ve CUPRAC metotları kullanılmış ve farklı metotların analitik performansları değerlendirmiştir. Bu tez kapsamında yaban mersini (*Vaccinium* spp.) meyvesinin sahip olduğu antioksidan bileşenlerinin biyoalınabilirliğinin ve UPLC cihazıyla fenol bileşiklerinin miktarlarının belirlenmesi üzerine çalışmalar yürütülmüştür.

## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Yaban Mersini

Yaban mersini meyvesinin botanik familyası Ericaceae (Michalska ve Łysiak 2015) yani fundagiller familyasına ve *Vaccinium* cinsine dahildir. 450 türden (Su 2012) oluşan yaban mersini meyvesi dünya genelinde Kuzey Amerika (Skupien 2006) ve Avrupa da (Zhang ve ark. 2016) yetiştirilmektedir.

Yaban mersini türleri yüksek boylu (blueberry, *Vaccinium corymbosum*) (Zorenc ve ark. 2016), güney yüksek boylu (*Vaccinium virgatum*, *V. corymbosum* ve *Vaccinium darrowii* melezleri), düşük boylu (*Vaccinium angustifolium*) (Kalt ve McDonald 1996), tavşangözü (*Vaccinium ashei*) (Du ve ark. 2011), turnayemişi (cranberry-*Vaccinium macrocarpon*), çay üzümü (caucasian whortlenberry-*Vaccinium arctostaphylos*), çoban üzümü (bilberry-*Vaccinium myrtillus*) ve kekreyemiş (lingonberry-*Vaccinium vitis-idea*) (Çelik 2013) olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

Düşük boylu yaban mersini (*Vaccinium angustifolium*) Doğu Kanada ve Kuzey Amerika'da (Kalt ve McDonald 1996), yüksek boylu yaban mersini (*Vaccinium corymbosum*) Kuzey Amerika (Moze ve ark. 2011) ve Kanada da (Kampuse ve ark. 2009), güney yüksek boylu yaban mersini (*Vaccinium virgatum*'un melezleri, *Vaccinium corymbosum* ve *Vaccinium darrowii*) ve Tavşan gözü yaban mersini (*Vaccinium virgatum*, *Vaccinium ashei*) Amerika Birleşik Devletleri'nin güneydoğu bölgelerinde yetişmektedir (Du ve ark. 2011). Ülkemizde ise yaban mersini meyvesinin 4 türü (*V. vitis-idea*, *V. uliginosum*, *V. myrtillus* ve *V. arctostaphylos*) yetişmektedir (Ayaz ve ark. 2001).

Gıda ve Tarım Örgütü, 2017 yılı verilerine göre dünya genelinde toplam 596,813 ton yaban mersini üretilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri 236,621 ton üretim ile dünyada en çok yaban mersini üreten ülkedir. Amerika Birleşik Devletleri'ni sırasıyla Kanada (160,246 ton), Peru (52,301 ton) ve Meksika (36,700 ton) takip etmektedir.

Yaban mersini ılıman iklimde pH'sı 3,5-4,0 (Krzewinska 2004) olan topraklarda çalı formunda (Michalska ve Łysiak 2015) yetişmektedir. Çalılar Nisan-Haziran aylarında çiçek açmakta ve iki ay da olgunlaşarak meyve vermekte (Widy-Tyszkiewicz 2015), çalıların çiçeklenme ve olgunlaşması, bitkinin yetiştiği bölgeye bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Medeiros ve ark. 2018). Yüksek boylu çalılar 1,8-2,5 m, düşük boylu çalılar 0,30-0,60 m ve tavşan gözü çalıları 2,0-4,0 m boyundadır (Song ve Hancock 2011).

## **2.2. Yaban Mersininin Kimyasal Bileşimi**

Yaban mersini %84 su, %9,7 karbonhidrat, %0,6 protein, %0,4 yağ ve %3-3,5 diyet lifi içermektedir (Michalska ve Łysiak 2015). Ayrıca antosiyaninler (Zhang ve ark. 2016) (siyanidin, delphinidin, malvidin, peonidin, petunidin), flavonoidler (kateşin ve epikateşin, mirisetin, kuersetin ve kamferol), fenolik asitler (hidroksibenzoik ve hidroksisünamik asit) (Kampuse ve ark. 2009) gibi fenolik bileşikler, C vitamini, kalsiyum ve demir (Krzewinska 2004) içeren önemli bir besin kaynağıdır.

Fenolikler bitkilerde doğal olarak oluşan sekonder metabolitler (Sellappan ve ark. 2002) ve biyolojik olarak aktif bileşiklerdir (Ayaz ve ark. 2005). Bitkilerin meyve, yaprak, kök ve gövdelerinde (Shahidi ve Naczka 1995) doğal olarak sentezlenerek renk, koku, tat gibi duyuşal özelliklerinde ve oksidatif stabilitelelerinde etkili olmaktadır (Göktaş 2013). Fenolik bileşikler fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar.

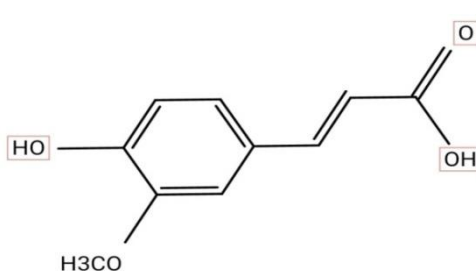
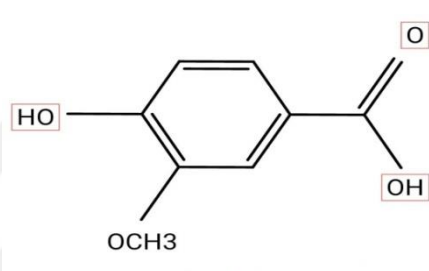
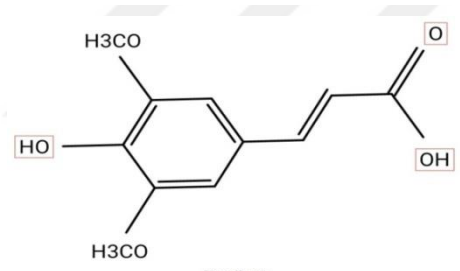
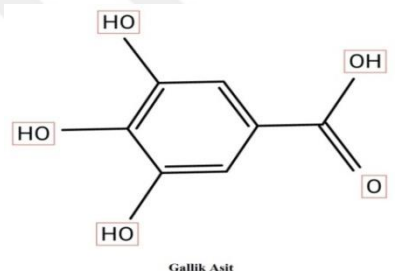
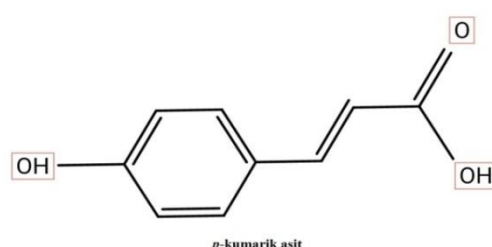
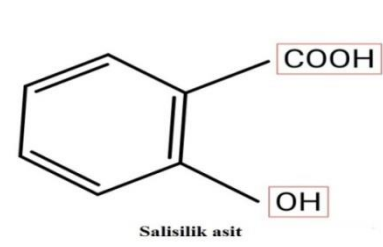
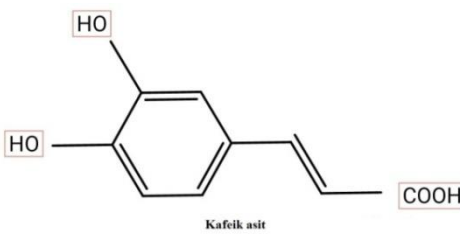
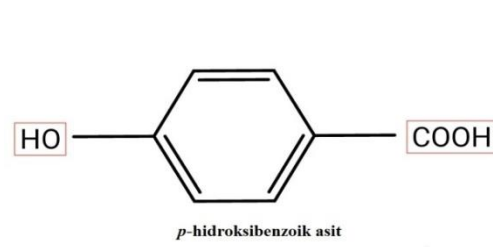
Flavonoidler bitkilerin sekonder metabolit grubunu oluşturan fenolik bileşiklerdir (Cho ve ark. 2004). Meyvelerde baskın olarak bulunan flavonoidlerin glikosile edilmiş formları antosiyanin ve flavonollerdir (Cho ve ark. 2004). Yaban mersininde 50'den fazla flavonoid izole edilmiştir (Su 2012). *Vaccinium*'daki en yaygın flavonoid kuersetin'tir (Su 2012).

Antosiyaninler, fenolik bileşiklerin büyük bir kısmını (Li ve ark. 2017) oluşturur ve flavonoidlerin en önemli alt sınıfıdır (Nile ve Park 2014). Meyve ve sebzelerde kırmızı,



mavi, mor ve siyah renkleri (Latti ve ark. 2009) sağlayan fenolik sekonder bitki metabolitleridir (Barnes ve ark. 2009). Ayrıca yaban mersinin de bulunan antosiyaninler 3-O-galaktositler, 3-O-glukozitler ve delphinidin, siyanidin, petunidin, peonidin, malvidin-3-O-arabinosid'dir (Buchert ve ark. 2005) ve toplam fenoliklerin yaklaşık % 90'ını (Moze ve ark. 2011) oluşturduğu tahmin edilmektedir.

**Çizelge 2.1.** Hidroksisinasamik asitler ve Hidroksibenzoik asitler

Hidroksisinasamik asitler	Hidroksibenzoik asitler
 <p>Ferulik asit</p>	 <p>Vanilik asit</p>
 <p>Sinapik asit</p>	 <p>Galilik Asit</p>
 <p>p-kumarik asit</p>	 <p>Salisilik asit</p>
 <p>Kafeik asit</p>	 <p>p-hidroksibenzoik asit</p>

Genel olarak fenolik asitler, bir karboksilik asit grubuna sahip fenollerdir. Hidroksibenzoik asitler, doğrudan halkaya bağlı olan karboksilik asit grubuna sahipken, hidroksisünamik asitler üç-karbonlu bir yan zincire sahiptir (Vasco 2009). Hidroksisünamik asitlerde en çok bilinenler ferulik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit ve sinapik asit iken hidroksibenzoik asitlerde en çok bilinenler salisilik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, şiringik asit, gallik asittir (Çizelge 2.1) (Kolaç ve ark. 2017).

Yaban mersininin tipik aroma bileşikleri geraniol (Du ve ark. 2011), linalool, trans-2-heksenol, trans-2-heksenal, cis-3-heksenol ve cis-3-heksenaldır (Su ve Chien 2010). Diğer aroma bileşikleri ise etil asetat, fenil etil asetat, benzaldehit, mirtenol,  $\alpha$ -terpineol, sitronellol, benzil alkol, 2-feniletanol, öjenol, izoöjenol, asetik asit, bütanoik asit, 2-metilbütanoik asit ve heksanoik asittir (Su ve Chien 2010). Yüksek boylu, düşük boylu ve tavşan gözü türlerin aroma bileşikleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.2.** Yaban mersini türlerinin aroma bileşikleri

Yüksek boylu yaban mersini*	Düşük boylu yaban mersini*	Tavşan gözü yaban mersini*
(trans) -2-heksenal	Metil Asetat	Etil asetat
(trans) -2-heksenol	Etil Asetat	<i>p</i> -cymene
Heksanal	Metil 2-Metilbütanoat	Heksanol
(cis) -3-heksenol	Metil 3-Metilbütanoat	(cis) -2-heksenol
Linalool	Etil 2-Metilbütanoat	Heptanol
Sitronellol	Etil 3-Metilbütanoat	$\beta$ -iyonon
Nerol	Metil Butanoat	Terpinen-4-Ol
R-terpineol	Asetaldehit	2-undekanon
Geraniol	(trans) -2-heksenal	R-terpineol
	Linalool	Karveol
		Nerol
		Öjenol

\* (Du ve ark. 2011)

### 2.3. Yaban Mersininin Sağlık Üzerine Etkileri

Son yıllarda yaban mersini meyveler arasında besleyiciliği ile dikkat çekmektedir. Günden güne insanlar tarafından tanınıp tüketiminin artması ile üretimi de artmaktadır. Tüketiciler tarafından tüketiminin artmasının en temel sebebi zengin fitokimyasalları içeriğinde barındırmasıdır. Günlük diyet ile alınan bu fitokimyasalların (fenolik bileşikler; flavonoid, antosiyanin) sağlık üzerine etkileri yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır.

Yaban mersini yüksek fenolik bileşik içeriği ile meyveler arasında en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterir (Brambilla ve ark. 2008). Ayrıca kardiyoprotektif, anti-inflamatuar, antikarsinojenik (Zhang ve ark. 2016) ve antimikrobiyal (Moze ve ark. 2011) özellikler dahil olmak üzere çeşitli biyolojik özellikler sergilemektedir. Bu biyolojik faktörlerden antioksidan ve antiinflamatuar etkileri antosiyaninler (Latti ve ark. 2009) gösterirken bunlara ek olarak flavonoidler antialerjik, anti-kanserojen, antibiyotik ve antikarsinojenik (Cho ve ark. 2004) etkiler göstermektedir.

Antosiyaninler kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, görme işlevlerini geliştirme ve nörodejeneratif fonksiyonlar üzerine olumlu etkiler sağlarken (Moze ve ark. 2011) flavonoidlerin de koroner kalp hastalıkları, felç (Cho ve ark. 2004) ve kanser hücrelerini inhibe ederek lösemi, meme, kolon, akciğer ve prostat kanserlerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Su 2012).

Yaban mersininde bulunan antioksidan bileşikleri koroner kalp hastalıkları riskini azaltmakta (Michalska ve Łysiak 2015) ve pankreas hücrelerini glukoz kaynaklı oksidatif strese karşı korumaktadır (Norberto ve ark. 2013). Düşük yoğunluklu kolesterol oksidasyonunu inhibe ettiği (Nile ve Park 2014) ve kolesterole bağlı gelişen ateroskleroz (damar sertliği) hastalığı riskini azalttığı tespit edilmiştir (Michalska ve Łysiak 2015).

Vücuttaki yağ birikimi, insülin direncini etkileyerek obezite ve diyabet gelişimine neden olmaktadır (Norberto ve ark. 2013). Yapılan çalışmalar yaban mersini tüketiminin kilo kayıplarını arttırarak vücuttaki yağ oranını ve insülin direncini azalttığı belirlenmiştir.

Yaban mersini meyvesinde bulunan fenolik bileşiklerin (klorojenik asit, kuersetin, ellaiik asit, kuersetin-3-galaktosid gibi) antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu ve yapılan çalışmalarla *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* (Shen ve ark. 2014) ve *Escherichia coli* O157:H7 (Lacombe ve ark. 2012) bakterilerine karşı etkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, *Colletotrichum acutatum* üzerine antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Miles ve ark. 2013).

*Helicobacter pylori* peptik ülser ve mide kanserini tetikleyen en önemli faktördür. Yapılan çalışmalar gıdalarla birlikte düzenli olarak tüketilen yaban mersininin (Shaheen ve Noreen 2016), *H. pylori*'nin etkinliğini azaltarak sebep olduğu enfeksiyonlarda gözle görülür azalmalar sağladığını ortaya koymuştur (Zhang ve ark. 2005).

Yaban mersini tüketiminin Alzheimer hastalığında etkili olduğu ve yaşlanmaya bağlı hafıza kayıplarını azalttığı belirtilmiştir (Krikorian ve ark. 2010).

Yaban mersininin sağlık üzerine etkilerinin açığa çıkarılması amacıyla hayvanlar ve insanlar ile çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmaları incelendiğinde;

İstek ve Gürbüz (2017), günlük diyetlerinde organik yaban mersinleri ile beslenen kadınlar ve erkeklerle yürüttükleri çalışmada beden kitle indeksi (BKİ), vücut yağ oranı, kanda glukoz seviyesi, insülin direnci, HDL ve LDL kolesterollerindeki değişimleri inceleyerek kontrol grupları ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, insanların BKİ değerinin yanı sıra her iki grupta da vücut yağ oranlarında düşüşler tespit etmişlerdir. Kontrol gruplarına göre kilo kaybının erkeklerde 3,5 kat, kadınlarda ise 3 kat fazla olduğunu her iki grupta da kanda bulunan glukoz miktarlarında ve insülin dirençlerinde azalma olduğu ve HDL, LDL kolesterollerinin düştüğü ifade edilmiştir.

Seymour ve ark. (2011) çalışmalarında yaban mersini tozu ile besledikleri obez farelerin vücut ağırlıklarının, karaciğer ağırlıklarının ve toplam yağ miktarlarının önemli ölçüde azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca kandaki glukoz seviyesini düşürerek insülin direncinde de önemli düşüşler elde edildiğini bununla birlikte toplam serum kolesterolünde ve düşük yoğunluklu kolesterolde (LDL) önemli bir azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Voung ve ark. (2009), farelerin günlük diyetlerine yaban mersini suyu ilave ederek yaptıkları çalışma sonucunda, farelerde kan glukoz seviyelerinin azaldığını belirlemişlerdir.

Prior ve ark. (2008) yürüttükleri çalışmada obez farelerin günlük diyetlerine ilave ettikleri yaban mersini tozunun, farelerin glikoz seviyelerini etkilemediğini belirtmişlerdir. Ayrıca Prior ve ark. (2010), takviye yaban mersini suyu ile beslenen farelerin kilo alımlarının önlendiğini belirlemişlerdir.

#### **2.4. Antioksidan Bileşikler**

Antioksidan bileşikler, serbest radikalleri temizleyerek oksidatif strese karşı direnç sağlamaktır (Pavithra ve Vadivukkarasi 2015). Serbest radikaller, oksidasyon reaksiyonları ile hücre organellerinin yapısal olarak zarar görmesine neden olmaktadır (Kandi ve Charles 2019). Bu radikaller kanser (Baba ve Malik 2015), romatoid artrit, ülseratif kolit (Pavithra ve Vadivukkarasi 2015), kardiyovasküler hastalıklar (Singh ve Jialal 2006), sinir sistemi bozuklukları (Sas ve ark. 2007), alkol kaynaklı karaciğer hastalığı (Arteel 2003), ateroskleroz (Upston ve ark. 2003), Alzheimer ve Parkinson (Cárdenas ve ark. 2014) gibi oksidatif strese bağlı hastalıklardan sorumludur.

Vücudumuz, serbest radikallerin zararlı etkilerine karşı koruyan antioksidan savunma sistemine sahiptir (Alam ve ark. 2013). Bununla birlikte; savunma sisteminin, diyet antioksidanları ile desteklenmesi mümkündür. Sebze ve meyvelerde bulunan antioksidan bileşiklerin çoğunluğunu fenolik bileşikler oluşturmaktadır (Goujot ve ark. 2019).

## 2.5. Antioksidan Kapasite Testleri

Besinsel kaynaklardan alınan antioksidanların, oksidatif strese bağlı oluşan hastalıkların önlenmesinde önemli bir rolü bulunmakta bu nedenle de antioksidan kaynakları büyük bir ilgi görmektedir. Besinlerde bulunan antioksidan aktivitenin belirlenmesi amacıyla bir çok metot geliştirilmiş olup bu metotlar reaksiyon mekanizmasına göre iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar, hidrojen atomu transferi (HAT) ve elektron transferini (ET) temel almaktadır (Özyürek ve ark. 2011).

HAT mekanizmasına dayanan taylorlarda prensip, azo bileşiklerinin bozunması sonucunda oluşan peroksil radikallerinin (ROO•) (Okan ve ark. 2013) antioksidanlar ve ortamdaki substrat rekabeti sonucunda inhibe edilmesidir (Büyüktuncel 2013). HAT reaksiyonları pH ve çözücü etkisinde çok kısa sürede gerçekleşmekte ve 3 gruba ayrılmaktadır (Apak ve ark. 2007).

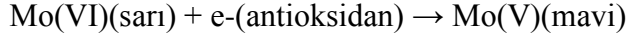
- Oksijen radikal absorpsiyon kapasitesi (ORAC) yöntemi
- Toplam radikal yakalama antioksidan parametre (TRAP) yöntemi
- Karotenoid (Krosin) ağartma yöntemi

ET mekanizmasına dayanan taylorlar ise reaksiyon karışımı bileşeni olan antioksidan ve oksidan arasında gerçekleşen indirgenme yeteneğine dayanmakta (Büyüktuncel 2013), antioksidanın oksidantı indirgemesi ile renk değişiminin ölçümü yapılmaktadır (Albayrak ve ark. 2010). ET reaksiyonları pH ve çözücü etkisinde daha yavaş gerçekleşmektedir (Apak ve ark. 2007).

- Folin-Ciocalteu (FC) yöntemi
- Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) yöntemi
- Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite (FRAP) yöntemi
- 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil radikal süpürme kapasitesi (DPPH) yöntemi
- Cu(II)'nin oksidant olarak kullanıldığı toplam antioksidanpotansiyel (CUPRAC) yöntemi olarak sınıflandırılmaktadır.

### 2.5.1. Toplam fenol (Folin-Ciocalteu (FC)) yöntemi

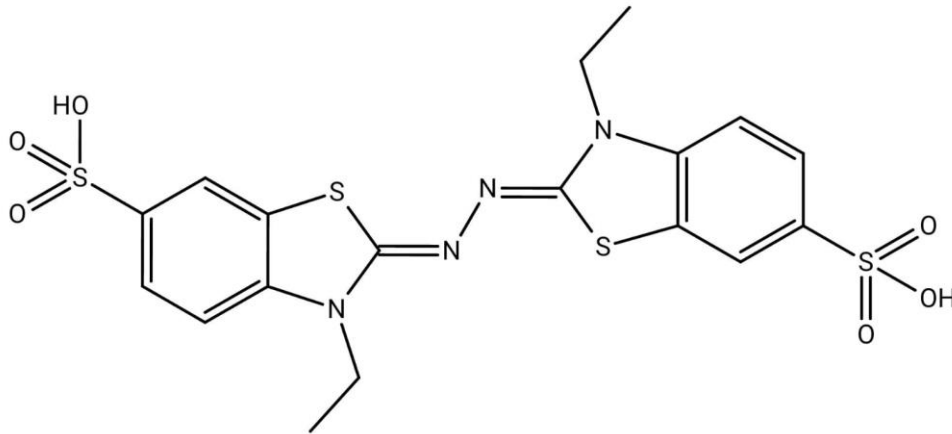
Singleton ve arkadaşları tarafından geliştirilen Folin-Ciocalteu yönteminin (FC) prensibi fenol bileşikleriyle birlikte indirgeyici bileşiklerden molibdenyum'a elektron transferine dayanmaktadır (Lussignoli ve ark. 1999, Okan ve ark. 2013).



