

**ÜLKEMİZDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN VE  
KÜLTÜRE ALINAN *Vaccinium* spp. TÜRLERİNİN  
FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN ve ANTIOKSİDAN  
KAPASİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**SEMANUR YILDIZ**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÜLKEMİZDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN VE KÜLTÜRE ALINAN *Vaccinium*  
spp. TÜRLERİNİN FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN ve ANTIOKSİDAN  
KAPASİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Semanur YILDIZ**

Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2012

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Semanur YILDIZ tarafından hazırlanan “Ülkemizde doğal olarak yetişen ve kültüre alınan *Vaccinium* spp. türlerinin fenolik bileşiklerinin ve antioksidan kapasitelerinin araştırılması” adlı tez çalışması Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ

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

İmza

**Üye :** Yrd. Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN, Uludağ  
Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği  
Anabilim Dalı

İmza

**Üye :** Yrd. Doç. Dr. İ. Bülent GÜRBÜZ, Uludağ  
Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi  
Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

**Prof. Dr. Kadri ARSLAN**

**Enstitü Müdürü**

.././2012

**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.**

**16.05.2012**

**Semanur YILDIZ**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ÜLKEMİZDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN VE KÜLTÜRE ALINAN *Vaccinium* spp. TÜRLERİNİN FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN ve ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

**Semanur YILDIZ**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Üzümsü meyveler, fenolik bileşikler ve antioksidan kapasiteleri açısından optimum beslenmede önemli bir yere sahiptir. Üzümsü meyveler grubuna giren yaban mersini de bu açıdan değerli meyvelerden birisidir. Ülkemizde gerek doğal olarak yetişen gerekse de kültüre alınan *Vaccinium angustifolium*, *Vaccinium corymbosum* ve *Vaccinium myrtilis* türlerinin genel kimyasal kompozisyonlarının, antioksidan kapasitelerinin ve fenolik maddelerinin araştırılması bu tez çalışmasının konusunu oluşturmaktadır. Bu bağlamda, ülkemizin 13 farklı noktasından optimum olgunlukta temin edilmiş olan yaban mersini çeşitlerinin gallik asit, (+)-kateşin, (-)-epikateşin, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, resveratrol, kamferol, kuersetin, mirisetin, morin gibi fenolik bileşiklerinin HPLC-DAD tekniği ile analiz edilerek kantitatif olarak belirlenmesi ve antioksidan kapasitelerinin ABTS, DPPH ve CUPRAC testleri kullanılarak tespit edilmesi için çalışmalar yürütülmüştür. Ülkemizdeki doğal olarak yetişen veya yetiştiriciliği yapılan yaban mersini türlerinin fenolik bileşikleri ve antioksidan kapasitelerindeki farklılıklar için elde edilen bulgular hem bölgesel düzeyde hem de çeşit bazında değerlendirilmiştir. Fenolik bileşiklerin ortalama miktarları mg/kg cinsinden sırasıyla büyükten küçüğe doğru (-)-epikateşin (100.13), mirisetin (69.06), gallik asit (39.10), kafeik asit (29.67), (+)-kateşin (20.54), resveratrol (10.00), morin (6.93), tannik asit (5.52), kuersetin (5.15), kamferol (4.07) ve p-kumarik asit (1.29) olarak belirlenmiştir. Anyalya'dan temin edilen yaban mersini türü ise antioksidan aktivite açısından en zengin tür olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yaban mersini, maviyemiş, fenolik bileşikler, antioksidan kapasite, HPLC-DAD

**2012, ix + 80 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### INVESTIGATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF NATURAL AND CULTIVATED *Vaccinium* spp. GROWN IN TURKEY