Molibdofosfotungstik heteropoliasit olan FC reaktifi (Büyüktünel 2013) örneğin indirgeme kapasitesini ölçmektedir (Prior ve ark. 2005). Oluşan mavi renkli kompleks 765 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülmekte (Büyüktünel 2013), gallik asit standart bileşik olarak kullanılmaktadır (Okan ve ark. 2013).

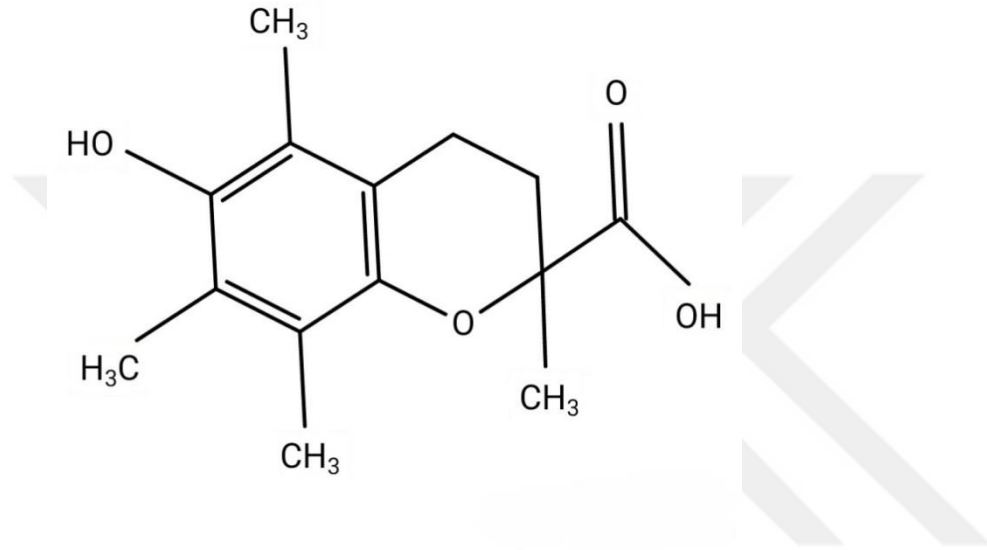
### 2.5.2. ABTS yöntemi

ABTS (2,2'-azinobis (3-etil-bezotiyazolin 6 sülfonik asit)'in (Şekil 2.1.) potasyum persülfat oksidasyonu ile ABTS•+ radikal kationunu oluşturarak spektrofotometrik olarak antioksidan aktivitenin ölçülmesinde kullanılır (Okan ve ark. 2013).



Şekil 2.1. ABTS molekülünün kimyasal yapısı

ABTS yöntemi hem hidrofilik hem de lipofilik antioksidanlar için uygulanabilmektedir (Alam ve ark. 2013). ABTS radikalinin maksimum absorpsiyonu 415, 645, 734 ve 815 nm de göstermektedir (Prior ve Cao 1999, Büyüktuncel 2013). Serbest radikallerin antioksidanlar tarafından süpürülmesi absorbansın azalması ile belirlenmektedir. Antioksidan aktivite, E vitaminin suda çözünür analogu olan Troloks (Şekil 2.2.) eşdeğeri olarak ifade edilmektedir.



Şekil 2.2. Troloks molekülünün kimyasal yapısı

### 2.5.3. DPPH yöntemi

DPPH yöntemi 1995 yılında Brand-Williams ve ark. tarafından geliştirilip 1998 yılında Sanchez ve ark. tarafından değiştirilerek kullanılmaya başlanmıştır (Ali ve ark. 2008). DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) suda, metanolde veya etanolde parçalanmayan (Aksoy ve ark. 2013) stabil organik nitrojen radikalidir (Huang ve ark. 2005).

Bu yöntem antioksidanların serbest radikalleri yok etme (Goujot ve ark. 2019) yeteneğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Metanolde çözdürülerek hazırlanan DPPH radikali, antioksidan bileşik varlığında difenilhidrazin (DPPH-H) (Aksoy ve ark. 2013) molekülüne dönüşür. Ortamda bulunan DPPH radikalinin azalması ile koyu



menekşe renkteki değişim 515 nm de spektrofotometrik olarak ölçülür. DPPH radikali pH, sıcaklık, ışık ve oksijen gibi bir çok çevresel faktöre karşı duyarlıdır (Goujot ve ark. 2019).

#### **2.5.4. CUPRAC yöntemi**

CUPRAC yöntemi, Apak ve ark. (2008) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde, kromojenik oksitleyici ayıracı (Alam ve ark. 2013) olan neokuproin (2,9-dimetil-1, 10-fenantrolin), Cu (II) ile bakır-(II)-neokuproin (Cu(II)-Nc) kompleksini oluşturur (Okan ve ark. 2013). Bu kompleksin 450 nm'de maksimum absorpsiyonu göstererek çok renkli bakır-(I)-neokuproin (Cu(I)-Nc) (Alam ve ark. 2013) kelatına indirgenme yeteneğinden yararlanılarak antioksidan kapasite hesaplanmaktadır (Apak ve ark. 2005).



CUPRAC metodu hem hidrofilik ve hem de lipofilik antioksidanlara uygulanabilmektedir (Özyürek ve ark. 2011). Bakır-(I)-neokuproin (Cu(I)-Nc) kelatını veren redoks reaksiyonu oksijen, ışık, nem ve pH gibi parametrelerden etkilenmemektedir (Apak ve ark. 2005). CUPRAC reaktifi, ABTS ve DPPH yöntemlerinde kullanılan reaktiflerden daha kararlıdır (Büyüktuncel 2013).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu araştırmada kullanılan yaban mersini (*Vaccinium* spp.) türleri, Bursa-Süleymaniye köyünde yetiştiricilik yapan **MAVIDAL Tarım Ürünleri Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.**'den temin edilmiştir. Optimum olgunlukta hasat edilen yaban mersini (*Vaccinium* spp.) çeşitlerinin analizleri gerçekleştirilinceye kadar -24°C'de muhafaza edilmiştir.

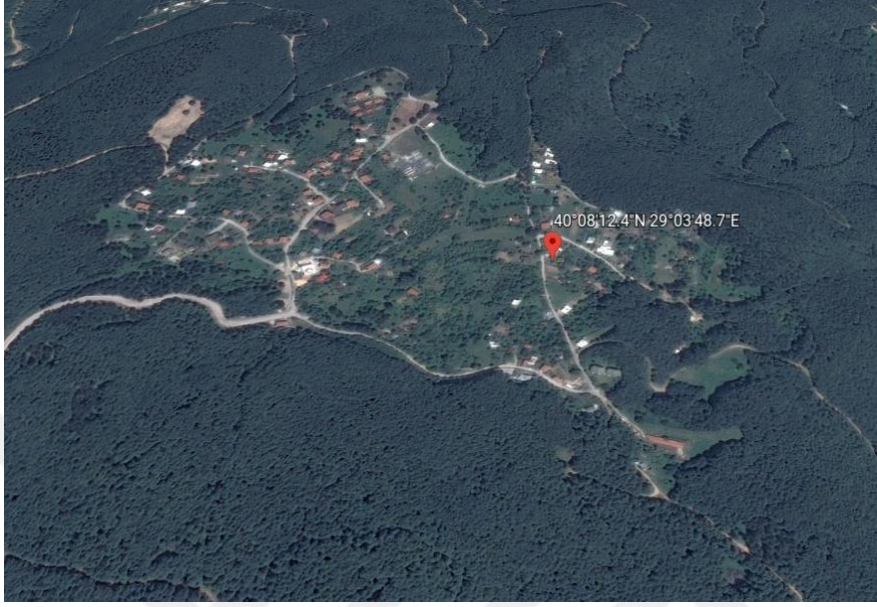
Yaban mersini (*Vaccinium* spp.) örneklerinin bir kısmı fiziksel (1000 tane ağırlığı, meyve boyutu, renk analizi), fizikokimyasal (toplam antosiyanin tayini, toplam flavonoid tayini, toplam fenolik bileşen tayini, antioksidan kapasite analizi) ve kimyasal (toplam kurumadde tayini, kül tayini, pH, briks, toplam asitlik tayini, Luff-Schoorl şeker tayini) analizlerde kullanılırken, bir kısmı da fenolik madde kompozisyonunun UPLC ile belirlenmesinde kullanılmıştır.

Tezde kullanılan yaban mersini meyve örneklerinin çeşidi ve yüksekliği izelge 3.1'de verilmiştir. Analiz edilen meyveler Goldtraube, Blueray, Patriot, Bluecrop, Brigitta, Bluegold, Uludağ 1 ve Uludağ 2 çeşitlerine ait olup, bitki ve meyve örneklerine ait görseller sırasıyla izelge 3.2'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Tezde kullanılan yaban mersini örneklerinin özellikleri

eşit	Latince adı	Yükseklik
Goldtraube	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	1100 m
Blueray	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	1100 m
Brigitta	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	1100 m
Patriot	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	1100 m
Bluegold	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	1100 m
Bluecrop	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	1100 m
Uludağ 1	<i>Vaccinium myrtilus</i>	1100 m
Uludağ 2	<i>Vaccinium myrtilus</i>	1100 m

Örneklerin temin edildiği Bursa Uludağ Süleymaniye köyüne ait navigasyon verileri Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



**Şekil 3.1.** Yaban mersini örneklerinin hasat edildiği bölge ve navigasyon bilgileri

Gold Traube (*Vaccinium corymbosum L.*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri Şekil 3.2'de verilmiştir.



**Şekil 3.2.** Gold Traube (*Vaccinium corymbosum L.*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri

Blueray (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşidinin bitkisi ve meyveleri Şekil 3.3'de verilmiştir.



**Şekil 3.3.** Blueray (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşidinin bitkisi ve meyveleri

Brigitta (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşidinin bitkisi ve meyveleri Şekil 3.4'de verilmiştir.



**Şekil 3.4.** Brigitta (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşidinin bitkisi ve meyveleri

Patriot (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşidinin bitkisi ve meyveleri Şekil 3.5'de verilmiştir.





**Şekil 3.5.** Patriot (*Vaccinium corymbosum L.*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri

Bluegold (*Vaccinium corymbosum L.*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri Şekil 3.6'da verilmiştir.



**Şekil 3.6.** Bluegold (*Vaccinium corymbosum L.*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri

Bluecrop (*Vaccinium corymbosum L.*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri Şekil 3.7'de verilmiştir.



**Şekil 3.7.** Bluecrop (*Vaccinium corymbosum L.*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri

Uludağ 1 (*Vaccinium myrtilus*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri Şekil 3.8'de verilmiştir.



**Şekil 3.8.** Uludağ 1 (*Vaccinium myrtilus*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri

Uludağ 2 (*Vaccinium myrtilus*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri Şekil 3.9'da verilmiştir.



**Şekil 3.9.** Uludağ 2 (*Vaccinium myrtillus*) çeşidinin bitkisi ve meyveleri

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. 1000 tane ağırlığı**

Yaban mersini örneklerinden 10 tanenin ağırlığı tartılıp, 1000 tane ağırlığı doğru orantılı olarak tespit edilmiştir.

### **3.2.2. Meyve boyutu**

Yaban mersini örneklerinin çapları kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Sonuçlar mm olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.3. Renk analizi**

Yaban mersini örnekleri 3 paralel olarak Minolta CM 3600d model Renk Ölçüm Cihazı kullanılarak “L” [(0) siyah-(100) beyaz], “a” [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve “b” değerleri [(+) sarı, (-) mavi] ölçülmüştür.

#### **3.2.4. Toplam kurumadde**

Toplam kuru madde tayini, AOAC Metot No: 984.25'e göre yapılmıştır (AOAC 1990).

#### **3.2.5. Suda çözünen kurumadde tayini**

Suda çözünen kurumadde tayini, AOAC Metot No: 970.59'a göre yapılmıştır (AOAC 1990).

#### **3.2.6. Kül tayini**

Kül tayini, AOAC Metot No: 940.26'ya göre yapılmıştır (AOAC 1990).

#### **3.2.7. pH tayini**

pH tayini, AOAC Metot No: 981.12'ye göre yapılmıştır (AOAC 1990).

#### **3.2.8. Titre edilebilir asitlik tayini**

Titre edilebilir asitlik tayini, AOAC Metot No: 942.15'ya göre yapılmıştır (AOAC 1990), sonuçlar tartarik asit cinsinden g/100 g olarak ifade edilmiştir.

#### **3.2.9. Luff-Schoorl şeker tayini**

Luff-Schoorl Şeker Tayini, Cemeroğlu (2010)'na göre yapılmıştır. Sonuçlar g/100g olarak ifade edilmiştir.

#### **3.2.10. Toplam flavonoid tayini**

Toplam flavonoid tayini, Li ve ark. (2017) tarafından belirlenen kolorimetrik metoda göre belirlenmiştir. 510 nm'de spektrofotometrik olarak okunarak örnekler için



kuersetin standart olarak kullanılmış ve sonuçlar 100 gram meyve ağırlığında mg kuersetin eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir.

### **Örnek Hazırlama**

Homojen haline getirilen 0,5 g meyve örneklerinin üzerine 50 mL %80'lik metanol çözeltisi ilave edilerek ultrasonik su banyosunda 20 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda 14000 rpm hızda 5 dakika santrifüjlenerek analizde kullanılacak ekstrakte elde edilmiştir.

### **Ölçüm ve Hesaplama**

Spektrofotometrede ölçme işleminden önce seyreltme faktörü belirlenmiştir. Örnekler, belirlenen seyreltme faktörüne uygun olarak %5'lik NaNO<sub>2</sub>, %10'luk AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O ve 1 mol/L NaOH çözeltileri kullanılarak 510 nm dalga boyunda ölçümler yapılmıştır.

Ekstraktların üzerine 0,3 mL %5'lik NaNO<sub>2</sub> çözeltisi eklenerek 6 dk. beklenilmiştir. Üzerine 0,3 mL %10'luk AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O çözeltisi eklenerek karıştırılmış ve 6 dk. beklenilmiştir. 2 mL 1 mol/L NaOH çözeltisi eklenerek 15 dk. bekletilir. Süre sonunda oluşan sarı-pembemsi renk 510 nm dalga boyunda spektrofotometre ile ölçüm yapılır. Standart çözeltisi içinde aynı işlem basamakları kullanılarak elde edilen veriler ile kalibrasyon grafiği çizilir. Kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak örneklerdeki flavonoid miktarı mg kuersetin/g örnek cinsinden hesaplanmıştır.

#### **3.2.11. Toplam antosiyanin miktarının belirlenmesi**

Yaban mersini (*Vaccinium* spp.) örneklerindeki toplam antosiyanin miktarı pH-differansiyel metoduyla tayin edilmiştir (Sellappan ve ark. 2002; Wrolstad ve ark. 2005). Metodun ilkesi monomerik antosiyaninlerin pH 1.0'da renkli oksonium formunun, pH 4.5'te ise, renksiz hemiketal formunun egemen olmasına dayanmaktadır. Buna göre ortam pH 1.0 ve pH 4.5 olduğu zaman ölçülen absorbans değerlerinin farkı, doğrudan antosiyanin konsantrasyonu ile orantılıdır (Ekstraktlardaki antosiyanin

konsantrasyonu siyanidin-3-glukozid eşdeğeri olarak hesaplanmış ve taze ağırlıkta antosiyanin konsantrasyonu mg/ kg olarak ifade edilmiştir.).

### **Örnek Hazırlama**

Antosiyaninlerin, yaban mersini (*Vaccinium spp.*) örneklerinden ekstrakte edilmesi için %95'lik etil alkol ile 1.5 N HCl çözeltisinin 85:15 oranında karıştırılmasıyla elde edilen çözelti kullanılmıştır.

Toplam antosiyanin tayini için 100 g yaban mersini (*Vaccinium spp.*) blendır haznesine tartılmış, tartılan örneğin üzerine 100 mL ekstraksiyon çözeltisi ilave edilerek blendır maksimum hızda birkaç dakika çalıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Örnek bir behere aktarılıp ağzı parafilm ile kapatıldıktan sonra +4°C'de (buzdolabında) bir gece bekletilmiştir. Süre sonunda beher içeriği, Buchner hunisi yardımıyla Whatman No 1 filtre kâğıdından filtre edilmiş ve elde edilen ekstrakt 500 mL'lik ölçü balonuna aktarılarak hacme tamamlanmıştır. Ekstrakt 0.45 µm gözenek çapındaki polivinilklorür filtreden geçirilerek toplam antosiyanin analizine hazır hale getirilmiştir.

### **Ölçüm ve Hesaplama**

Spektrofotometrede ölçme işleminden önce seyreltme faktörü belirlenmiştir. Örnekler, belirlenen seyreltme faktörüne uygun olarak potasyum klorür tampon ile (pH 1.0) ve sodyum asetat tampon ile (pH 4.5) aynı oranda seyreltildikten sonra spektrofotometrede (UV Mecasys Optizen 3220) 510 ve 700 nm dalga boylarında ölçüm yapılmıştır. Seyreltilen örneğin absorbanı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$A = (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}4.5} \quad (3.1)$$

$$\text{Toplam antosiyanin miktarı (mg/kg)} = A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 100 (\epsilon \times 1) \quad (3.2)$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

A : (Amaxabs – A700) pH1.0

MW : Baz alınacak antosiyaninin molekül ağırlığı (Siyanidin -3-glikozit için = 449.2)

SF : Seyreltme faktörü

$\epsilon$  : Molar absorbans katsayısı (Siyanidin -3-glikozit için = 26.900)

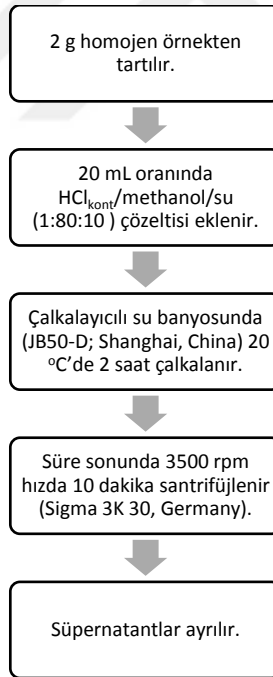
W : Örnek miktarı

V : Hacim, mL

### 3.2.12. Toplam fenol içeriğinin belirlenmesi

#### Ekstrakte Edilebilir Fenolik Madde Ekstraksiyonu

Yaban mersini (*Vaccinium* spp.) örneklerinin ekstrakte edilebilir fenolik madde ekstraksiyonu, Vitali ve ark. (2009)'nın yöntemi uygulanarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10.). Analizler gerçekleştirilinceye kadar ekstraktlar  $-24^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.10. Ekstrakte edilebilir fenolik madde ekstraksiyonu

## Hidrolize Edilebilir Fenolik Madde Ekstraksiyonu

Yaban mersini (*Vaccinium* spp.) örneklerinin hidrolize edilebilir fenolik madde ekstraksiyonu için Vitali ve ark. (2009)'nın geliştirdiği yöntem kullanılmıştır. Serbest fenolik madde ekstraksiyonunda, santrifüj işleminden sonra kalan tortu (residu) ağzı teflon kapaklı pyrex tüplere konulmuş ve üzerine 20 mL 10:1 oranında metanol/H<sub>2</sub>SO<sub>4cot</sub> çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım çalkalayıcı su banyosunda, 85°C'de 20 saat çalkalanmış ve süre sonunda karışıma 3500 rpm hızda 10 dakika santrifüjlenmiştir (Sigma 3K 30, Germany). İşlem sonrası elde edilen berrak kısımlar (süpernatantlar) analizler gerçekleştirilinceye kadar -24°C'de muhafaza edilmiştir.

## Analiz Yöntemi

Yaban mersini (*Vaccinium* spp.) örneklerinin toplam fenolik madde miktarı, Apak ve ark. (2008)'nin geliştirdiği yöntem uygulanarak belirlenmiştir. Yöntemde Folin Ciocalteu çözeltisi kullanılarak, 750 nm dalga boyunda spektrofotometrik analiz yapılmıştır.

Analizde Lowry A çözeltisi ve Lowry B çözeltisi hazırlanmıştır. Lowry A ve Lowry B çözeltileri 50:1 (v/v) oranında karıştırılarak Lowry C çözeltisi elde edilmiştir.

Lowry A çözeltisi; 0,1 mol/L NaOH içinde %2'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> olacak şekilde hazırlanmıştır.

Lowry B çözeltisi; %1'lik NaKC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> içinde %0,5 CuSO<sub>4</sub> olacak şekilde hazırlanmıştır.

Deney tüpüne 100 µL yaban mersini (*Vaccinium* spp.) ekstraktlarından koyulmuş ve üzerine 2 mL ye tamamlayacak şekilde saf su ve 2,5 mL Lowry C çözeltisi ilave edilerek karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi ardından 10 dk. beklenmiş ve süre sonunda 1:3 oranında su ile seyreltilmiş Folin Ciocalteu reaktifinden 0,25 mL ilave edilmiştir. Karıştırma işlemi sonrasında karışım karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dk.

bekletilmiştir. 30 dk. sonunda oluşan mavi renk için örneklerin ve standartların absorbans değerleri spektrofotometrede (Optizen 322OUV, OptizenLabs LLC, Warsaw, Polonya) 750 nm dalga boyunda okunmuştur. Folin-Ciocalteu yöntemi uygulanan toplam fenolik madde tayini üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Toplam fenolik madde tayininde standart madde olarak gallik asit kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiği için 5-50 mg/L konsantrasyon aralığında gallik asit çözeltileri hazırlanmıştır.

Yaban mersini (*Vaccinium* spp.) ekstraktlarının spektrofotometrik okumalarının yapılması sırasında gerçekleştirilen işlem basamakları gallik asit standartına uygulanmış ve en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Ekstraktlar için toplam fenol miktarları hesaplanan kalibrasyon denklemi kullanılarak mg gallik asit/100 g örnek olarak ifade edilmiştir. Analiz her ekstrakt için en az üç kez tekrarlanmıştır.

### **3.2.13. Antiosidan kapasitenin belirlenmesi**

Yaban mersini (*Vaccinium* spp.) örneklerinin fenolik bileşenlerinin antioksidan kapasitesi ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diamonyum tuzu), DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ve CUPRAC (cupric reducing antioxidant capacity) metotları olmak üzere üç farklı metot ile belirlenmiştir. Analizlerde Apak ve ark. (2008) ve Boskou ve ark. (2006) tarafından geliştirilen analitik yöntemler kullanılmıştır. Analizler üç paralelli yapılmış olup sonuçlar g ağırlık başına  $\mu\text{mol}$  Troloks eşdeğeri (TE) olarak hesaplanmıştır.

### **ABTS Yöntemi ile Antiosidan Kapasitenin Belirlenmesi**

ABTS yönteminin ilkesi, ABTS ve potasyum persülfat arasında gerçekleştirilen reaksiyon sonucu oluşan mavi/yeşil renkli  $\text{ABTS}^{+\cdot}$  radikal katyonu tarafından tutulan antioksidatif maddelerin miktarının sentetik bir antioksidan olan Troloks'un standart miktarıyla kıyaslanarak bağıl ölçümünün sağlanmasına dayanmaktadır (Cemeroğlu 2010).

Analizde kullanılan ABTS çözeltisi, 7 mM ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) ile 2,45 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>' ın karıştırılarak karanlıkta 12-16 saat bekletilmesiyle elde edilmiştir. ABTS çözeltisinin analize hazır hale gelebilmesi için, çözelti %96'lık etanolle 1:10 oranında seyreltilmiştir.

ABTS çözeltisi için; 38,4 mg ABTS ve 6,6 mg K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> tartılmış olup 10 mL balon jode hacme tamamlanmıştır.

Analizde 4 mL etanol ve 1 mL ABTS karıştırılarak 6. dk. sonunda 734 nm dalga boyunda kör örnek için absorbans değeri okunmuştur (A<sub>kör</sub>). Ardından her bir yaban mersini türü için x mL ekstrakt alınmış üzerine (4-x) mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi ilave edilerek karıştırılmış ve 6 dk. sonunda 734 nm de absorbans değeri okunmuştur (A<sub>örnek</sub>).

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{kör} - A_{örnek}}{A_{kör}} \times 100 \quad (3.3)$$

Ölçümler sonucunda hem ekstraktlar hem de fenolik bileşikler için % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır. ABTS yöntemi ile antioksidan kapasitenin belirlenmesinde standart olarak Trolox kullanılır. Kalibrasyon grafiği, 0,00625-0,05000 mg aralığında troloks çözeltileri ile çizilmiştir ve bu grafikten yararlanılarak ekstraktların antioksidan aktivite tayinleri µmol troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.

### **DPPH Yöntemi ile Antiosidan Kapasitenin Belirlenmesi**

Bu yöntem, antioksidan bileşiklerin mor renkli stabil bir bileşik olan DPPH radikalini indirgeme yetenekleri ile ilişkilidir. Mor renkli DPPH radikali, 515-517 nm dalga boyunda kuvvetli bir absorpsiyon göstermekte ve bu durum spektrofotometrede kolaylıkla belirlenebilmektedir (Prior ve ark. 2005, Sanchez-Moreno 2002). Yöntem temel olarak, metanol ya da etanolde hazırlanan DPPH radikal çözeltisi üzerine test bileşiğinin eklenmesi sonucu radikal çözeltisinin mor renginde meydana gelen azalmanın spektrofotometrede 515-517 nm dalga boyunda ölçülmesine dayanmaktadır (Cemeroğlu 2010).

DPPH çözeltisi; 0,0394 g DPPH, 100 mL'lik bir ölçü balonunda metanol ile hacme tamamlanmıştır. 1 mM konsantrasyona sahip bu çözeltiden 6 mL alınıp 100 mL'ye tamamlanarak  $6 \times 10^{-5}$  M konsantrasyonunda DPPH çözeltisi hazırlanmıştır.

0,1 mL metanol (kontrol) ve yaban mersini (*Vaccinium spp.*) örnekleri üzerine 3,9 mL DPPH ( $6 \times 10^{-5}$  M) çözeltisi eklenmiştir. Tüpler 30 dakika süreyle karanlık bir ortamda, oda sıcaklığında bekletilmiştir. Tüp içeriklerinin absorpsiyon değerleri spektrofotometrede (OPTIZEN 3220UV, OptizenLabs LLC, Warsaw, Polonya) 515 nm dalga boyunda okunmuştur ve % inhibisyon değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ inhibisyon} = [1 - (A_p/A_{DPPH})] \times 100 \quad (3.4)$$

$A_p$ : 515 nm dalga boyunda örneğin absorpsiyonu

$A_{DPPH}$ : 515 nm dalga boyunda kontrolün absorpsiyonu

### **CUPRAC Yöntemi ile Antiosidan Kapasitenin Belirlenmesi**

Yaban mersini (*Vaccinium spp.*) örneklerinin antioksidan kapasitesinin CUPRAC yöntemi ile belirlenmesinde Apak ve ark. (2008) geliştirdiği yöntem izlenmiştir. Analizde  $\text{CuCl}_2$ , neokuproin, amonyum asetat çözeltileri aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır:

Cu(II) klorür çözeltisi: 0,4262 g  $\text{CuCl}_2$  tartılarak 100 mL ölçü balonuna alınmış ve saf su ile çizgisine tamamlanarak hazırlanmıştır.

Neokuproin çözeltisi: 0,0390 g neokuproin 25 mL ölçü balona tartılmış ve % 96'lık etil alkolle çizgisine tamamlanarak hazırlanmıştır.

Amonyum asetat çözeltisi: 7,708 g amonyum asetat 100 mL ölçü balonuna alınmış ve saf su ile çizgisine tamamlanarak hazırlanmıştır.

CUPRAC yönteminde standart olarak trolox çözeltisinden yararlanılmaktadır. Çözelti hazırlanırken 0,0256 g trolox tartılmış ve 100 mL metanolde çözdürülmüştür. Hazırlanan bu çözeltiden 10, 25, 50, 100, 150 ve 300 µL konsantrasyonlarında alınmış ve saf su ile toplam hacim 1 mL olacak şekilde tamamlanmıştır.

Hazırlanan saf su, trolox çözeltisi karışımına toplam hacim 4 mL olacak şekilde 1'er mL CuCl<sub>2</sub>, neokuproin ve amonyum asetat çözeltilerinden ilave edilmiştir. Karıştırıldıktan sonra 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve antioksidan bulunmayan örneğe karşı 450 nm dalga boyunda absorban değerleri okunmuştur.

Kalibrasyon grafiği için 0,0073-0,0430 mg aralığında troloks çözeltileri hazırlanmış ve en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplamıştır. Ekstraktlar için antioksidan aktivite değeri, hesaplanan kalibrasyon denklemi kullanılarak µmol troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.14. Antioksidan Bileşenlerin Biyoalınabilirliğinin Belirlenmesi**

Antioksidan bileşenlerin biyoalınabilirliğinin belirlenebilmesi için yapay koşullarda mide ve bağırsak ortamı yaratılmıştır. Analizde Vitali ve ark.'nın (2009) geliştirdiği yöntem kullanılmıştır.

##### **Mide Ortamı**

2 g homojenize edilmiş örnek üzerine 10 mL saf su ve 0,5 mL pepsin çözeltisi eklenmiştir. Karışımın pH'sı 5 mol/L HCl çözeltisi kullanılarak pH 2'ye ayarlanmış ve karışım 37 °C'de 1 saat çalkalamalı su banyosunda bekletilmiştir.

Pepsin çözeltisi; 2 g pepsin tartılarak 100 mL ölçü balonuna konulmuş, 0,1 mol/L HCl asit çözeltisi ile çizgisine tamamlanarak hazırlanmıştır.



## **Bağırsak Ortamı**

37°C’de 1 saat çalkalamalı su banyosunda bekletilen örnek, saf su ve pepsin karışımı üzerine 1 M NaHCO<sub>3</sub> eklenerek pH 7.2’ye ayarlanmıştır. Üzerine 2,5 mL bile/pankreatin solüsyonu ve 2,5 mL NaCl/KCl eklenerek 37 °C’de 2.5 saat bekletilmiştir. Örnekler 3500 g’de 10 dakika santrifüjlenmiş ve üzerine x mL trikloroasetik asit (%20 w/w) eklenmiştir.

Bile/pankreatin solüsyonu; 0,5 g pankreatin ve 3 g bile tuzunun tartılıp, 250 mL’lik ölçü balonunda çizgisine 0,1 M NaHCO<sub>3</sub> çözeltisiyle tamamlanmasıyla hazırlanmıştır.

NaCl/KCl; 100 mL için 0,7 g NaCl ve 0,04 g KCl tartılmış ve ayrı ayrı çizgilerine saf su ile tamamlanarak hazırlanmıştır.

Elde edilen ekstraktlar üzerine ABTS, DPPH ve CUPRAC yöntemleri uygulanarak toplam antioksidan kapasiteleri hesaplanmıştır.

### **3.2.15. Fenolik bileşiklerinin UPLC ile belirlenmesi**

#### **Ekstraksiyon Yöntemi**

Araştırmada kullanılan yaban mersini meyvesinin ekstraksiyonunda Ehlenfeldt ve Prior (2001) ile Prior ve ark.’nın (2001) metodu modifiye edilerek uygulanmıştır.

Yaban mersini örnekleri havanda ezilerek homojen hale getirilerek 5’er g örnek tartılmıştır. Örnekler üzerine 15 mL %4 formik asit içeren metanol çözeltisi ilave edilmiştir. Örnekler 25°C sıcaklığa ayarlanmış çalkalamalı su banyosunda 15 saat süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda 15 dakika ultrasonik su banyosunda bekletilen örnekler 2000 rpm devirde 40°C’de 10 dakika santrifüjlenmiştir (Sigma 3K30, UK). Elde edilen berrak kısımlar (süpernatantlar) 6000 rpm devirde 40°C’de 20 dakika süreyle ikinci kez santrifüjlenmiştir. Son olarak berrak kısımlar (süpernatantlar) membran filtreden (Sigma Z290793, pore size 0,45 µm, diam. 47 mm) geçirilerek yaban mersini

fenolik bileşenlerinin UPLC ile belirlenmesinde kullanılmak üzere ayrı ayrı örnek tüplerine konulmuştur. Ekstraktlar -80°C sıcaklıkta derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

### **Analiz Yöntemi**

Analiz öncesinde ekstraktlar tekrar 0,45 µm'lik membran filtreden (Thermo Scientific™ Target2™ Nylon Syringe Filters, 0,45 µm, 30 mm (P/N F2500-1) geçirilmiştir. Fenolik kompozisyonun UPLC ile belirlenmesinde Sellappan ve ark. (2002), You ve ark. (2011), Määttä-Riihinen ve ark. (2004), Willeman ve ark. (2014)'nın metotları modifiye edilerek kullanılmıştır.

Yaban mersinin çeşitlerinde fenolik bileşikler Thermo Scientific Dionex Ultimate 3000 UPLC ile analiz edildi. Fenolik bileşiklerinde Agilent Exclipse (C18 2.1x150mm) kolon kullanılmıştır. 5 µL'lik enjeksiyon hacmi ve 0,6 mL/dk akış hızı ile çalışılmıştır. Analizde; Mobil Faz A metanol:su:formik asit (3,5:96,4:0,1 v/v/v) ve Mobil Faz B asetonitril:formik asit (98:2 v/v) gradient çözeltileri kullanılmıştır. UPLC için çalışma koşulları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

### **Çizelge 3.2. UPLC çalışma koşulları**

<b>Süre</b>	<b>Akış Hızı (mL/dk)</b>	<b>%A</b>	<b>%B</b>
1.0	0.6	95,5	0,5
5.0	0.6	98	2
20.0	0.6	97	3
40.0	0.6	90	10
55.0	0.6	65	35
64.0	0.6	38	62
68.0	0.6	4	96
72.0	0.6	0,5	99,5
74.0	0.6	99,5	0,5

Çizelge 3.2'de verilen çalışma koşullarında yaban mersini çeşitlerinden elde edilen ekstraktelerde şiringik asit, vanilik asit, naringin, ferulik asit, *p*-kumarik asit, kuersetin fenolik bileşiklerinin içerik miktarları 280, 320 ve 360 nm de tespit edilmiştir.

Fenolik bileşiklere ait piklerin tanımlanması ve konsantrasyonlarının hesaplanması bileşiklerin maksimum absorbans değeri verdiği dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Araştırılan fenolik bileşikler ve analiz edildikleri dalga boyları aşağıdaki gibidir:

**280 nm:** şiringik asit, vanilik asit, naringin

**320 nm:** *p*-kumarik asit, ferulik asit

**360 nm:** kuersetin

Fenolik bileşikler harici bir standart kullanılarak kalibre edilmiştir. Fenolik ekstraktlar ve standartlar aynı koşullarda ve enjeksiyonlar arasında 10 dakikalık denge süresi verilerek analiz edilmiştir. Tüm analizler 3 paralelli yapılmıştır.

### **3.2.16. İstatiksel analiz**

Analizler sonucunda elde edilen veriler, istatistiksel olarak SPSS 22.0 programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen ortalama değerler arasındaki istatistiki farklı grupların belirlenmesinde,  $p < 0.05$  olasılık düzeyinde, Duncan testi kullanılmıştır. Analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. 1000 Tane Ağırlığı

Yaban mersinlerinin 1000 tane ağırlığı 10 tane meyve ağırlığı baz alınarak hesaplanmıştır. Meyvelerin 1000 tane ağırlıkları 1031,10-1762,58 g arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.). Birbirleriyle karşılaştırıldığında en yüksek ağırlık 1762,58 g ile Bluegold, en düşük ağırlık ise 1031,10 g ile Gold Traube çeşidine aittir.

### 4.2. Meyve Boyutu

Yaban mersini meyvelerinin boyutları kumpas yardımı ile milimetre (mm) olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Yaban mersini çeşitlerine ait 1000 tane ağırlığı ve meyve çapları

	1000 Tane Ağırlığı	Çap (mm)
<b>Gold Traube</b>	1031,10	12,62±0,85 <sup>C</sup>
<b>Blueray</b>	1198,42	13,07±0,25 <sup>BC</sup>
<b>Brigitta</b>	1053,95	12,95±0,13 <sup>BC</sup>
<b>Patriot</b>	1288,75	13,27±0,21 <sup>BC</sup>
<b>Bluegold</b>	1762,58	15,20±0,48 <sup>A</sup>
<b>Bluecrop</b>	1512,29	13,57±0,57 <sup>B</sup>
<b>Uludağ 1</b>	1682,20	13,65±0,37 <sup>B</sup>
<b>Uludağ 2</b>	1146,79	12,98±0,09 <sup>BC</sup>
<b>Min-Max</b>	1031,10-1762,58	12,62-15,20
<b>Ort. ±SD</b>	1334,51±283,43	13,41±0,79

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

Meyve çapları 12,62 mm ile 15,20 mm arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.). Meyveler arasında en büyük çap Bluegold, en küçük çap ise Brigitta ve Gold Traube çeşitlerine aittir.

### 4.3. Renk Analizi

Renk analizi yapılan yaban mersini meyvelerinin L, a, b değerleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Yaban mersinine ait L değerleri 8,55-12,81, a değerleri 2,41-11,05 ve b değerleri 0,42-2,14 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.). L değerine göre en yüksek değerler Blueray (12,81±1,39), Gold Traube (12,14±0,26), Brigitta (12,10±0,21) çeşitlerine aittir. a ve b değerine göre en yüksek değer Bluecrop (11,05±4,21, 2,14±1,74) çeşitine aittir. L, a ve b değerlerine göre en düşük değer ise Uludağ 2 (8,55±0,11, 2,41±0,40, 0,42±0,07) çeşitine aittir.

Çizelge 4.2. Yaban mersini çeşitlerine ait renk değerleri

	L	a	b
<b>Gold Traube</b>	12,14±0,26 <sup>ABC</sup>	4,17±0,52 <sup>D</sup>	0,93±0,24 <sup>BC</sup>
<b>Blueray</b>	12,81±1,39 <sup>A</sup>	5,35±0,37 <sup>CD</sup>	0,98±0,13 <sup>BC</sup>
<b>Brigitta</b>	12,10±0,21 <sup>ABC</sup>	7,88±0,35 <sup>B</sup>	1,23±0,02 <sup>B</sup>
<b>Patriot</b>	10,48±0,82 <sup>D</sup>	5,74±0,97 <sup>C</sup>	1,24±0,35 <sup>B</sup>
<b>Bluegold</b>	10,97±0,16 <sup>DC</sup>	4,96±1,00 <sup>CD</sup>	0,72±0,49 <sup>BC</sup>
<b>Bluecrop</b>	12,58±0,87 <sup>AB</sup>	13,34±0,73 <sup>A</sup>	3,17±0,65 <sup>A</sup>
<b>Uludağ 1</b>	11,40±0,92 <sup>BCD</sup>	4,54±0,27 <sup>D</sup>	0,69±0,15 <sup>BC</sup>
<b>Uludağ 2</b>	8,55±0,11 <sup>E</sup>	2,41±0,40 <sup>E</sup>	0,42±0,07 <sup>C</sup>
<b>Min-Max</b>	8,55-12,81	2,41-13,34	0,42-3,17
<b>Ort. ±SD</b>	11,37±1,39	6,04±3,32	1,17±0,85

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

### 4.4. pH

Analiz edilen yaban mersini numunelerinin pH değerleri 2,95-3,60 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.). pH değeri yaban mersini çeşitine göre değişkenlik gösterip en düşük pH değeri Patriot çeşitine, en yüksek pH değeri ise Blueray çeşitine aittir.

Literatüre bakıldığında Türkben ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda Uludağ'ın farklı yörelerinden alınan yaban mersini (*Vaccinium myrtillus* L.) örneklerinde pH değerlerinin 2,77-2,95 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Göktaş (2013), piyasadan temin edilen 13 ayrı yaban mersini çeşitlerinde pH değerlerini 2,71-3,16 arasında değiştiğini tespit etmiştir. En düşük pH değerinin Brigitta çeşidine en yüksek pH değerinin ise Patriot çeşidine ait olduğunu belirlemiştir.

Souza ve ark. (2014) tarafından Brezilya'nın subtropikal bölgelerinde yetişen 5 ayrı üzüm meyvesi ile çalışmışlardır. Yaptıkları analiz sonucunda yaban mersini meyvesine ait pH değerini  $3,64 \pm 0,05$  olarak tespit etmişlerdir.

pH sonuçları literatür ile karşılaştırdığında, pH değerlerinin birbirleri ile paralellik gösterdiği görülmüştür.

#### **4.5. Titre Edilebilir Asitlik Tayini**

Analizler 3 paralelde yapılmış olup harcanan NaOH miktarı esas alınarak hesaplanan toplam asit miktarları Çizelge 4.3'de tartarik asit cinsinden g/100g olarak verilmiştir. Örneklerin titre edilebilir asit miktarı 0,76-1,94 g/100 g aralığında tespit edilmiştir. En yüksek asitlik değerleri sırasıyla Uludağ 2 ( $1,94 \pm 0,07$ ), Brigitta ( $1,38 \pm 0,04$ ) ve Patriot ( $1,33 \pm 0,00$ ) çeşitlerine aitken en düşük asitlik değeri Bluegold ( $0,76 \pm 0,04$ ) çeşidinde belirlenmiştir.

Yıldız (2012), Türkiye'nin farklı bölgelerinden temin ettiği 13 çeşit yaban mersini meyvesinde asitlik değerlerinin 0,27-1,65 g tartarik asit/100 g aralığında olduğunu tespit etmiştir.

Türkben ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda Uludağ'ın farklı yörelerinden alınan yaban mersini (*Vaccinium myrtillus* L.) örneklerinde toplam asitlik miktarının 0,90-1,23 g sitrik asit/100g aralığında değiştiğini belirlemiştir.

**Çizelge 4.3.** Yaban mersini çeşitlerinin pH ve toplam asitlik değerleri

	<b>pH</b>	<b>Toplam Asitlik (g tartarik asit /100 g)</b>
<b>Gold Traube</b>	3,00±0,01 <sup>F</sup>	0,88±0,00 <sup>C</sup>
<b>Blueray</b>	3,60±0,01 <sup>A</sup>	0,86±0,04 <sup>C</sup>
<b>Brigitta</b>	2,97±0,01 <sup>G</sup>	1,38±0,04 <sup>B</sup>
<b>Patriot</b>	2,95±0,00 <sup>H</sup>	1,33±0,00 <sup>B</sup>
<b>Bluegold</b>	3,13±0,00 <sup>D</sup>	0,76±0,04 <sup>D</sup>
<b>Bluecrop</b>	3,29±0,00 <sup>B</sup>	0,77±0,04 <sup>D</sup>
<b>Uludağ 1</b>	3,16±0,01 <sup>C</sup>	0,77±0,04 <sup>D</sup>
<b>Uludağ 2</b>	3,03±0,02 <sup>E</sup>	1,94±0,07 <sup>A</sup>
<b>Min-Max</b>	2,95-3,60	0,76-1,94
<b>Ort. ± SD</b>	3,14±0,21	1,08±0,42

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

Skupien (2006) tarafından yapılan bir çalışmada yaban mersini örneklerinin depolama öncesi ve -25°C derecede 6 ve 12 aylık depolama sonrası toplam asitlik değişimleri incelenmiştir. Yaban mersini örneklerine ait titre edilebilir asitlik miktarlarını 0,54-0,88 g sitrik asit/100g aralığında belirleyerek, en yüksek asitlik değerini Blueray çeşidi ve en düşük asitlik değerini ise Spartan çeşidinde olduğunu ifade etmiştir.

Ateş (2011) tarafından yürütülen tez çalışmasında Trabzon Hayrat ilçesinde 180 m rakımda yetişen 8 çeşit yaban mersini meyvesinin 3 ayrı hasat döneminde yapılan analizler sonucunda en yüksek titrasyon asitliğini 1,18 g sitrik asit/100g, en düşük titrasyon asitliğini ise 0,46 g sitrik asit/100 g olarak tespit etmiştir. Darrow (1,14 g sitrik asit/100g) ve Brigitta (1,05 g sitrik asit/100g) çeşitlerinin ortalama titre edilebilir asitlik değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğunu çeşitler arasında en düşük değerler ise Patriot (0,35 g sitrik asit/100g) ve Bluejay (0,47 g sitrik asit/100g) çeşitlerine ait olduğunu belirlemişlerdir.

Toplam asitlik sonuçlarının, Yıldız (2012) yaptığı çalışma sonuçları ile paralellik gösterdiği görülmüştür. Sonuçlar Türkben ve ark. (2008), Skupien (2006) ve Ateş

(2001)'in yaptıkları çalışmalarda toplam asitlikleri sitrik asit eşdeğeri olarak ifade ettikleri için herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır.

#### **4.6. Toplam Kurumadde Tayini**

Toplam kurumadde miktarı 11,45-14,09 g/100 g aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.). En yüksek kurumadde içeriği 14,09±0,19 g/100g değeri ile Brigitta çeşidine ait olup, en düşük kurumadde içeriği ise 11,45±0,03 g/100g değeri ile Bluegold çeşidine aittir.

Kalt ve McDonald (1996) tarafından yapılan bir çalışmada; 3 ayrı çeşide ait olgunlaşmamış, olgunlaşmış ve çok olgunlaşmış meyve örneklerinden *Vaccinium angustifolium* türüne ait yaban mersini örneklerinin toplam kurumadde miktarı 12,63-16,23 g/100 g aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

Kurumadde sonuçlarının Kalt ve McDonald (1996) yaptığı çalışma ile paralellik gösterdiği görülmüştür.

#### **4.7. Suda Çözünen Kurumadde Tayini**

Suda çözünür kurumadde miktarları refraktometre ile belirlenerek briks olarak ifade edilmiştir (Çizelge 4.4.). Yaban mersini çeşitleri arasında en yüksek briks değeri Brigitta (13,80±0,00 g/100g) ve Blueray (12,70±0,00 g/100g) çeşitlerine ait olup en düşük briks değeri Uludağ 2 (10,67±0,12 g/100g) çeşidine ait olduğu tespit edilmiştir.

Göktaş (2013) yürüttüğü tez çalışmasında piyasadan temin ettiği 13 ayrı yaban mersini çeşitlerinde suda çözünür kurumadde miktarını ortalama 9,015-16,855 g/100g aralığında belirlemiştir. Çeşitler arasında suda çözünür kurumadde miktarının en düşük değerini Sunshine çeşidine, en yüksek değerini ise Jersey çeşidine ait olduğunu belirlemiştir.



**Çizelge 4.4.** Yaban mersini çeşitlerine ait suda çözünür kurumadde, toplam kurumadde, kül ve toplam şeker miktarları

	<b>Suda Çözünen Kurumadde (g/100 g)</b>	<b>Toplam Kurumadde (g/100 g)</b>	<b>Kül (g/100g)</b>	<b>Toplam Şeker Tayini (g/100 g)</b>
<b>G. Traube</b>	11,97±0,06 <sup>C</sup>	12,53±0,00 <sup>D</sup>	0,16 ± 0,01 <sup>D</sup>	11,90±0,54 <sup>G</sup>
<b>Blueray</b>	12,70±0,00 <sup>B</sup>	13,09±0,20 <sup>B</sup>	0,25 ± 0,01 <sup>A</sup>	14,97±0,27 <sup>B</sup>
<b>Brigitta</b>	13,80±0,00 <sup>A</sup>	14,09±0,19 <sup>A</sup>	0,21 ± 0,01 <sup>C</sup>	12,52±0,23 <sup>E</sup>
<b>Patriot</b>	11,37±0,06 <sup>D</sup>	13,18±0,01 <sup>B</sup>	0,22 ± 0,01 <sup>BC</sup>	12,09±0,38 <sup>F</sup>
<b>Bluegold</b>	11,17±0,12 <sup>E</sup>	11,45±0,03 <sup>F</sup>	0,25 ± 0,01 <sup>A</sup>	12,86±0,27 <sup>D</sup>
<b>Bluecrop</b>	11,90±0,10 <sup>C</sup>	12,74±0,06 <sup>C</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>B</sup>	11,52±0,43 <sup>H</sup>
<b>Uludağ 1</b>	11,13±0,06 <sup>E</sup>	11,70±0,03 <sup>E</sup>	0,17 ± 0,01 <sup>D</sup>	17,12±0,56 <sup>A</sup>
<b>Uludağ 2</b>	10,67±0,12 <sup>F</sup>	13,11±0,07 <sup>B</sup>	0,23 ± 0,03 <sup>B</sup>	14,4±0,16 <sup>C</sup>
<b>Min-Max</b>	10,67-13,80	11,45-14,09	0,16-0,25	11,52-17,12
<b>Ort. ±SD</b>	11,83±1,01	12,73±0,85	0,21±0,3	13,42±1,92

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

Suda çözünür kurumadde sonuçlarının Gökteş'in (2013) yürüttüğü tez çalışmasında bulunduğu değerler aralığında olduğu görülmüştür.

#### 4.8. Kül Tayini

Yaban mersini çeşitlerinin kül miktarları g/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.). Örneklere ait kül miktarları 0,16-0,25 g/100 g aralığında olduğu belirlenmiştir. 0,25±0,01 g/100 g kül miktarı ile en yüksek kül miktarı Bluegold ve Blueray, en düşük kül miktarı ise sırasıyla 0,16±0,01 g/100 g, 0,17±0,01 g/100 g ile Gold Traube, Uludağ 1 çeşitlerine ait olduğu görülmüştür.

Yıldız (2012) tarafından yapılan tez çalışmasında Türkiye'nin farklı yörelerinden elde edilen meyve çeşitleri ile çalışılmıştır. Bu meyve çeşitlerinin kül miktarlarının 1,27-3,35 g/100 g aralığında olduğunu tespit edilmiştir.

Kül tayini sonuçlarının Yıldız'ın (2012) yürüttüğü tez çalışmasında bulunduğu sonuçlardan daha düşük olduğu görülmüştür.

#### **4.9. Toplam Şeker Tayini**

Yaban mersini örneklerinin toplam şeker miktarı Luff-Schoorl Şeker Tayinine (Cemeroğlu 2010) göre yapılarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.).

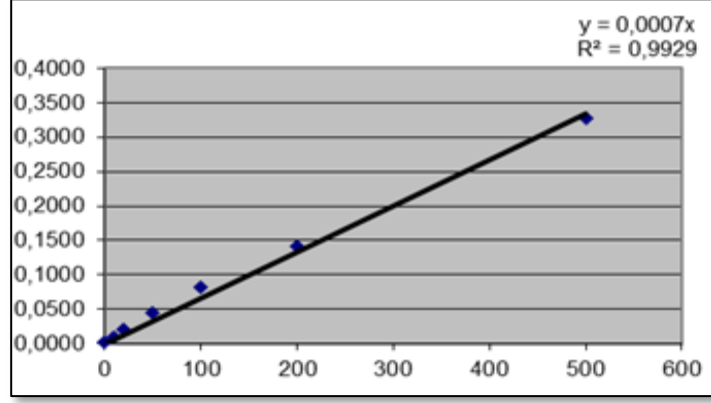
Numunelerin şeker miktarları 11,52-17,12 g/100 g aralığında değişmektedir. En yüksek şeker miktarı Uludağ 1 ( $17,12 \pm 0,56$  g/100 g), en düşük şeker miktarı Bluecrop ( $11,52 \pm 0,43$  g/100 g) çeşidine aittir.

Skupien (2006) yaptığı çalışmada depolama öncesi ve belli depolama süreleri sonrasında yaban mersini meyvelerini incelemiştir. Örneklere ait toplam şeker miktarını 9,30-11,83 g/100 g aralığında tespit etmiştir.

Toplam şeker tayini sonuçları incelendiğinde Skupien'in (2006) yaptığı çalışmaya göre daha yüksek değerler bulunduğu görülmüştür.

#### **4.10. Toplam Flavonoid Tayini**

Yaban mersini çeşitlerine ait toplam flavonoid miktarı kuersetin eşdeğeri olarak hesaplanıp mg/g olarak ifade edilmiştir (Çizelge 4.5.). Standart kuersetin kalibrasyon grafiği Şekil 4.1.'de verilmiştir.



**Şekil 4.1.** Yaban mersini örnekleri için standart kuersetin kalibrasyon grafiği

Toplam flavonoid miktarı 1,75-5,83 mg/g aralığında bulunmuştur. Yaban mersini çeşitlerinde en yüksek toplam flavonoid miktarları  $5,83 \pm 0,16$  mg/g ile Bluegold ve  $3,15 \pm 0,25$  mg/g ile Bluecrop örneklerinde tespit edilmiştir.  $1,75 \pm 0,18$  mg/g ile en düşük toplam flavonoid miktarı Uludağ 2 çeşidine ait olduğu görülmüştür.

Li ve ark.'nın (2017) 13 farklı yaban mersini çeşitlerinden elde ettikleri ekstraktlar (metanol/0,1% HCl, v/v) ile yaptıkları çalışma sonucunda toplam flavonoid miktarını rutin eşdeğeri olarak 161,7-512,3 mg/100 g aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. En yüksek flavonoid miktarını Bluecrop, en düşük flavonoid miktarını ise Berkeley çeşidinde tespit etmişlerdir.

Marinova ve ark. (2005) yaptığı çalışmada Bulgaristan da yetişen yaban mersini meyvesinden elde ettikleri ekstrakt (metanol) ile yaptıkları çalışma sonucunda flavonoid miktarını kateşin eşdeğeri olarak 190,3 mg/100 g bulmuşlardır.

**Çizelge 4.5.** Yaban mersini çeşitlerine ait toplam flavonoid miktarları

	<b>Toplam Flavonoid Tayini</b> <b>(mg kuersetin/g yaş ağırlık)</b>
<b>Gold Traube</b>	2,78 ± 0,14 <sup>C</sup>
<b>Blueray</b>	2,46 ± 0,02 <sup>D</sup>
<b>Brigitta</b>	2,86 ± 0,21 <sup>BC</sup>
<b>Patriot</b>	2,69 ± 0,01 <sup>CD</sup>
<b>Bluegold</b>	5,83 ± 0,16 <sup>A</sup>
<b>Bluecrop</b>	3,15 ± 0,25 <sup>B</sup>
<b>Uludağ 1</b>	2,47 ± 0,20 <sup>D</sup>
<b>Uludağ 2</b>	1,75 ± 0,18 <sup>E</sup>
<b>Min-Max</b>	1,75-5,83
<b>Ort. ±SD</b>	2,99±1,21

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

Samad ve ark. (2014) Kore de yetişen yaban mersini meyvelerinden elde ettikleri ekstraktlarda (su ve etanol) yaptıkları analiz sonucunda flavonoid miktarını kateşin eşdeğeri olarak 1942,8 mg/100g (su ekstraktı) ve 1292 mg/100g (etanol ekstraktı) bulmuşlardır.

Bunea ve ark. (2011) Romanya da yetişen 5 ayrı yaban mersini çeşitlerinden elde ettikleri ekstraktlar (85:15, v/v, metanol:HCl) ile tespit ettikleri flavonoid sonuçlarını kuersetin eşdeğeri olarak belirtmişlerdir. Yaban mersini çeşitlerinin flavonoid miktarını 84,33-112,50 mg/100g aralığında bulmuşlardır.

Li ve ark. (2017), Marinova ve ark. (2005) ve Samad ve ark. (2014) yaptıkları çalışmalarda toplam flavonoid sonuçlarını farklı kimyasal eşdeğerleri ile ifade ettiklerinden dolayı bulduğumuz sonuçlarla karşılaştırma yapılamamıştır. Toplam flavonoid miktarı ise Bunea ve ark.'nın (2011) yaptıkları çalışmaya göre daha yüksek bulunmuştur.

#### 4.11. Toplam Antosiyanin Tayini

Yaban mersinlerine ait toplam antosiyanin miktarı siyanidin-3-glukozid eşdeğeri olarak hesaplanmış ve taze ağırlıkta antosiyanin konsantrasyonu mg/kg olarak ifade edilmiştir (Çizelge 4.6.). En yüksek antosiyanin miktarı  $55,11 \pm 0,58$  mg/kg ile Patriot çeşidine, en düşük antosiyanin miktarı ise  $5,15 \pm 0,34$  mg/kg ile Uludağ 2 çeşidine aittir.

Yıldız (2011) yaptığı tez çalışmasında kurutulmuş yaban mersini örneğinde etanol, metanol ve su ekstraktlarında toplam antosiyanin miktarını siyanidin-3-glukozit eşdeğeri olarak tayin etmiştir. Etanol, metanol ve su ekstraktlarında sırası ile  $200,39 \pm 10,20$ ;  $305,59 \pm 8,65$ ;  $35,0 \pm 2,30$  mg/100 g olarak tespit etmiştir.

You ve ark. (2011) güneydoğu Amerika'da organik olarak ve kültüre alınarak yetiştirilen yaban mersini meyvelerinden elde edilmiş %80'lik metanol ekstraktlarında toplam antosiyanin miktarını belirlemişlerdir. Organik meyvelerde toplam antosiyanin miktarı 116-197 mg siyanidin-3-glukozit/100 g aralığında değişirken, yetiştiriciliği yapılan meyvelerde toplam antosiyanin miktarının 140-224 mg siyanidin-3-glukozit/100 g aralığında değiştiğini belirlenmişlerdir.

Cebeci (2012) yaptığı tez çalışması sonucunda taze yaban mersini (*Vaccinium arctostaphylos* L.) örneğinden elde ettiği %70'lik aseton ekstraktında toplam antosiyanin miktarını  $2,51 \pm 0,04$  mg siyanidin-3-glukozit/g taze ağırlık belirlemiştir.

Fredes ve ark. (2014) Şilide kültüre alınan yaban mersini çeşitlerinde çalışmışlardır. Çeşitlerden elde ettikleri metanol (%0,1 HCl) ekstraktlarında 0,8-2,6 g siyanidin-3-glukozit/kg taze ağırlık toplam antosiyanin belirlemişlerdir.

Wang ve ark. (2008) New Jersey de organik olarak ve kültüre alınarak yetiştiriciliği yapılan yaban mersini (*Vaccinium corymbosum* L.) meyvelerinin %80'lik aseton (%0,2 formik asit) ekstraktları ile çalışmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda organik yaban mersinlerinde 131,2 mg siyanidin-3-glukozit/100 g, konvansiyel yaban mersinlerinde ise 82,36 mg siyanidin-3-glukozit/100 g toplam antosiyanin belirlemişlerdir.

**Çizelge 4.6.** Yaban mersini çeşitlerine ait toplam antosiyanin miktarı

	<b>Toplam Antosiyanin Tayini (mg c3g/kg yaş ağırlık)</b>
<b>Gold Traube</b>	26,63±0,68 <sup>E</sup>
<b>Blueray</b>	27,64±0,00 <sup>D</sup>
<b>Brigitta</b>	24,99±0,96 <sup>F</sup>
<b>Patriot</b>	55,11±0,58 <sup>A</sup>
<b>Bluegold</b>	34,79±0,35 <sup>C</sup>
<b>Bluecrop</b>	11,91±0,13 <sup>G</sup>
<b>Uludağ 1</b>	40,66±0,55 <sup>B</sup>
<b>Uludağ 2</b>	5,15±0,34 <sup>H</sup>
<b>Min-Max</b>	5,15-55,11
<b>Ort. ± SD</b>	28,36±15,73

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

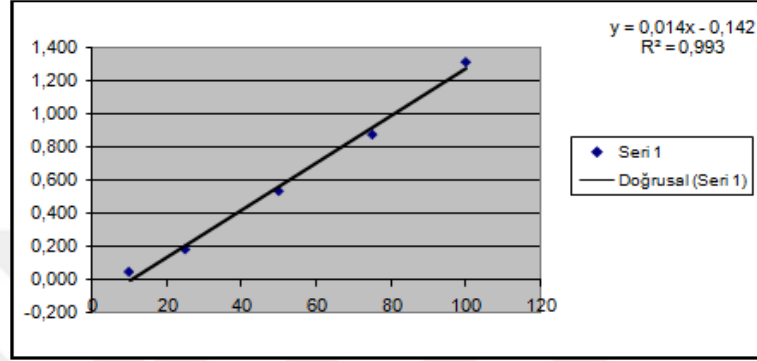
Bunea ve ark. (2011) Romanya da kültüre alınan (*Vaccinium corymbosum*) ve yabani olarak yetişen (*Vaccinium myrtillus*) yaban mersini çeşitlerinin metanol ekstraktlarında toplam antosiyanin miktarını analiz etmişlerdir. Toplam antosiyanin miktarını kültüre alınan meyvelerde 100,58-163,40 mg siyanidin-3-glukozit/100 g ve yabani meyvelerde 252,23-300,02 mg siyanidin-3-glukozit/100 g belirlemişlerdir.

Değirmencioğlu ve ark. (2017) Balıkesir de yetişen yaban mersinlerinin (*Vaccinium myrtillus*) etanol ekstraktlarında toplam antosiyanin miktarını 2805,08-5973,69 mg siyanidin-3-glukozit/kg belirlemişlerdir.

Toplam antosiyanin sonuçları, Yıldız'ın (2011) yaptığı tez çalışmasındaki etanol ekstraktlarının sonuçları ile paralellik gösterdiği görülmüştür. Cebeci (2012), Fredes ve ark. (2014), You ve ark. (2011), Wang ve ark. (2008), Bunea ve ark. (2011) ve Değirmencioğlu ve ark. (2017)'nin yaptıkları çalışmalar incelendiğinde ise analizi yapılan yaban mersinlerinin toplandığı bölge ve meyvelerin ekstraktında kullanılan kimyasallara bağlı farklılıklar olduğu görülmektedir.

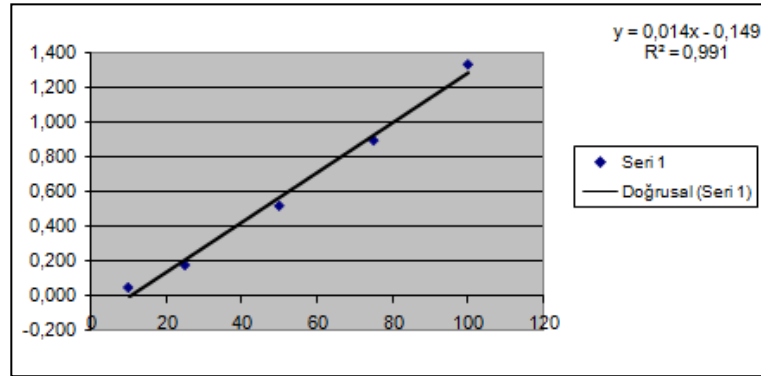
#### 4.12. Toplam Fenol İçeriğinin Belirlenmesi

Yaban mersini örneklerinin ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir örneklere ait toplam fenol içeriği Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Yaban mersini örneklerinin ekstrakte edilebilir fenollerine ait standart gallik asit kalibrasyon grafiği Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Ekstrakte edilebilir fenollerin standart gallik asit kalibrasyon grafiği

Yaban mersini örneklerinin hidrolize edilebilir fenollerine ait standart gallik asit kalibrasyon grafiği Şekil 4.3.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Hidrolize edilebilir fenollerin standart gallik asit kalibrasyon grafiği

Analiz edilen yaban mersini örneklerinin toplam fenol içerikleri ekstrakte edilebilir örneklerde 884,75-1510,24 mg GAE/100 g ve hidrolize edilebilir örneklerde 800,62-1357,77 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Bluecrop çeşidinin, toplam fenolik içeriğinin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Fredes ve ark. (2014) yaban mersini meyvelerinin metanol ekstraktlarında toplam fenol miktarını 4,8-8,4 g GA/kg taze ağırlık belirlemişlerdir.

**Çizelge 4.7.** Yaban mersini örneklerine ait toplam fenolik içerikleri

Yaban Mersini Çeşidi	Toplam Fenolik Bileşen (mg GAE /100 g taze ağırlık)	
	Ekstrakte Edilebilir	Hidrolize Edilebilir
<b>Gold Traube</b>	998,38±14,08 <sup>E</sup>	977,32±40,82 <sup>E</sup>
<b>Blueray</b>	1124,48±20,37 <sup>C</sup>	1264,70±30,09 <sup>B</sup>
<b>Brigitta</b>	1093,83±34,04 <sup>CD</sup>	1051,97±15,42 <sup>CD</sup>
<b>Patriot</b>	884,75±23,15 <sup>F</sup>	1086,45±16,36 <sup>C</sup>
<b>Bluegold</b>	1051,75±35,74 <sup>D</sup>	1232,93±9,66 <sup>B</sup>
<b>Bluecrop</b>	1505,38±10,88 <sup>A</sup>	1357,77±43,09 <sup>A</sup>
<b>Uludağ 1</b>	1271,89±32,07 <sup>B</sup>	1030,09±8,51 <sup>D</sup>
<b>Uludağ 2</b>	1510,24±22,85 <sup>A</sup>	800,62±33,30 <sup>F</sup>
<b>Min-Max</b>	884,75-1510,24	800,62-1357,77
<b>Ort. ± SD</b>	1180,08±230,06	1100,23±178,60

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

You ve ark. (2011) organik ve yetiştiriciliği yapılan yaban mersinlerinin metanol ekstraktlarında toplam fenol miktarını analiz etmişlerdir. Organik meyvelerde 48,9-338 mg GA/100g fw, yetiştiriciliği yapılan meyvelerde 44,4-362 mg GA/100g fw toplam fenol belirlemişlerdir.

Koca ve Karadeniz'in (2009) yabani ve kültüre alınmış yaban mersinlerinin aseton/metanol/su/formik asit (40:40:20:0,1, w/w/w/w) ekstraktı ile çalışmışlardır.



Çalışma sonucunda yabani meyvelerde 3,08 mg GA/g ve kültüre alınan meyvelerde 0,77-8,20 mg GA/g aralığında toplam fenol belirlemiştir.

Jovancevic ve ark. (2011) *Vaccinium myrtillus* L. türüne ait yaban mersini meyvelerinde toplam fenol miktarını 3,92-5,24 mg GA/g fw aralığında belirlemiştir.

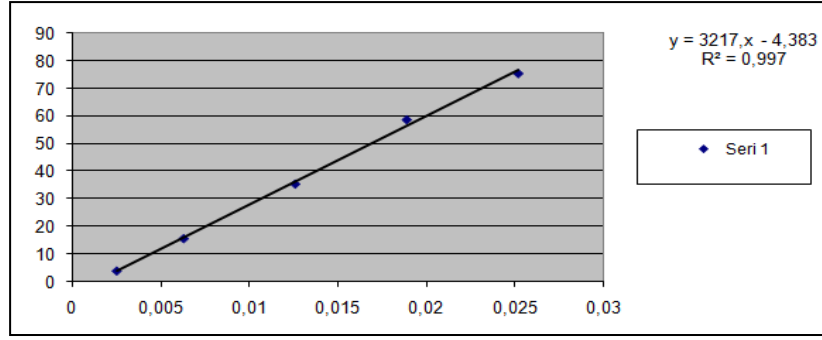
Wang ve ark. (2017) yaban mersini çeşitlerine ait ekstrakte edilebilir toplam fenol miktarını 179,6-414,6 mg GA/100 g fw ve hidrolize edilebilir toplam fenol miktarını 22,8-61,0 mg GA/100 g fw belirlemiştir.

Değirmencioğlu ve ark. (2017) 'nın yaban mersini meyvelerinde ekstrakte edilebilir toplam fenol miktarını 6152,05-25688,90 mg GAE/kg aralığında belirlemiştir.

Toplam fenol sonuçları literatür ile karşılaştırıldığında, belirlenen değerlerin Değirmencioğlu ve ark. (2017) 'nın belirlediği değerler aralığında olduğu görülmüştür. Fredes ve ark. (2014), You ve ark. (2011), Koca ve Karadeniz (2009), Jovancevic ve ark. (2011) ve Wang ve ark. (2017)'nin belirlediği değerlerden daha yüksek değerler bulduğumuz görülmüştür. Bu farklılıkların, ekstraksiyonda kullanılan kimyasal ve meyvenin yetiştirilme koşullarına bağlı olarak farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

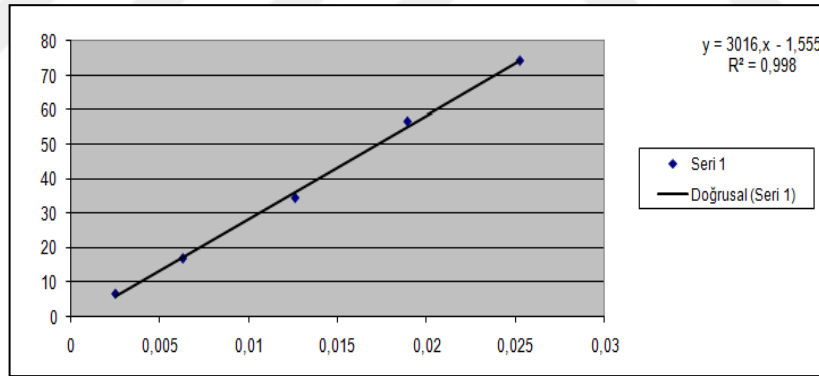
#### **4.13. Antioksidan Kapasite Testleri**

ABTS yönteminde kalibrasyon grafiği 0,00252-0,0252 mg aralığında troloks çözeltisi yardımı ile çizilmiş ve bu grafiklerden yararlanılarak ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenollerin antioksidan kapasite sonuçları  $\mu\text{mol}$  troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.



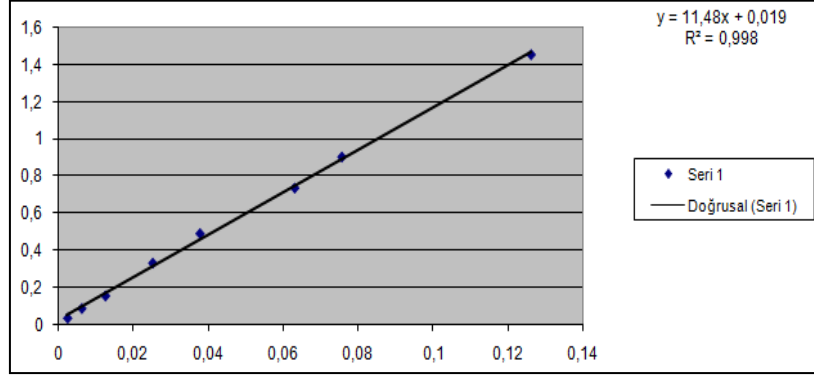
**Şekil 4.4.** Ekstrakte edilebilir yaban mersini örnekleri için ABTS metodu ile yapılan antioksidan aktivite tayininde kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği

Ekstrakte edilebilir fenollerinin ABTS metodunda kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği Şekil 4.4.'de ve hidrolize edilebilir fenollerinin ABTS metodu kullanılarak antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği ise Şekil 4.5.'de verilmiştir.



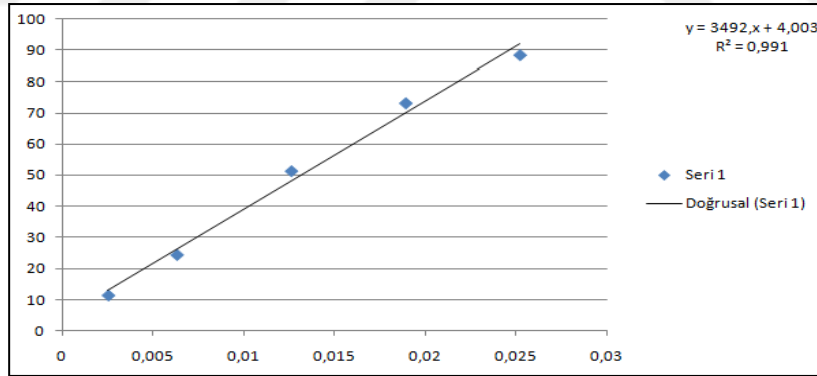
**Şekil 4.5.** Hidrolize edilebilir yaban mersini örnekleri için ABTS metodu ile yapılan antioksidan aktivite tayininde kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği

CUPRAC yönteminde kalibrasyon grafiği 0,00252-0,126 mg konsantrasyon aralığında hazırlanan troloks çözeltisi yardımı Şekil 4.6.'de gösterildiği gibi çizilmiştir. Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenollerin antioksidan aktivite tayinleri bu kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak µmol troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 4.6.** Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir yaban mersini örnekleri için CUPRAC metodu ile yapılan antioksidan aktivite tayininde kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği

DPPH yönteminde kalibrasyon grafiği 0,00252-0,0252 konsantrasyon aralığında hazırlanan troloks çözeltisi yardımı Şekil 4.7.'de gösterildiği gibi çizilmiştir. Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenollerin antioksidan aktivite tayinleri bu kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak µmol troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 4.7.** Ekstrakte ve hidrolize edilebilir yaban mersini örnekleri için DPPH metodu ile yapılan antioksidan aktivite tayininde kullanılan standart troloks kalibrasyon grafiği

Yaban mersini meyvelerinin ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenollerinin ABTS, CUPRAC ve DPPH yöntemleriyle elde edilen antioksidan aktivitelerinin sonuçları Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite, ekstrakte edilebilir örneklerde ortalama  $2,97\pm 1,18$  mikromol trolox/g, hidrolize edilebilir örneklerde ortalama  $3,06\pm 0,66$  mikromol trolox/g olarak tespit edilmiştir.

CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite, ekstrakte edilebilir örneklerde ortalama  $16,98\pm 8,07$  mikromol trolox/g, hidrolize edilebilir örneklerde ortalama  $7,90\pm 2,57$  mikromol trolox/g olarak tespit edilmiştir.

DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite, ekstrakte edilebilir örneklerde ortalama  $41,23\pm 1,36$  mikromol trolox/g, hidrolize edilebilir örneklerde ortalama  $40,8\pm 10,37$  mikromol trolox/g olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Yaban mersini örneklerine ait antioksidan kapasite içerikleri

Yaban Mersini Çeşidi	Antioksidan Kapasite ( $\mu\text{mol TE/g}$ taze ağırlık)					
	Ekstrakte Edilebilir			Hidrolize Edilebilir		
	ABTS	CUPRAC	DPPH	ABTS	CUPRAC	DPPH
<b>G. Traube</b>	$2,13\pm 0,08^E$	$11,35\pm 0,58^{DE}$	$39,8\pm 0,03^C$	$2,83\pm 0,03^{DE}$	$5,01\pm 0,57^C$	$43,39\pm 0,59^B$
<b>Blueray</b>	$2,51\pm 0,04^D$	$12,99\pm 0,25^D$	$40,3\pm 0,36^{BC}$	$2,90\pm 0,02^D$	$5,14\pm 0,56^C$	$43,4\pm 0,02^B$
<b>Brigitta</b>	$2,45\pm 0,06^D$	$18,56\pm 0,72^C$	$40,89\pm 0,05^{BC}$	$2,56\pm 0,06^F$	$8,26\pm 0,19^B$	$42,78\pm 0,47^B$
<b>Patriot</b>	$1,97\pm 0,06^E$	$8,83\pm 0,26^F$	$41,32\pm 0,14^B$	$3,24\pm 0,07^C$	$11,15\pm 0,11^A$	$43,38\pm 1,16^B$
<b>Bluegold</b>	$2,60\pm 0,03^D$	$10,22\pm 0,05^{EF}$	$41,36\pm 0,01^B$	$4,48\pm 0,00^A$	$11,45\pm 0,15^A$	$42,6\pm 1,23^{BC}$
<b>Bluecrop</b>	$3,14\pm 0,05^C$	$26,47\pm 0,08^B$	$39,76\pm 0,22^C$	$3,37\pm 0,08^B$	$8,58\pm 0,50^B$	$52,78\pm 0,26^A$
<b>Uludağ 1</b>	$3,33\pm 0,04^B$	$16,21\pm 0,87^C$	$43,16\pm 1,16^A$	$2,32\pm 0,06^G$	$5,35\pm 0,04^C$	$41,38\pm 0,42^C$
<b>Uludağ 2</b>	$5,68\pm 0,24^A$	$31,26\pm 3,64^A$	$43,25\pm 1,91^A$	$2,78\pm 0,12^E$	$8,29\pm 0,45^B$	$16,69\pm 0,59^D$
<b>Min-Max</b>	1,97-5,68	8,83-31,26	39,76-43,25	2,32-4,48	5,01-11,45	16,69-52,78
<b>Ort. <math>\pm</math> SD</b>	$2,97\pm 1,18$	$16,98\pm 8,07$	$41,23\pm 1,36$	$3,06\pm 0,66$	$7,90\pm 2,57$	$40,80\pm 10,36$

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ( $p < 0,05$ ).

Yapılan çalışmalar sonucunda, ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir yaban mersini örneklerinde, DPPH yönteminin CUPRAC ve ABTS yöntemlerinden daha yüksek antioksidan kapasite değerlerine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.8.). Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir yaban mersini örneklerinde yapılan antioksidan aktivite yöntemleri arasında en düşük değeri ABTS yöntemi vermiştir.

ABTS, CUPRAC ve DPPH metotları elektron transfer ölçümlerinde aynı mekanizma reaksiyonuna sahiptir (Apak ve ark., 2008; Fidrianny ve ark., 2013) fakat antioksidan aktivite fiziksel faktörler, substrat faktörleri, gıda maddesinin fizikokimyasal durumu gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Pokorny ve ark., 2001). Yaptığımız çalışma göz önünde bulundurulduğunda yaban mersini meyvesinde antioksidan aktivite metotlarından DPPH yönteminin daha uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Değirmencioğlu ve ark. (2017) Balıkesir de yetiştirilen yaban mersini meyvelerinde (*Vaccinium myrtillus*) antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla CUPRAC, DPPH ve ABTS yöntemlerini kullanmışlardır. Antioksidan madde miktarını CUPRAC yöntemine göre 8,37-23,26 µmol TE/g, DPPH yöntemine göre 8,56-19,23 µmol TE/g ve ABTS yöntemine göre 4,26-9,56 µmol TE/g aralığında belirlemişlerdir.

Jakobek ve ark. (2007) Slovenya da yetiştirilmiş yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*) meyvelerinde antioksidan kapasiteyi belirlemek amacıyla DPPH ve ABTS metotlarını kullanmışlardır. DPPH metotuna göre meyvelerin antioksidan kapasitesini 125,52 mikromol trolox/g olarak belirlerken ABTS metotuna göre 53,28 mikromol trolox/g belirlemişlerdir.

Pertuzatti ve ark. (2012) Brezilya da yetiştirilen yaban mersini (*Vaccinium ashei*) meyvelerinin kabuk, pulp ve meyvesinin antioksidan kapasitesini belirlemek amacıyla DPPH yöntemini kullanmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda meyvenin kabuğunda 867,4-5223,9 mikromol trolox/g, meyve pulpunda 185,1-694,0 mikromol trolox/g ve meyvede 547,1-1046,5 mikromol trolox/g antioksidan kapasite belirlemişlerdir.

Giovanelli ve Buratti (2009) İtalya da kültüre alınarak (*Vaccinium corymbosum*) ve yabani olarak (*Vaccinium myrtillus*) yetiştirilen yaban mersini meyvelerinde DPPH metotunu kullanmıştır. Kültüre alınan yaban mersinlerinde antioksidan aktiviteyi 3,79-5,49 mikromol trolox/mg aralığında belirlerken yabani yaban mersinlerinde 10,79-10,96 mikromol trolox/mg aralığında belirlemişlerdir.

Li ve ark. (2017) Çin de yetiştirilen yaban mersini meyvelerinde (*Vaccinium corymbosum* L. ve *Vaccinium corymbosum* L./*V. angustifolium* Ait) DPPH yöntemine göre antioksidan madde miktarını gallik asit eşdeğeri olarak 40,7-108,5 mg/100 g aralığında belirlemişlerdir.

Bunea ve ark. (2011) Romanya da kültüre alınarak (*Vaccinium corymbosum*) ve yabani olarak (*Vaccinium myrtillus*) yetiştirilen yaban mersini meyvelerinde antioksidan kapasiteyi belirlemek amacıyla ABTS yöntemi kullanmışlardır. Bu metot sonucunda kültüre alınan meyvelerde 24,33-37,96 mikromol trolox/g, yabani meyvelerde ise 43,08-56,65 mikromol trolox/g antioksidan aktivite belirlemişlerdir.

Saral ve ark. (2015) Artvin bölgesinde kültüre alınarak (*Vaccinium corymbosum* L.) ve yabani olarak (*Vaccinium arctostaphylos* L. ve *Vaccinium myrtillus* L.) yetiştirilmiş ve kurutulmuş yaban mersinlerinde CUPRAC yöntemini kullanmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda ise kültüre alınan meyvelerde 0,077-0,200 mmol TE/g kuru ağırlık ve yabani meyvelerde 0,143-0,304 mmol TE/g kuru ağırlık antioksidan kapasite belirlemişlerdir.

Zielinska ve Michalska (2016) Polonya da yetiştirilen yaban mersinlerinin (*Vaccinium corymbosum* L.) kurutulmuş ve taze meyvelerinde ABTS metoduna göre taze meyvede 13,02 mmol Trolox/100 g ve kurutulmuş meyvelerde 2,95-6,37 mmol Trolox/100 g antioksidan kapasite belirlemişlerdir.

Huang ve ark. (2012) Çin de yetiştirilmiş ve kurutulmuş yaban mersini (*Vaccinium ashei*) meyvesinde ABTS yöntemine göre 14,98 mmol trolox/100 g antioksidan kapasite belirlemişlerdir.

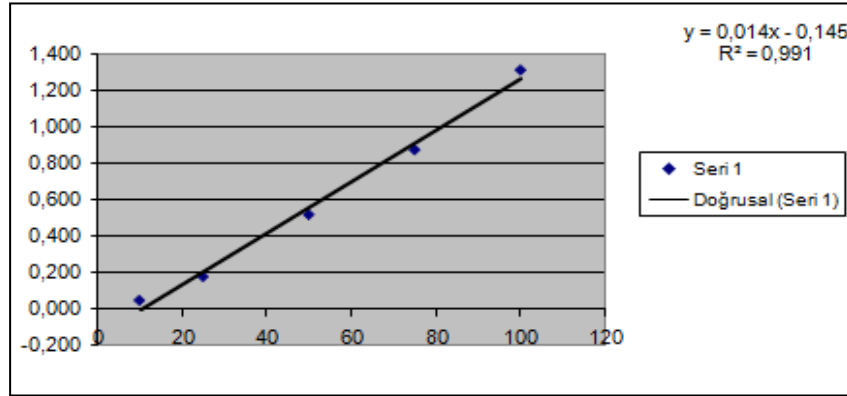
Rodrigues ve ark. (2011) Brezilya da yetiştirilen yaban mersini (*Vaccinium corymbosum* L. ve *Vaccinium ashei*) meyvelerinde ABTS ve DPPH metotlarını kullanmışlardır. ABTS metotuna göre 1238,50-2445,96 mikromol trolox/100g, DPPH metotuna göre ise 1014,20-2055,06 mikromol trolox/100g antioksidan kapasite belirlemişlerdir.

Sonuçlar literatür ile karşılaştırıldığında, Değirmencioğlu ve ark. (2017)'nin CUPRAC sonuçları ile değerlerimizin paralellik gösterdiği ve DPPH sonuçlarına göre ise daha yüksek değerler bulduğumuz görülmüştür. Sonuçlarımızın Jakobek ve ark. (2007), Pertuzatti ve ark. (2012), Giovanelli ve Buratti (2009), Li ve ark. (2017), Bunea ve ark. (2011), Saral ve ark. (2015), Zielinska ve Michalska (2016), Huang ve ark. (2012) ve Rodrigues ve ark. (2011)'nin belirlediği değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Sonuçlarda oluşan farklılıkların meyve türü, meyvenin yetiştiği bölge, meyvenin yetiştirilme koşulları, analiz metotlarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

#### 4.14. Antioksidan Bileşenlerin Biyoalnabilirliğinin Belirlenmesi

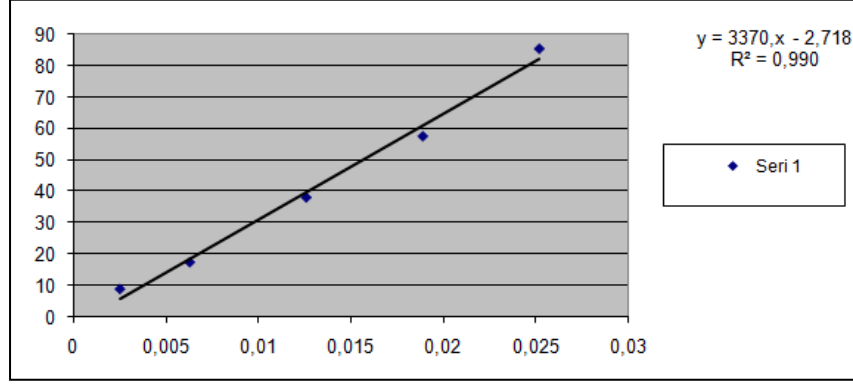
Yaban mersini çeşitlerinin toplam fenol içeriklerinin ve antioksidan kapasitelerinin, Folin-Ciocalteu (FC), ABTS, CUPRAC ve DPPH yöntemleriyle elde edilen biyoalnabilirliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Yaban mersini meyvelerine ait toplam fenol içeriğinin biyoalnabilirlik kalibrasyon grafiği Şekil 4.8.'de verilmektedir.



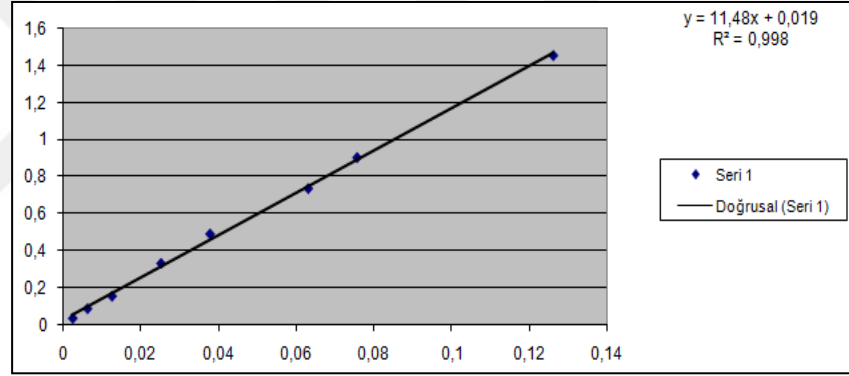
Şekil 4.8. Toplam fenol içeriğinin biyoalnabilirliklerine ait kalibrasyon grafiği

Yaban mersini meyvelerine ait ABTS içeriğinin biyoalnabilirlik kalibrasyon grafiği Şekil 4.9.'da verilmektedir.



**Şekil 4.9.** ABTS içeriğinin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği

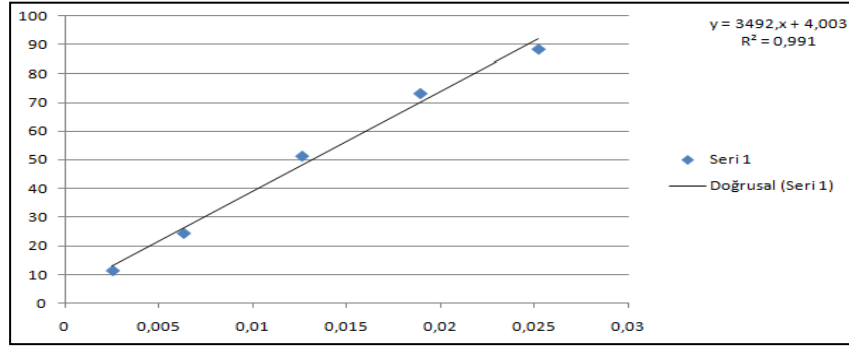
Yaban mersini meyvelerine ait CUPRAC içeriğinin biyoalınabilirlik kalibrasyon grafiği Şekil 4.10.'da verilmektedir.



**Şekil 4.10.** CUPRAC içeriğinin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği

Yaban mersini meyvelerine ait DPPH içeriğinin biyoalınabilirlik kalibrasyon grafiği Şekil 4.11.'de verilmektedir.





**Şekil 4.11.** DPPH içeriğinin biyoalınabilirlerine ait kalibrasyon grafiği

Biyoyararlılık, beslenme etkinliği için önemli bir kavram olup (Blenford 1995) gıdalardaki biyoaktif bileşenlerin yalnızca belirli miktarları organizma tarafından etkin şekilde kullanılmaktadır (Fernández-García ve ark. 2009). Bir bileşiğin biyoyararlanımını gıda matrisinin karmaşıklığı, ilgilenilen bileşiğin kimyasal formu, birlikte alınan bileşiklerin yapısı ve miktarı (Scholz ve Williamson 2007) gibi faktörler etkilemektedir. Ayrıca gıdaların vücut tarafından sindirimi, bağırsak epitel hücreleri tarafından emilimi ve presistemik metabolizmada geçen tüm olay dizisini içerdiğinden (Fernández-García ve ark. 2009) dolayı gıdanın biyoyararlılığı açısından mukozal kitle, bağırsak geçiş süresi, mide boşalma hızı ve metabolizma gibi faktörler de etkili olmaktadır (Holst ve Williamson 2008).

Antioksidan kapasiteyi oluşturan bileşiklerin biyoalınabilirlikleri incelendiğinde, örneklerin toplam fenol içeriğinin %81'inin, ABTS yöntemi ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin %78'inin, CUPRAC yöntemi ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin %53'ünün, DPPH yöntemi ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin ise %31'inin biyoalınabilir olduğu belirlenmiştir. Gold Traube çeşidinin toplam fenolik içeriğinin biyoalınabilirliği diğer yaban mersini çeşitlerine göre daha yüksek olmasına karşın, Bluegold çeşidi daha yüksek antioksidan aktivite biyoalınabilirliğine sahiptir. Yaban mersini çeşitlerinin toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasite biyoalınabilirlikleri arasındaki bu farklılıkların, meyvenin yetiştiği çevre koşulları, hasat zamanı, hasat yöntemi, örneklerin hazırlandığı ve ölçümlerin yapıldığı şartlarla alakalı olabilir.

**Çizelge 4.9.** Yaban mersini örneklerine ait biyoalınabilirlik sonuçları

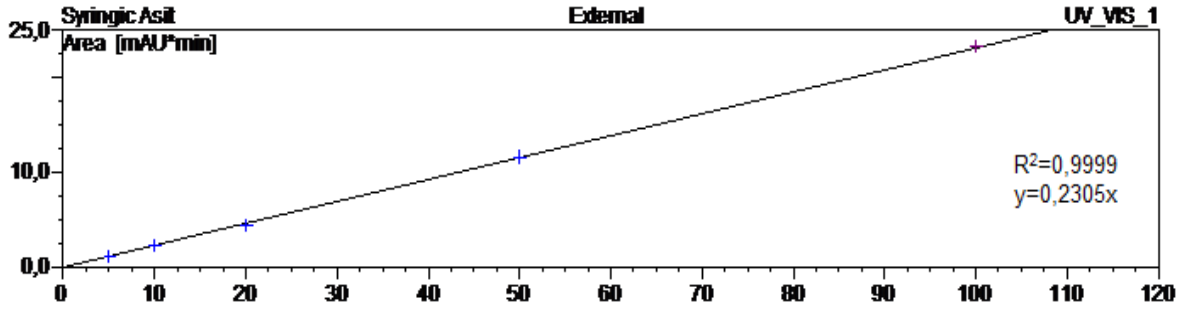
	Toplam Fenolik Bileşen (mg/100g GAE yaş ağırlığı)	Antioksidan Kapasite (µmol TE/g yaş ağırlığı)		
		ABTS	CUPRAC	DPPH
<b>Gold Traube</b>	1605,15±36,91 <sup>B</sup>	1,98±0,00 <sup>F</sup>	5,3±0,17 <sup>E</sup>	21,59±0,38 <sup>D</sup>
<b>Blueray</b>	1249,94±6,53 <sup>E</sup>	1,74±0,04 <sup>G</sup>	4,99±0,05 <sup>E</sup>	21,96±0,59 <sup>CD</sup>
<b>Brigitta</b>	1356,62±4,45 <sup>D</sup>	2,26±0,09 <sup>D</sup>	7,24±0,07 <sup>D</sup>	23,9±0,23 <sup>B</sup>
<b>Patriot</b>	1022,26±13,84 <sup>F</sup>	3,08±0,00 <sup>B</sup>	7,06±0,01 <sup>D</sup>	21,35±0,72 <sup>D</sup>
<b>Bluegold</b>	1438,29±31,25 <sup>C</sup>	3,00±0,08 <sup>B</sup>	11,66±0,70 <sup>B</sup>	26,41±0,08 <sup>A</sup>
<b>Bluecrop</b>	1702,20±22,08 <sup>A</sup>	2,08±0,02 <sup>E</sup>	15,78±0,01 <sup>A</sup>	13,01±0,08 <sup>E</sup>
<b>Uludağ 1</b>	1211,00±24,52 <sup>E</sup>	2,35±0,01 <sup>C</sup>	6,83±0,13 <sup>D</sup>	22,66±0,57 <sup>C</sup>
<b>Uludağ 2</b>	1332,80±29,48 <sup>D</sup>	6,68±0,06 <sup>A</sup>	9,97±0,49 <sup>C</sup>	8,62±0,39 <sup>F</sup>
<b>Min-Max</b>	1022,26-1702,20	1,74-6,68	4,99-15,78	8,62-26,41
<b>Ort. ± SD</b>	1364,78±217,87	2,89±1,59	8,60±3,66	19,93±5,97

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

#### 4.15. Fenolik Bileşiklerinin UPLC ile Belirlenmesi

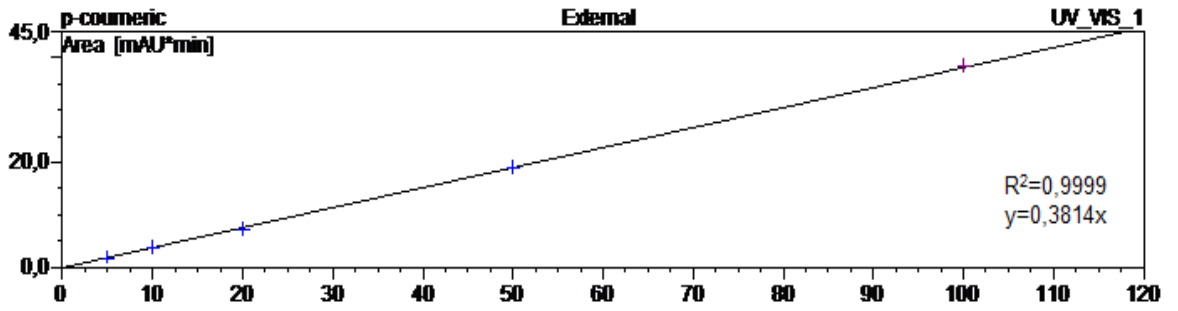
Yaban mersini çeşitlerinin fenolik bileşik içeriği toplam altı fenolik standart kullanılarak UPLC ile belirlenmiştir (Çizelge 4.10.). Meyvelerin fenolik bileşik miktarları mg/kg olarak verilmiştir.

UPLC ile yapılan çalışmada kullanılan şiringik asit fenolik bileşiğine ait kalibrasyon eğrisi Şekil 4.12'de verilmiştir.



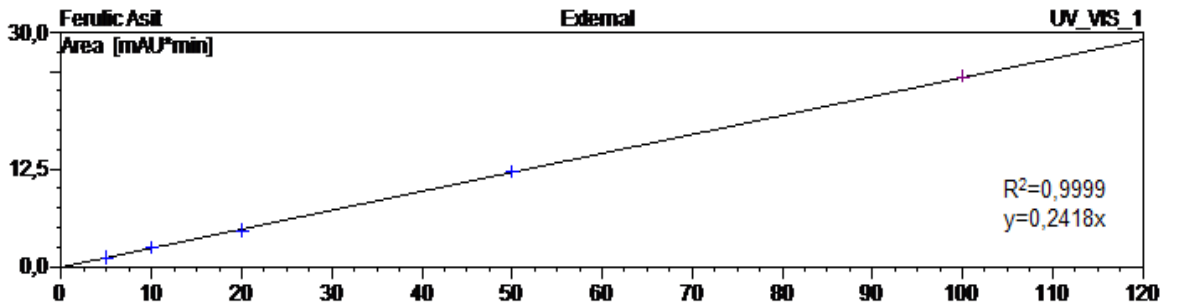
Şekil 4.12. Şiringik asit standardına ait kalibrasyon eğrisi

UPLC ile yapılan çalışmada kullanılan *p*-kumarik asit fenolik bileşiğine ait kalibrasyon eğrisi Şekil 4.13'de verilmiştir.



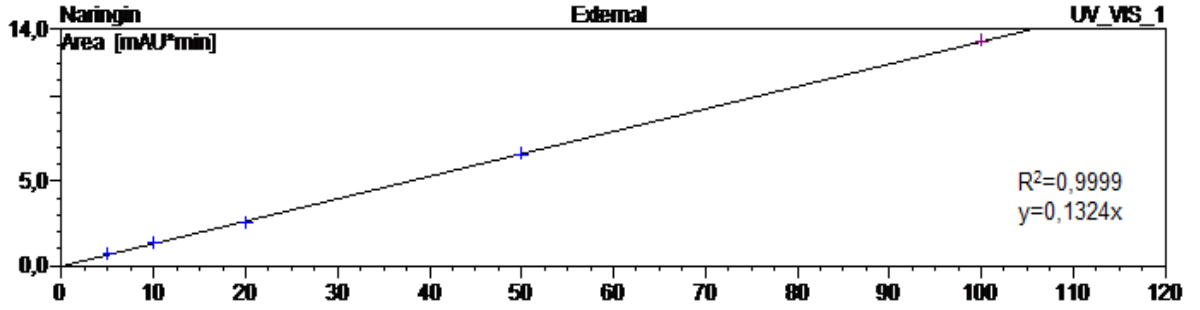
Şekil 4.13. *p*-kumarik asit standardına ait kalibrasyon eğrisi

UPLC ile yapılan çalışmada kullanılan ferulik asit fenolik bileşiğine ait kalibrasyon eğrisi Şekil 4.14'de verilmiştir.



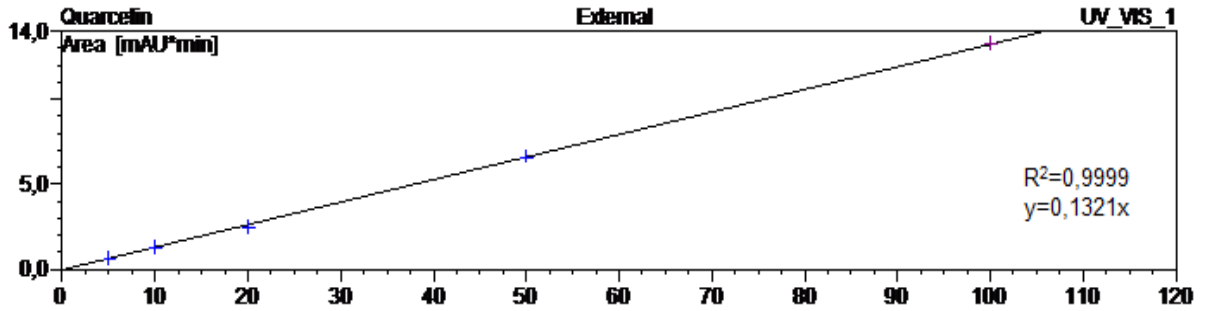
Şekil 4.14. Ferulik asit standardına ait kalibrasyon eğrisi

UPLC ile yapılan çalışmada kullanılan naringin fenolik bileşimine ait kalibrasyon eğrisi Şekil 4.15'de verilmiştir.



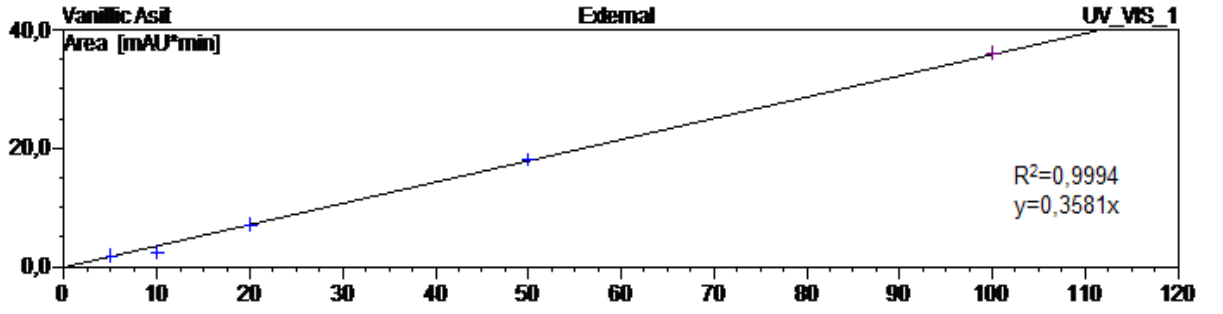
Şekil 4.15. Naringin standardına ait kalibrasyon eğrisi

UPLC ile yapılan çalışmada kullanılan kuersetin fenolik bileşimine ait kalibrasyon eğrisi Şekil 4.16'da verilmiştir.



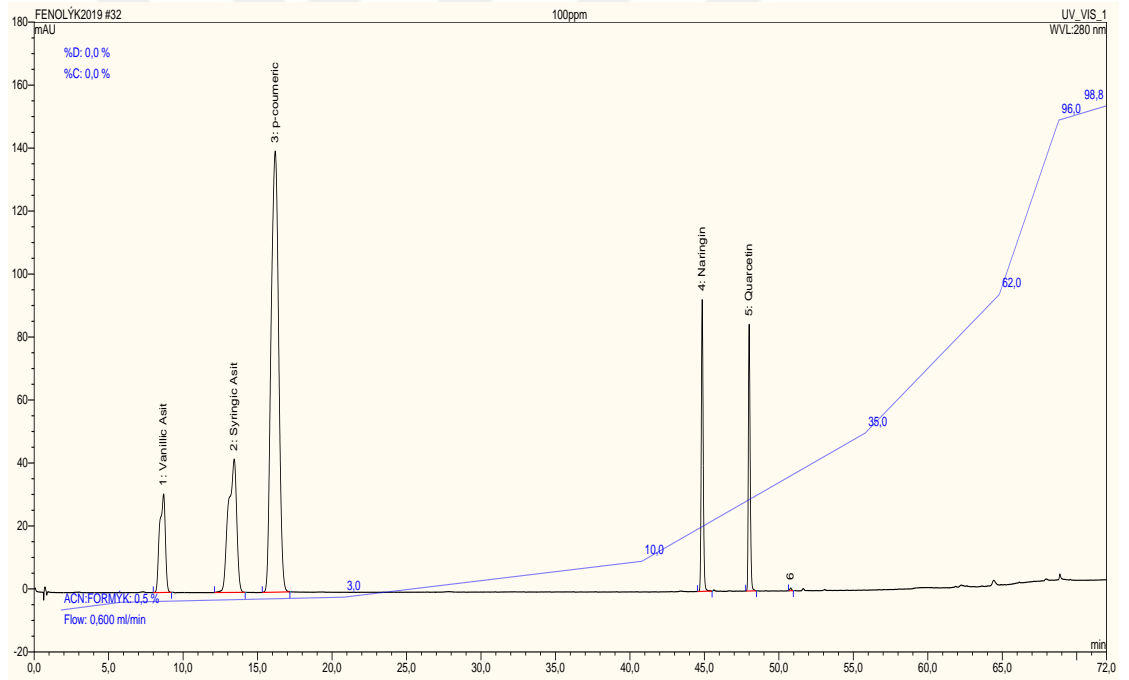
Şekil 4.16. Kuersetin standardına ait kalibrasyon eğrisi

UPLC ile yapılan çalışmada kullanılan vanillik asit fenolik bileşimine ait kalibrasyon eğrisi Şekil 4.17'de verilmiştir.



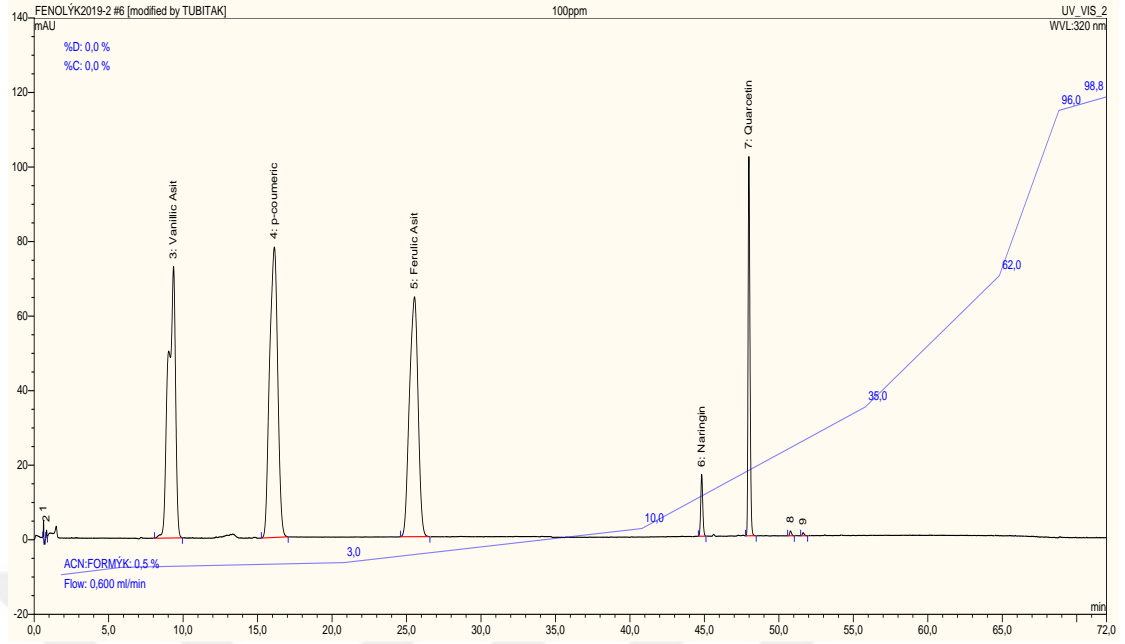
Şekil 4.17. Vanilik asit standardına ait kalibrasyon eğrisi

Yaban mersini çeşitlerine ait standart fenolik bileşiklerinin 280 nm deki UPLC kromatogramları Şekil 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.18. Standart fenolik bileşiklerinin 280 nm dalga boyundaki UPLC kromatogramları

Yaban mersini çeşitlerine ait standart fenolik bileşiklerinin 320 nm deki UPLC kromatogramları Şekil 4.19'da verilmiştir.



**Şekil 4.19.** Standart fenolik bileşiklerinin 320 nm dalga boyunda UPLC kromatogramları

Yapılan çalışma da vanilik asit miktarı yaban mersini çeşitlerinde 1,30 mg/kg'ın altında belirlenmiştir. Şiringik asit miktarı ise Bluegold, Uludağ 1 ve Uludağ 2 çeşitlerinde 2,4 mg/kg belirlenirken diğer çeşitlerde 1,64 mg/kg'ın altında tespit edilmiştir.

Yaban mersini çeşitlerinde kuersetin miktarı 3,7-18,7 mg/kg, naringin miktarı 2,5-108,7 mg/kg, *p*-kumarik asit miktarı 2,7-100,2 mg/kg ve ferulik asit miktarı 12,5-147,9 mg/kg aralığında değişmektedirler (Çizelge 4.11.). *P*-kumarik asit ve ferulik asit içerikleri incelendiğinde en yüksek değer Patriot çeşidine, en düşük değer ise Bluecrop çeşidine ait olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin naringin içeriğine bakıldığında Bluegold çeşidi 108,7 mg/kg ile diğer çeşitlere göre yüksek bir değer vermiştir. Yaban mersini çeşitlerinin kuersetin miktarları birbirine yakın değerler vermiştir. Meyvelerin kuersetin miktarları küçükten büyüğe doğru Bluecrop < Blueray < Patriot < Uludağ 2 < G.Traube < Bluegold < Uludağ 1 < Brigitta şeklinde sıralanmaktadır.

**Çizelge 4.10.** Yaban mersini çeşitlerinin fenolik bileşik içeriği

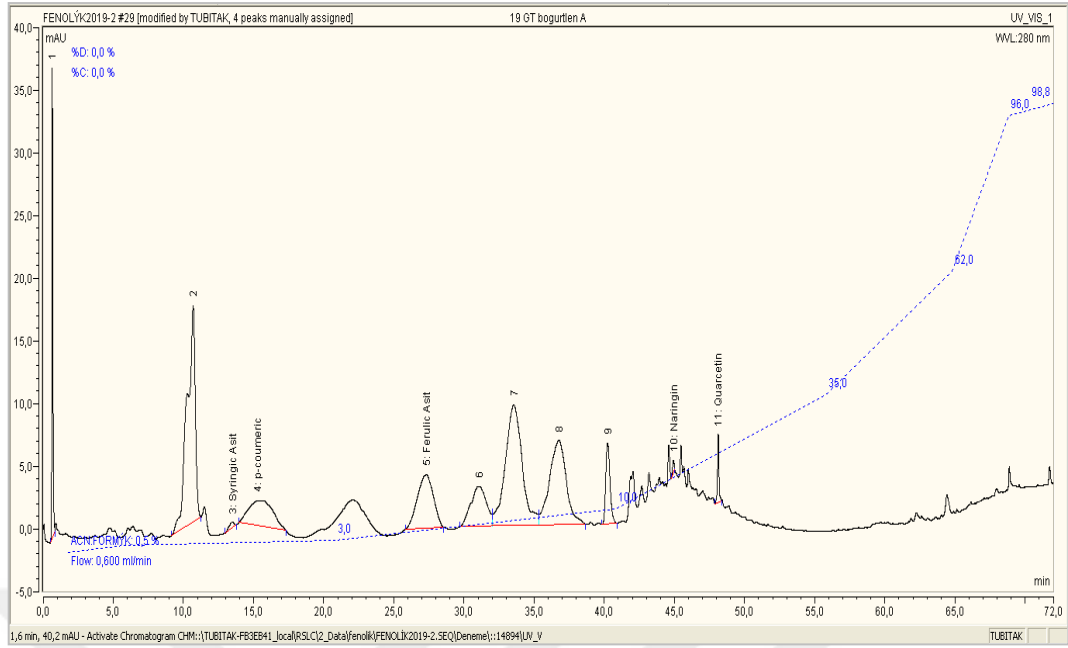
Örnek	Kuersetin (mg/kg)	Şiringik Asit (mg/kg)	Naringin (mg/kg)	<i>p</i> -Kumarik Asit (mg/kg)	Ferulik Asit (mg/kg)	Vanilik Asit (mg/kg)
<b>G. Traube</b>	7,8 ± 0,8 <sup>D</sup>	<1,64	21,1±2,4 <sup>D</sup>	44,5±0,9 <sup>B</sup>	73,3±1,4 <sup>C</sup>	<1,30
<b>Blueray</b>	5,3 ± 0,1 <sup>E</sup>	<1,64	39,0±3,1 <sup>B</sup>	3,0±0,1 <sup>G</sup>	17,6±2,3 <sup>F</sup>	<1,30
<b>Brigitta</b>	18,7 ± 1,4 <sup>A</sup>	<1,64	13,2±0,5 <sup>E</sup>	41,4±2,2 <sup>C</sup>	89,4±5,2 <sup>B</sup>	<1,30
<b>Patriot</b>	7,0 ± 0,9 <sup>D</sup>	<1,64	32,3±2,8 <sup>C</sup>	100,2±0,5 <sup>A</sup>	147,9±2,7 <sup>A</sup>	<1,30
<b>Bluegold</b>	13,1 ± 0,4 <sup>C</sup>	2,4±0,2 <sup>A</sup>	108,7±2,1 <sup>A</sup>	35,4±1,1 <sup>D</sup>	72,2±6,1 <sup>C</sup>	<1,30
<b>Bluecrop</b>	3,7 ± 0,1 <sup>F</sup>	<1,64	15,1±0,9 <sup>E</sup>	2,7±0,3 <sup>G</sup>	12,5±0,2 <sup>F</sup>	<1,30
<b>Uludağ 1</b>	14,4 ± 0,2 <sup>B</sup>	2,4±0,3 <sup>A</sup>	2,5±0,1 <sup>G</sup>	31,2±0,1 <sup>E</sup>	66,2±3,1 <sup>D</sup>	<1,30
<b>Uludağ 2</b>	7,6 ± 0,8 <sup>D</sup>	2,4±0,0 <sup>A</sup>	7,3±0,3 <sup>F</sup>	22,9±2,3 <sup>F</sup>	36,3±1,2 <sup>E</sup>	<1,30
<b>Min-Max</b>	3,70-18,70		2,50-108,70	2,70-100,20	12,50-147,90	
<b>Ort. ± SD</b>	9,70±5,14		29,90±34,09	35,16±30,73	64,42±43,77	

Farklı harfler, örnekler arasındaki farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

Literatür incelendiğinde yaban mersini meyvesinin fenolik bileşiklerinden *p*-kumarik asit, ferulik asit ve kuersetin'in belirlenmesi amacıyla Jakobek ve ark. (2007), Pertuzatti ve ark. (2012), Wang ve ark. (2017), Hakkinen ve ark.'nın (1999) çalışmalar yürüttüğü görülmüştür. Bu çalışmalar ayrı ayrı incelendiğinde;

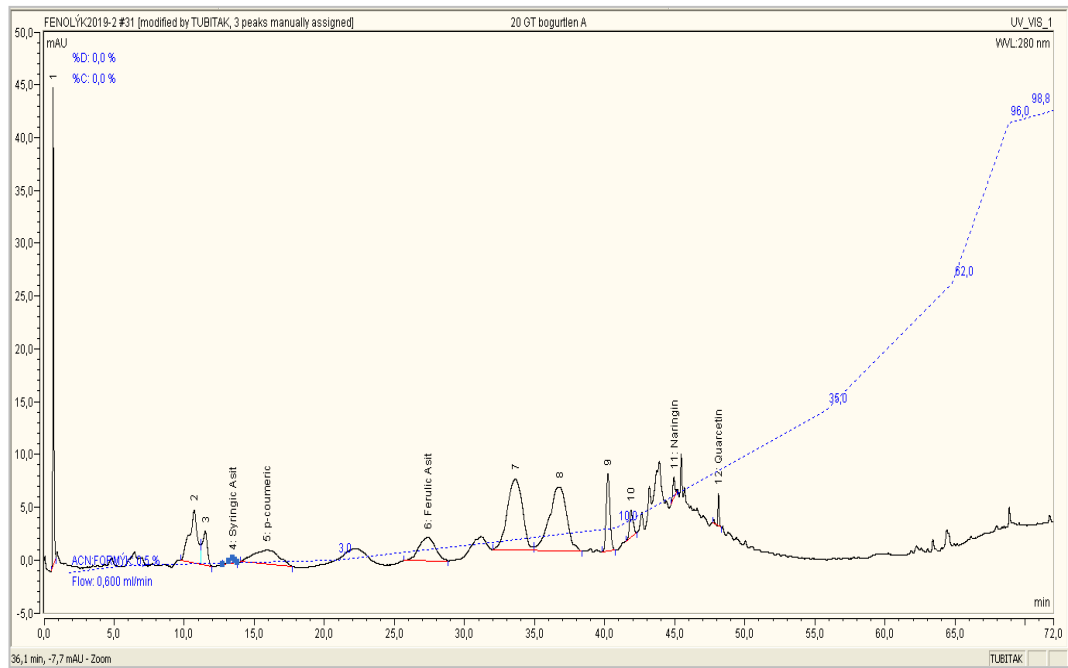
Jakobek ve ark. (2007) Slovenya da yetiştirilmiş yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*) meyvesinden elde ettikleri metanol ekstraktında HPLC ile çalışmışlardır. Çalışma sonucunda 54,90 mg/kg *p*-kumarik asit, 9,57 mg/kg ferulik asit ve 136,97 mg/kg kuersetin belirlemişlerdir.

Uludağ 1 çeşidine ait fenolik bileşiklerin 280 nm deki UPLC kromatogramı Şekil 4.20'de verilmiştir.



**Şekil 4.20.** Uludağ 1 örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı

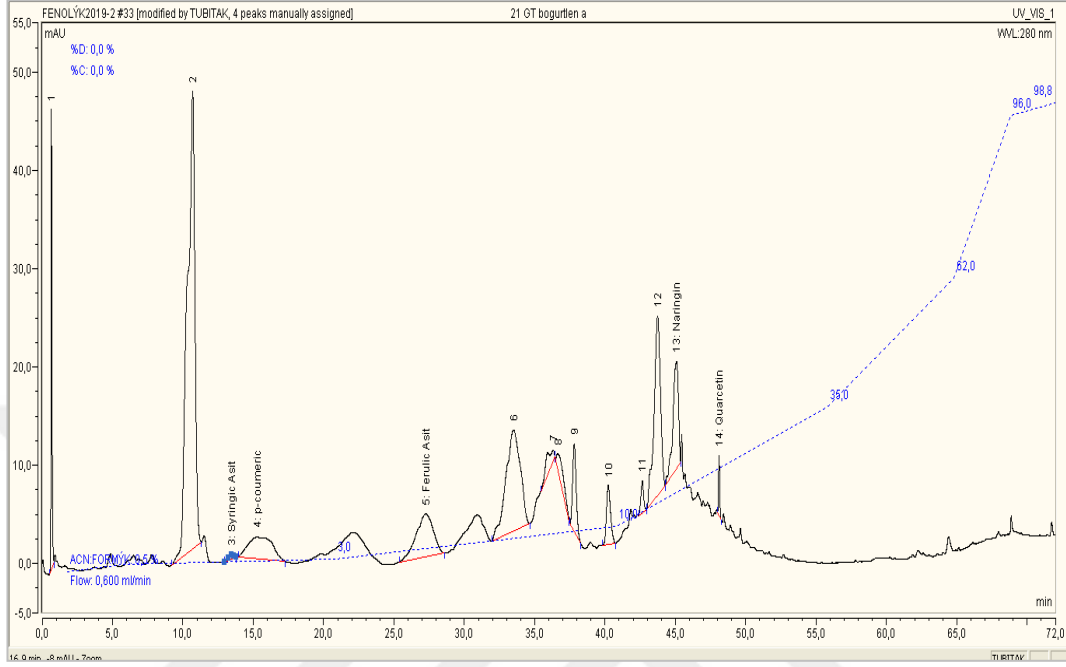
Uludağ 2 çeşidine ait fenolik bileşiklerin 280 nm deki UPLC kromatogramı Şekil 4.21'de verilmiştir.



**Şekil 4.21.** Uludağ 2 örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı



Bluegold çeşidine ait fenolik bileşiklerin 280 nm deki UPLC kromatogramı Şekil 4.22'de verilmiştir.



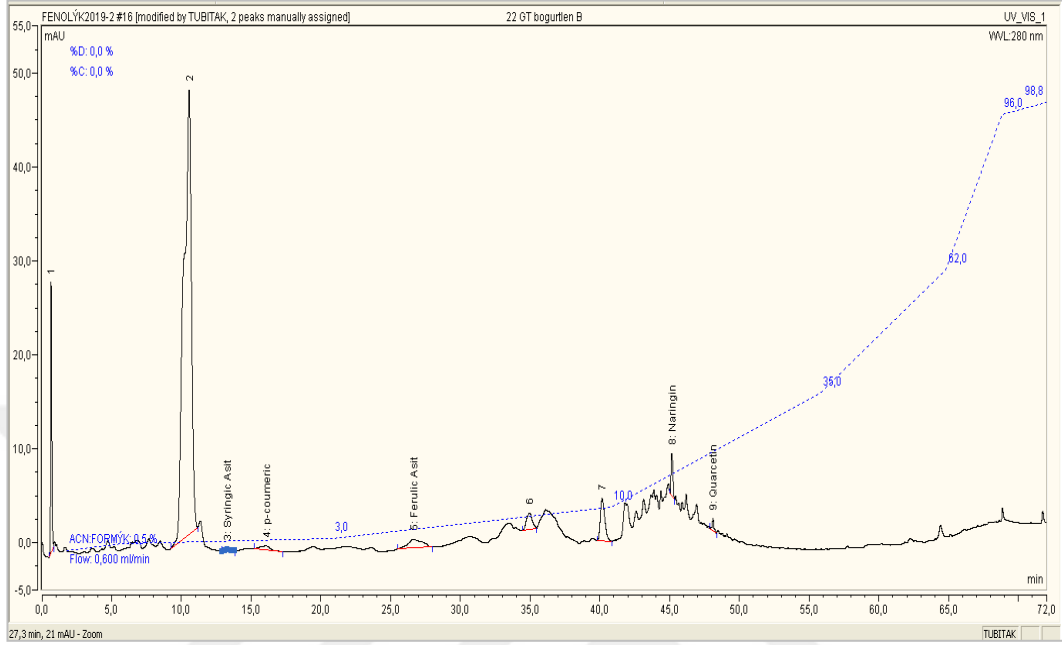
Şekil 4.22. Bluegold örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı

Pertuzatti ve ark. (2012) Brezilya da yetiştirilmiş yaban mersini (*Vaccinium ashei*) meyvelerinin metanol ekstraktların da HPLC ile çalışmışlardır. Çalışma sonucunda 1,58-16,80 mg/100g *p*-kumarik asit, 0,48-12,46 mg/100g ferulik asit ve 7,04-56,29 mg/100g kuersetin belirlemişlerdir.

Wang ve ark. (2017) Çin de yetiştirilmiş yaban mersini meyvelerinin metanol (%2 formik asit) ekstraktlarında HPLC-DAD ve HPLC-MS<sup>2</sup> cihazları ile çalışmışlardır. Çalışma sonucunda 80,7-225,2 µg/100g *p*-kumarik asit, 26,7-185,5 µg/100g ferulik asit ve 202,8-266,7 µg/100g kuersetin belirlemişlerdir.

Hakkinen ve ark. (1999) Finlandiya da yetiştirilmiş yaban mersini (*Vaccinium corymbosum*) meyvelerinin metanol ekstraktlarında HPLC cihazı ile çalışmışlardır. Çalışma sonucunda 0-0,7 mg/100 g *p*-kumarik asit, 0,2-0,8 mg/100 g ferulik asit ve 10,5-16,0 mg/100 g kuersetin belirlemişlerdir.

Bluecrop çeşidine ait fenolik bileşiklerin 280 nm deki UPLC kromatogramı Şekil 4.23'de verilmiştir.

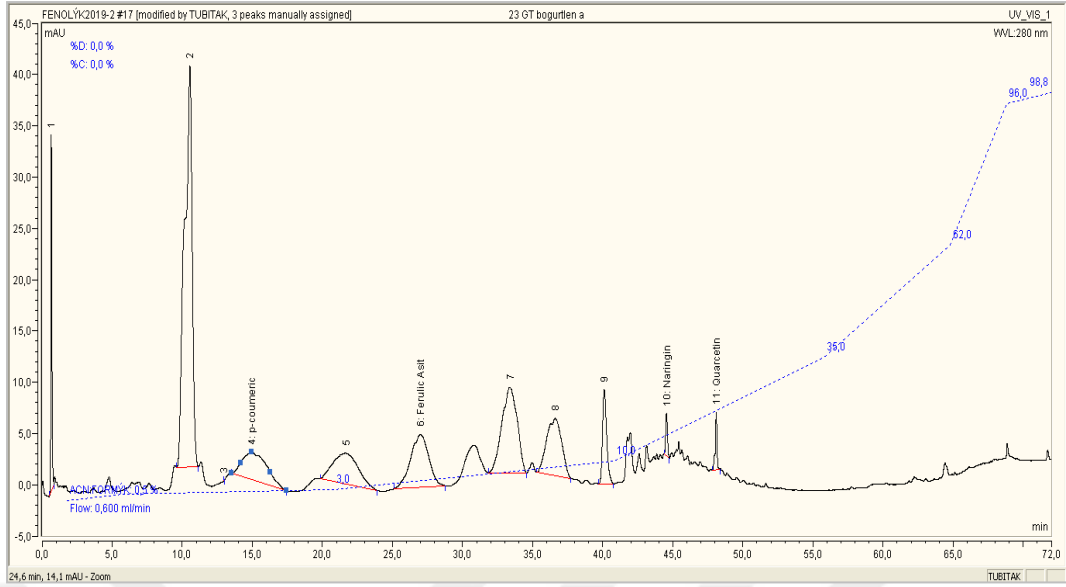


**Şekil 4.23.** Bluecrop örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı

Ayrıca İtalya da yetiştirilmiş yaban mersini (*Vaccinium corymbosum* L.) meyvelerinin sularında Brambilla ve ark. (2008) HPLC cihazı ile çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada su: formik asit (90:10, v/v) ve aseton: su: formik asit (60:30:10, v/v/v) ekstraktlarında 1,4-2,7 mg/100 mL kuersetin tespit etmişlerdir.

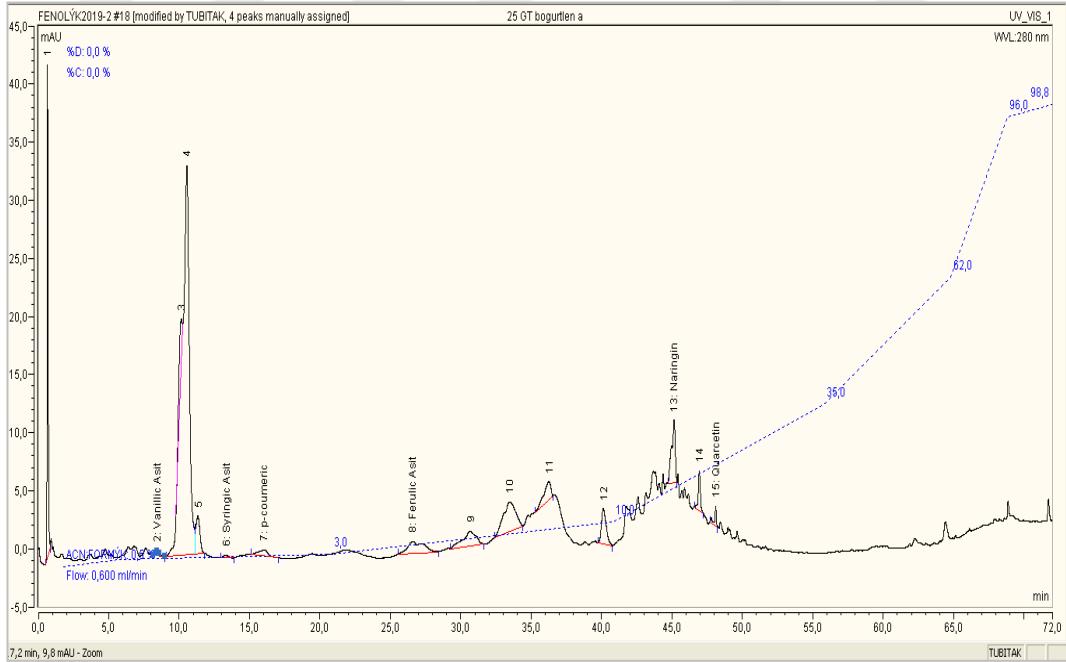
Martineau ve ark. (2006) Kanada da yetişen yabancı yaban mersini (*Vaccinium angustifolium*) meyvesinin etanol ekstraktında HPLC-MS cihazı ile çalışmışlardır. Çalışmaları sonucunda yaban mersininde 0,07 µg/mg kuersetin tespit ederken vanilik asit tespit edememişlerdir.

Brigitta çeşidine ait fenolik bileşiklerin 280 nm deki UPLC kromatogramı Şekil 4.24'de verilmiştir.



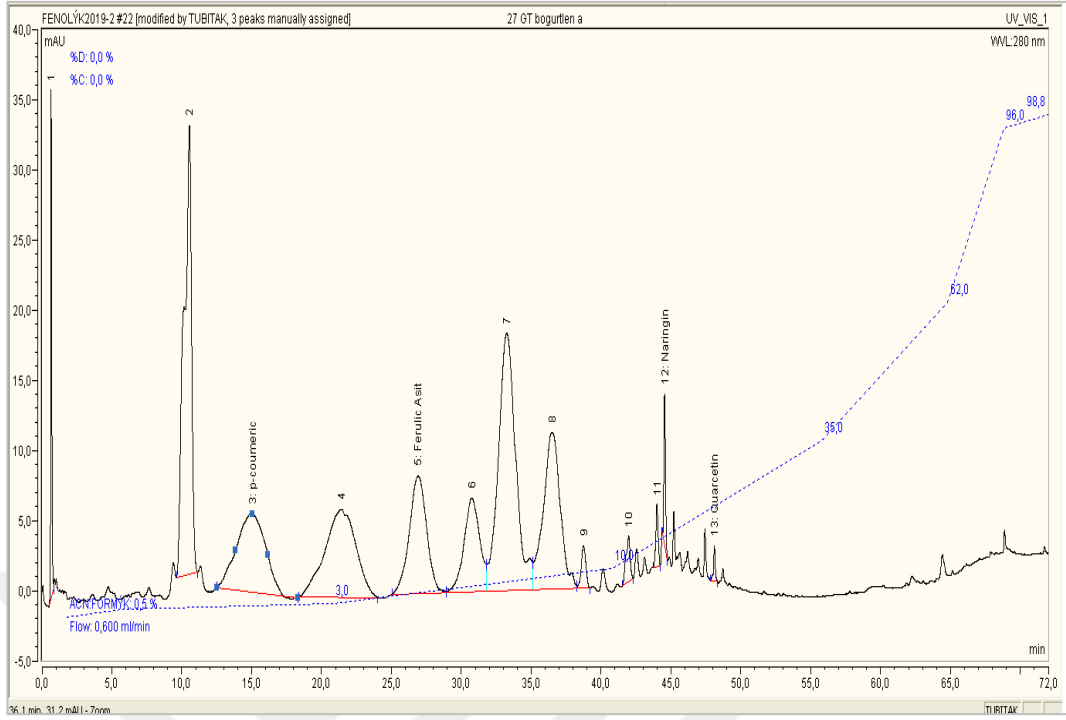
Şekil 4.24. Brigitta örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı

Blueray çeşidine ait fenolik bileşiklerin 280 nm deki UPLC kromatogramı Şekil 4.25'de verilmiştir.



Şekil 4.25. Blueray örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı





**Şekil 4.27.** Patriot örneğinin 280 nm dalga boyunda UPLC kromatogramı

Jakobek ve ark. (2007), Pertuzatti ve ark. (2012) ve Hakkinen ve ark. (1999)'nın yaptıkları çalışmalar incelendiğinde *p*-kumarik asit, ferulik asit değerleri bulduğumuz sonuçlar ile paralellik gösterirken, kuersetin miktarı daha düşük bulunmuştur. Brambilla ve ark. (2008)'nin farklı ekstraktlardan elde ettikleri kuersetin miktarı ile yakın değerler verdiği görülmüştür. Değirmencioğlu ve ark. (2017)'nin yaptıkları çalışma sonuçları incelendiğinde *p*-kumarik asit, ferulik asit, kuersetin ve naringin değerleri bulduğumuz sonuç aralığında olduğu, vanilik asit ve şiringik asit değerlerinin ise bulduğumuz sonuçlardan daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sonuçlar arasında ki farklılıkların ekstraksiyon çözeltisi (metanol, etanol, aseton), meyvenin yetiştirilme koşulları, yetiştirildiği bölge (Kanada, İtalya, Çin, Brezilya, Slovenya), meyvenin olgunluk aşaması, aldığı ışık miktarı ve meyve türüne (*Vaccinium ashei*, *Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium angustifolium*) bağlı olduğu düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ

Tez çalışmasında kullanılan yaban mersinleri türlere göre incelendiğinde,

- 1) *Vaccinium corymbosum* L. türlerinin *Vaccinium myrtillus* türlerine göre daha yüksek flavonoid içerdiği tespit edilmiştir.
- 2) Ekstrakte edilebilir toplam fenol içerikleri incelendiğinde, *Vaccinium myrtillus* türlerinin daha yüksek değerler verdiği görülürken hidrolize edilebilir fenol içeriklerinin daha düşük değerler verdiği görülmüştür.
- 3) Antioksidan kapasite testlerine bakıldığında, ABTS ve DPPH metotlarına göre *Vaccinium corymbosum* L. türlerinin ekstrakte edilebilir fenollerinin daha düşük antioksidan aktivite gösterirken hidrolize edilebilir fenollerinin daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir.
- 4) Toplam fenol ve antioksidan kapasite testlerinin biyoalınabilirlikleri incelendiğinde, toplam fenol ve ABTS analizlerinin sonuçlarına göre *Vaccinium corymbosum* L. ve *Vaccinium myrtillus* türlerinin biyoalınabilirlikleri daha yüksek bulunmuştur.

UPLC ile yapılan çalışmada belirlenen fenolik madde miktarları, tür ve çeşitler arasında farklılıklar göstermektedir. Türler baz alındığında, naringin miktarının yüksek olduğu tür *Vaccinium corymbosum* L.'dir. Bu türe ait çeşitler incelendiğinde ise Bluegold çeşidinin naringin bakımından zengin bir içeriğe sahip olduğu ve Patriot çeşidinin ise *p*-kumarik asit ve ferulik asit bakımından zengin bir içeriğe sahip olduğu dikkat çekmektedir. Şiringik asit sonuçlarına bakıldığında ise *Vaccinium myrtillus* türünde ve *Vaccinium corymbosum* L. türüne ait Bluegold çeşidinde tespit edilebildiği görülmektedir.

Tez çalışmasında kullanılan yaban mersini meyvelerinin aynı yerden temin edildiği dikkate alındığında yükseklik ve yetiştirme koşullarının, kimyasal içeriklerini nasıl etkilediği ile ilgili meyveler arasında herhangi bir değerlendirme yapmanın doğru olmayacağı düşünülmektedir. Çevre koşulları göz ardı edildiğinde sonuçlardaki farklılıklarda bitkilerin aldığı ışık miktarı, bitki genetiği, olgunluk dereceleri, depolama koşulları, cins ve türlerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- AOAC. 1990.** Official methods of analysis of association of official analytical chemists. Washington, DC, USA.
- Aksoy, L., Kolay, E., Ağılönü, Y., Aslan, Z., Kargioğlu, M. 2013.** Free radical scavenging activity, total phenolic content, total antioxidant status, and total oxidant status of endemic *Thermopsis turcica*. *Saudi Journal of Biological Sciences*,20: 235–239.
- Alam, Md. N., Bristi, N. J., Rafiquzzaman, Md. 2013.** Review on in vivo and in vitro methods evaluationof antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21: 143–152.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A. 2010.** Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri. Enstitüsü Dergisi*, 26(4): 401-409.
- Ali, S. S., Kasoju, N., Luthra, A., Singh, A., Sharanabasava, H., Sahu, A., Bora, U. 2008.** Indian Medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Research*, 41: 1-15.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S. E. 2005.** 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. *J Agr Food Chem*, 52: 7970-81.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, E. S., Bektaşoğlu, B., Berker, I. K., Özyurt, D. 2007.** Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. *Molecules*, 12:1496-1547.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Bektaşoğlu, B. K. 2008.** Antioksidan tayin yöntemleri ve Cuprac yöntemine güncel katkılar. IV. Ulusal Analitik Kimya Kongresi Bildirisi, 25-27 Haziran 2008, sayfa 5, Elazığ.
- Arteel, G.E. 2003.** Oxidants and antioxidants in alcohol induced liver disease. *Gastroenterol*, 124: 778–790.
- Ateş, S. 2011.** Trabzon ili Hayrat ilçesinde organik olarak yetişmekte olan bazı maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşitlerinin büyüme, gelişme ve verim özelliklerinin saptanması. *Yüksek Lisans Tezi*, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun.
- Ayaz, F. A., Kadioğlu, A., Bertoft, E., Acar, C., Turna, İ. 2001.** Effect of fruit maturation on sugar and organic acid composition in two blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* and *V. myrtillos*) native to Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science.*, 29:137-141.
- Ayaz, F. A., Hayırhoğlu-Ayaz, S., Gruz, J., Novak, O., Strnad, M. 2005.** Separation, Characterization, and Quantitation of Phenolic Acids in a Little-Known Blueberry (*Vaccinium arctostaphylos* L.) Fruit by HPLC-MS. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 8116-8122.
- Baba, A., Malik, S. A. 2015.** Determination of total phenolic and flavonoid content, antimicrobialand antioxidant activity of a root extract of *Arisaema jacquemontii* Blume. *Journal of Taibah University for Science*, 9: 449–454.
- Barnes, J. S., Nguyen, H. P., Shen, S., Schug, K. A. 2009.** General method for extraction of blueberry anthocyanins and identification using high performance liquid chromatography–electrospray ionization-ion trap-time of flight-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A.*, 1216: 4728–4735.

- Blenford, D. 1995.** Bioavailability is key to nutrient effectiveness. *Food Ingrid Process Int.*, 17: 28-30.
- Boskou, G., Salta, F. N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A., Andrikopoulos, N. K. 2006.** Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. *Food Chemistry*, 94: 558-564.
- Brambilla, A., Scalzo, R. L., Bertolo, G., Torreggiani, D. 2008.** Steam-Blanched Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Juice: Phenolic Profile and Antioxidant Capacity in Relation to Cultivar Selection. *J. Agric. Food Chem.*, 56:2643–2648.
- Buchert, J., Koponen, J. M., Suutarinen, M., Mustranta, A., Lille, M., Torronen, R., Poutanen, K. 2005.** Effect of enzyme-aided pressing on anthocyanin yield and profiles in bilberry and blackcurrant juices. *J Sci Food Agric.*, 2548–2556. DOI: 10.1002/jsfa.2284.
- Bunea, A., Rugina, D. O., Pinte, A. M., Sconta, Z., Bunea, C. I., Socaciu, C. 2011.** Comparative Polyphenolic Content and Antioxidant Activities of Some Wild and Cultivated Blueberries from Romania. *Not Bot Horti Agrobi.*, 39(2): 70-76.
- Büyüktuncel, E. 2013.** Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17: 93-103.
- Cárdenas, A., Gomez, M., Frontana, C. 2014.** Electrochemical method to quantify Antioxidants employing Cupric Reducing Antioxidant Capacity, CUPRAC. *Procedia Chemistry*, 12: 62 – 65.
- Cebeci, F. 2012.** Maviyemiş, yulaf ezmesi ve sütün matriks etkisinin polifenolikler, antioksidan aktivite ve potansiyel biyoyararlılık üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Cemeroğlu, B. 2010.** Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara, s: 657.
- Cho, M. J., Howard, L. R., Prior, R. L., Clark, J. R. 2004.** Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *J Sci Food Agric.*, 84: 1771–1782. DOI: 10.1002/jsfa.1885.
- Çelik, H. 2013.** Maviyemiş. *Bahçe Haber*, 2 (1).
- Değirmencioglu, N., Gürbüz, O., Karatepe, G. E., İrkin, R. 2017.** Influence of hot air drying on phenolic compounds and antioxidant capacity of blueberry (*Vaccinium myrtillus*) fruit and leaf. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 90: 115 - 125.
- Du, X., Plotto, A., Song, M., Olmstead, J., Rouseff, R. 2011.** Volatile Composition of Four Southern Highbush Blueberry Cultivars and Effect of Growing Location and Harvest Date. *J. Agric. Food Chem.*, 59: 8347–8357.
- Ehlenfeldt, M.K., Prior, R.L. 2001.** Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentrations in fruit and leaf tissues of highbush blueberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 2222-2227.
- Fernandez-Garcia, E., Carvajal-Lerida, I., Perez-Galvez, A. 2009.** In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutrition research.*, 29 (11): 751-60.
- Fidrianny, I., Windyaswari, A. S., Wirasutisna, K. R. 2013.** Antioxidant capacities of various leaves from five colours varieties of sweet potatoes tubers using ABTS,



- DPPH assays and correlation with total flavonoid, phenolic, carotenoid content. *Research Journal of Medicinal Plant.*, 7: 130-140.
- Fredes, C., Montenegro, G., Zoffoli, J. P., Santander, F., Robert, P. 2014.** Comparison of the total phenolic content, total anthocyanin content and antioxidant activity of polyphenol-rich fruits grown in Chile. *Cien. Inv. Agr.*, 41(1): 49-60.
- Giovanelli, G., Buratti, S. 2009.** Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry.*, 112: 903–908.
- Goujot, D., Cuvelier, M. E., Soto, P., Courtois, F. 2019.** A stoichio-kinetic model for a DPPH -ferulic acid reaction. *Talanta*, 196: 284–292.
- Göktaş, G. 2013.** Yaban mersini (*Vaccinium myrtillus/Vaccinium corymbosum*) fenolik bileşiklerinin LC-MS/MS ile belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Hakkinen, S., Heinonen, M., Karenlampi, S., Mykkaanen, H., Ruuskanen, J., Torroren, R. 1999.** Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International.*, 32: 345-353.
- Holst, B., Williamson, G. 2008.** Nutrients and phytochemicals: from bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants. *Current Opinion in Biotechnology.*, 19 (2): 73-82.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R. L. 2005.** The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 53: 4303-4310.
- Huang, W., Zhang, H., Liu, W., Li, C. 2012.** Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. *J Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol).*, 13(2): 94-102.
- İstek, N., Gürbüz, O. 2017.** Investigation of the impact of blueberries on metabolic factors influencing health. *Journal of Functional Foods*, 38: 298–307.
- Jakobek, L., Seruga, M., Novak, İ., Medvidovic-Kosanovic, M. 2007.** Flavonols, Phenolic Acids and Antioxidant Activity of Some Red Fruits. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau: Zeitschrift für Lebensmittelkunde und Lebensmittelrecht.*, 103(8): 1-10.
- Jovancevic, M., Balijagic, J., Menkovic, N., Savikin, K., Zdunic, G., Jankovic, T., Dekic-İvankovic, M. 2011.** Analysis of phenolic compounds in wild populations of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) from Montenegro. *Journal of Medicinal Plants Research.*, 5(6): 910-914.
- Kalt, W., McDonald, J. E. 1996.** Chemical Composition of Lowbush Blueberry Cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 121(1): 142-146.
- Kampuse, S., Sne, E., Sterne, D., Krasnova, İ. 2009.** Chemical composition of highbush blueberry cultivars. *Latvian Journal of Agronomy / Agronomija Vestis.*, 12: 53-59.
- Kandi, S., Charles, A. L. 2019.** Statistical comparative study between the conventional DPPH% spectrophotometric and dropping DPPH% analytical method without spectrophotometer: Evaluation for the advancement of antioxidant activity analysis. *Food Chemistry*, 287, 338–345.
- Koca, İ., Karadeniz, B. 2009.** Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the Black Sea Region of Turkey. *Scientia Horticulturae.*, 121: 447–450.
- Kolaç, T., Gürbüz, P., Yetiş, G. 2017.** Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. *İ.Ü. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 5(1).
- Krikorian, R., Shidler, M. D., Nash, T. A., Kalt, W., Vinqvist-Tymchuk, M. R., Shukitt-Hale, B., Joseph, J. A., 2010.** Blueberry supplementation improves memory in older adults. *J. Agric. Food Chem.*, 58 (7): 3996-4000. doi:10.1021/jf9029332.

- Krzewinska, D. 2004.** The benefits of *Vaccinium* species in ecological production. *J. Fruit Ornam. Plant Res. Special ed.*, 12: 4961.
- Lacombe, A., Wu, V. C. H., White, J., Tadepalli, S., Enroe, A. 2012.** The antimicrobial properties of the lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium*) fractional components against foodborne pathogens and the conservation of probiotic *Lactobacillus rhamnosus*. *Food Microbiology*, 30: 124-131.
- Latti, A. K., Kainulainen, P. S., Hayırhoğlu-Ayaz, S., Ayaz, A. A., Riihinen, K. R. 2009.** Characterization of Anthocyanins in Caucasian Blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* L.) Native to Turkey. *J. Agric. Food Chem.*, 57: 5244–5249. DOI:10.1021/jf9005627.
- Li, D., Li, B., Ma, Y., Sun, X., Lin, Y., Meng, X. 2017.** Polyphenols, anthocyanins, and flavonoids contents and the antioxidant capacity of various cultivars of highbush and half-high blueberries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62: 84–93.
- Lussignoli, S., Fraccarolli, M., Andriolli, G., Brocco, G., Bellavite, P. 1999.** A microplate-based colorimetric assay of the total peroxyl radical trapping capability of human plasma. *Analytic Biochemistry*, 269: 38-44.
- Määttä-Riihinen, K. R., Kamal-Eldin, A., Mattila, P. H. 2004.** Gonzalez-Paramas, A.M.; Törrönen, A.R. Distribution and contents of phenolic compounds in eighteen Scandinavian berry species. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 52: 4477-4486.
- Marinova, D., Ribarova, F., Atanassova, M. 2005.** Total phenolics and flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy.*, 40(3): 55-260.
- Martineau, L. C., Couturea, A., Spoor, D., Benhaddou-Andaloussia, A., Harrisc, C., Meddaha, B., Leduca, C., Burt, A., Vuonga, T., Lea, P. M., Prentkie, M., Bennett, S. A., Arnason, J. T., Haddad, P. S. 2006.** Anti-diabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. *Phytomedicine.*, 13: 612–623.
- Medeiros, J. G. S., Biasi, L. A., Bona, C. M., Cuquel, F. L. 2018.** Phenology, production and quality of blueberry produced in humid subtropical climate. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal.*, 40 (3): 520.
- Michalska, A., Lysiak, G. 2015.** Bioactive Compounds of Blueberries: Post-Harvest Factors Influencing the Nutritional Value of Products. *Int. J. Mol. Sci.*, 16: 18642-18663. Doi:10.3390/ijms160818642.
- Miles, T. D., Vandervoort, C., Nair, M. G., Schilder, A. C. 2013.** Characterization and biological activity of flavonoids from ripe fruit of an anthracnose resistant blueberry cultivar. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 83: 8-16.
- Moze, S., Polak, T., Gasperlin, L., Koron, D., Vanzo, A., Ulrih, N. P., Abram, V. 2011.** Phenolics in Slovenian Bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, 59(13): 6998-7004.
- Nile, S. H., Park, S. W. 2014.** Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition.*, 30: 134–144.
- Norberto, S., Silva, S., Meireles, M., Faria, A., Pintado, M., Calhau, C. 2013.** Blueberry anthocyanins in health promotion: A metabolic overview. *Journal of Functional Foods.*, 5: 1518-1528.
- Okan, T. O., Varlıbaş, H., Öz, M., Deniz, İ. 2013.** Antioksidan analiz yöntemleri ve Doğu Karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir odun dışı bazı bitkisel ürünler. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1): 48-59.

- Özyürek, M., Güçlü, K., Apak, R. 2011.** The main and modified CUPRAC methods of antioxidant measurement. *Trends in Analy. Chem.*, 30(4): 652-664.
- Pavithra, K., Vadivukkarasi, S. 2015.** Evaluation of free radical scavenging activity of various extracts of leaves from *Kedrostis foetidissima* (Jacq.) Cogn. *Food Science and Human Wellness*, 4: 42–46.
- Pertuzattia, P. B., Barciaa, M. T., Jacquesa, A. C., Vizzottob, M., Godoyc, H. T., Zambiazid, R. C. 2012.** Quantification of Several Bioactive Compounds and Antioxidant Activities of Six Cultivars of Brazilian Blueberry. *The Natural Products Journal*, 2:188-195.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., and Gordon, M. 2001.** Antioxidants in food: Practical Applications. 2, 7, 44, 47, 48, 51, 72, 73. 1st Edition, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC, USA.
- Prior, R. L., Cao, G. 1999.** Assessing antioxidant capacity in plant foods. *Free Radical Bio Med.*, 27.
- Prior, R. L., Lazarus, S. A., Cao, G., Muccitelli, H., Hammerstone, J. F. 2001.** Identification of procyanidins and antocyanins in blueberries and cranberries (*Vaccinium* spp.) using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49: 1270-1276.
- Prior, R. L., Wu, X., Schaich, K. 2005.** Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (10): 4290-4302.
- Prior, R. L., Wu, X., Gu, L., Hager, T. J., Hager, A., Howard, L. R. 2008.** Whole berries versus berry anthocyanins: Interactions with dietary fat levels in the C57BL/6J mouse model of obesity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (3): 647–653.
- Rodrigues, E., Poerner, N., Rockenbach, I. I., Gonzaga, L. V., Mendes, C. R., Fett, R. 2011.** Phenolic compounds and antioxidant activity of blueberry cultivars grown in Brazil. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas.*, 31(4): 911-917.
- Samad, N. B., Debnath, T., Ye, M., Hasnat, M. A., Lim, B. O. 2014.** In vitro antioxidant and anti-inflammatory activities of Korean blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts. *Asian Pac J Trop Biomed.*, 4(10): 807-815.
- Sanchez-Moreno, C. 2002.** Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Science and Technology International*, 8 (3): 121-137.
- Saral, Ö., Ölmez, Z., Şahin, H. 2015.** Comparison of Antioxidant Properties of Wild Blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* L. and *Vaccinium myrtillus* L.) with Cultivated Blueberry Varieties (*Vaccinium corymbosum* L.) in Artvin Region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology.*, 3(1): 40-44.
- Sas, K., Robotka, H., Toldi, J., Vecsei, L. 2007.** Mitochondrial, metabolic disturbances, oxidative stress and kynurenine system, with focus on neurodegenerative disorders. *J. Neurol. Sci.*, 257: 221–239.
- Scholz, S., Williamson, G. 2007.** Interactions affecting the Bioavailability of dietary polyphenols in vivo. *Int J Vit Nut Res.*, 77: 224-235.
- Sellappan, S., Akoh, C. C., Krewer, G. 2002.** Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Georgia-Grown Blueberries and Blackberries. *J. Agric. Food Chem.*, 50:2432-2438.
- Seymour, E. M., Tanone, I. I., Urcuyo-Llanes, D. E., Lewis, S. K., Kirakosyan, A., Singh, U., Jialal, I. 2006.** Oxidative stress and atherosclerosis. *Pathophysiology*, 13: 129–142.

- Shaheen, G., Noreen, S. 2016.** Health Promoting Potential Benefits of Vaccinium Macrocarpon. *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*, 4 (05): 127-134.
- Shahidi, F., Naczki, M. 1995.** Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications. Technomic Publishing Company, Inc.: Lancaster, PA.
- Shen, X., Sun, X., Xie, Q., Liu, H., Zhao, Y., Pan, Y., Hwang, C. A., Wu, V. C. H. 2014.** Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis*. *Food Control*, 35: 159-165.
- Skupien, K. 2006.** Evaluation of chemical composition of fresh and frozen blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus.*, 5(1): 19-25.
- Souza, V. R., Pereira, P. A. P., Silva, T. L. T., Lima, L. C. O., Pio, R., 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.
- Song, G. Q., Hancock, J. F. 2011.** Vaccinium. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Temperate Fruits*. DOI 10.1007/978-3-642-16057-8\_10.
- Su, M. S., Chien, P. J. 2010.** Aroma impact components of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) vinegars. *Food Chemistry.*, 119: 923–928.
- Su, Z. 2012.** Anthocyanins and Flavonoids of *Vaccinium* L. *Pharmaceutical Crops.*, 3:7-37.
- Türkben, C., Barut, E., İncedayı, B. 2008.** Investigations on population of blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Uludag (Mount Olympus) in Bursa, Turkey. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 41–44.
- Upston, J. M., Kritharides, L., Stocker, R. 2003.** The role of vitamin E in atherosclerosis. *Prog. Lipid Res.*, 42: 405–422.
- Vasco, C. 2009.** Phenolic Compounds in Ecuadorian Fruits. *Doktora Tezi*, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Food Science, Uppsala.
- Vitali, D., Dragojević, I. V., Šebečić, B. 2009.** Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 4: 1462-1469.
- Vuong, T., Benhaddou-Andaloussi, A., Brault, A., Harbilas, D., Martineau, L. C., Vallerand, D., ... Haddad, P. S. 2009.** Antiobesity and antidiabetic effects of biotransformed blueberry juice in KKA(y) mice. *International Journal of Obesity*, 33 (10): 1166–1173.
- Wang, S. Y., Chen, C. T., Sciarappa, W., Wang, C. Y., Camp, M. J. 2008.** Fruit Quality, Antioxidant Capacity, and Flavonoid Content of Organically and Conventionally Grown Blueberries. *J. Agric. Food Chem.*, 56: 5788–5794.
- Wang, H., Guo, X., Hu, X., Li, T., Fu, X., Liu, R. H. 2017.** Comparison of phytochemical profiles, antioxidant and cellular antioxidant activities of different varieties of blueberry (*Vaccinium spp.*). *Food Chemistry.*, 217: 773–781.
- Widy-Tyszkiewicz, E. 2015.** Assessment report on *Vaccinium myrtillus* L., fructus. *Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC)*. 1-7.
- Willeman, H., Hance, P., Fertin, A., Voedts, N., Duhal, N., Goossens, J. F., Hilbert, J. L. 2014.** A method for the simultaneous determination of chlorogenic acid and sesquiterpene lactone content in industrial chicory root foodstuffs. *The Scientific World Journal*, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/583180>.

- Wrolstad, R. E., Durst, R. W., Lee, J. 2005.** Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 423-428.
- Yıldız, A. 2011.** Trabzon yöresine ait yaban mersini (*vaccinium myrtillus* L.)'nin HPLC ile fenolik yapısının aydınlatılması ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Trabzon.
- Yıldız, S. 2012.** Ülkemizde doğal olarak yetişen ve kültüre alınan *Vaccinium spp.* türlerinin fenolik bileşiklerinin ve antioksidan kapasitelerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- You, Q., Wang, B., Chen, F., Huang, Z., Wang, X., Luo, P. G. 2011.** Comparison of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberries in selected cultivars. *Food Chemistry.*, 125: 201–208.
- Zhang, L., Ma, J., Pan, K., Go, V. L. W., Chen, J., You, W. 2005.** Efficacy of Cranberry Juice on *Helicobacter pylori* Infection: a Double-Blind, Randomized Placebo-Controlled Trial. *Helicobacter.*, 10 (2): 139-145.
- Zhang, L., Yue, P., Jiang, J., Fan, J., Gao, X. 2016.** Effect of phenolic compounds on antioxidant activity in 8 blueberry (*vaccinum spp.*) juices. *Carpathian Journal of Food Science and Technology.*, 8(2): 178-186.
- Zielinska, M., Michalska, A. 2016.** Microwave-assisted drying of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits: Drying kinetics, polyphenols, anthocyanins, antioxidant capacity, colour and texture. *Food Chemistry.*, 212: 671–680.
- Zorenc, Z., Veberic, R., Stampar, F., Koron, D., Mikulic-Petkovseki, M. 2016.** Changes in berry quality of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during the harvest season. *Turk J Agric For.*, 40: 855-864.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gizem YÖRÜK  
Doğum Yeri ve Tarihi : Van, 30.10.1993  
Yabancı Dil : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise : Balıkesir Lisesi, 2011  
Lisans : Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, 2016  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, 2019

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :  
İletişim (e-posta) : gizemyoruk93@hotmail.com  
Yayınları :

**Ateş, M., Yılmaz, S., Yörük, G., Seven Erdemir, Ü., Şahan, Y., Guçer, Ş. 2017.** Bazı Bebek Ek Gıdalarının Antioksidan Özellikleri ve Biyoalınabilirlikleri. 10. Gıda Mühendisliği Kongresi, (Poster Bildiri) 9-11 Kasım, Antalya.

**Yıldız, E., Yörük, G., Güldaş, M., Gürbüz, O. 2018.** Mikroalg *Spirulina*'nın Besinsel Özellikleri ve Metabolizması. VII. Bilgilendirme ve AR-GE Günleri, (Poster Bildiri) 3-4 Nisan, Bursa.

**Yıldız, E., Yörük, G., Gürbüz, O., Güldaş, M., Yıldırım, A. 2018.** Antimikrobiyal Aktif Ambalajlama. VII. Bilgilendirme ve AR-GE Günleri, (Poster Bildiri) 3-4 Nisan, Bursa.

**Yılmaz, S., Ateş, M., Yörük, G., Seven Erdemir, Ü., Şahan, Y., Guçer, Ş. 2017.** Pirinç Unlarının Antioksidan Özellikleri ve Biyoalınabilirlikleri. 10. Gıda Mühendisliği Kongresi, (Poster Bildiri) 9-11 Kasım, Antalya.

**Yörük, G., Yıldız, E., Gürbüz, O., Güldaş, M. 2018.** Gıda Takviyesi Olarak *Spirulina Platensis* Üretimi ve Kullanım Alanları. VII. Bilgilendirme ve AR-GE Günleri, (Poster Bildiri) 3-4 Nisan, Bursa.