**Semanur YILDIZ**

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Berries have an important place in an optimum diet due to their phenolic compounds and antioxidant capacity. For this reason, blueberries, one of a group of small fruits, has proven to be valuable. Investigation of the general chemical composition, antioxidant capacities and phenolic compounds of both naturally growth and cultivated types as *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium angustifolium* and *Vaccinium myrtilis* in Turkey constitutes the content of this dissertation. In this respect, studies were conducted for the determination of phenolic compounds of optimally harvested blueberry types from 13 different locations. The compounds to be examined by using HPLC-DAD techniques include gallic acid, (+)-catechin, (-)-epicatechin, caffeic acid, *p*-coumaric acid, resveratrol, kaempferol, quercetin, myricetin, morin, and also antioxidant capacities by ABTS, DPPH and CUPRAC methods. Results for the differences in phenolic compounds and antioxidant capacities of naturally growth and cultivated blueberries were evaluated on the basis of both cultivars and regions. Average amounts of individual phenolic compounds have been determined (in diminishing order in mg/kg) as (-)-epicatechin (100.13), myricetin (69.06), gallic acid (39.10), caffeic acid (29.67), (+)-catechin (20.54), resveratrol (10.00), morin (6.93), tannic acid (5.52), quercetin (5.15), kaempferol (4.07) ve *p*-coumaric acid (1.29). The blueberry sample obtained from Antalya has been determined to be the richest one in terms of antioxidant capacity.

**Keywords:** Blueberry, phenolic compounds, antioxidant capacity, HPLC-DAD

**2012, ix + 80 pages.**

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyelerinden Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ yönetiminde hazırlanarak Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Yüksek Lisans tezi olarak sunulmuştur.

Yüksek lisansa başladığım ilk günden itibaren gerek ders aşamasında ve gerekse deneysel çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, destek ve ilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen, danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ'e sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım. Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyelerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a yardımlarından dolayı ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımda katkısı bulunan Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, HPLC Laboratuvarı çalışanlarından Sayın Dilek CUMBUL ve Sayın Hakan YAVAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimim süresince çalışmalarımaya yardımcı olan Uludağ Üniversitesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü Öğretim Üyelerinden Sayın Doç. Dr. Murat Ali TURAN, Sayın Doç. Dr. Hakan ÇELİK ve Araştırma Görevlisi Sayın Serhat GÜREL'e özellikle teşekkür ederim. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne de vermiş oldukları destekten dolayı ayrıca teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, hammadde temin etmemde yardımcı olan Sayın Enver ÇORUH, ve Erciyes Üniversitesi öğretim üyelerinden Sayın Mustafa DEMİRKAYA'ya da katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Yaşamımın her anında sevgi ve desteklerini hissettiren aileme de sonsuz saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Semanur YILDIZ

16.05.2012

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Üzüksü Meyveler.....	3
2.2. Yaban Mersini.....	4
2.3. Yaban Mersininin Sağlık Üzerine Etkileri.....	5
2.4. Fenolik Bileşikler.....	7
2.4.1. Hidroksisünamik asitler .....	7
2.4.2. Hidroksibenzoik asitler .....	8
2.5. Fenolik Bileşiklerin Antioksidan Aktivite İle İlişkisi.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	16
3.1. Materyal .....	16
3.2. Yöntem.....	30
3.2.1. 1000 tane ağırlığı.....	30
3.2.2. Meyve boyutu .....	30
3.2.3. Renk analizi .....	30
3.2.4. pH tayini .....	30
3.2.5. Toplam asitlik tayini .....	30
3.2.6. Toplam kurumadde tayini.....	31
3.2.7. Kül tayini .....	31
3.2.8. Yaban Mersini Ekstraktlarının Hazırlanması .....	31
3.2.9. Toplam fenol bileşikleri tayini.....	32
3.2.10. Fenol bileşiklerinin HPLC ile belirlenmesi.....	33
3.2.11. Antioksidan kapasite testleri .....	34
3.2.11.1. ABTS yöntemi ile antioksidan aktivite tayini.....	34
3.2.11.2. DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite tayini.....	36
3.2.11.3. CUPRAC yöntemi ile antioksidan aktivite tayini .....	37
3.2.12. İstatistiksel analiz .....	38
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	39
4.1. 1000 Tane Ağırlığı.....	39
4.2. Meyve Boyutu.....	39
4.3. Renk Analizi .....	39
4.4. pH Tayini .....	40
4.5. Toplam Asitlik Tayini.....	41
4.6. Toplam Kurumadde Tayini.....	41
4.7. Kül Tayini .....	42
4.8. Toplam Fenol Bileşikleri Tayini.....	42
4.9. Antioksidan Kapasite Testleri.....	43
4.9.1. ABTS yöntemi ile antioksidan aktivite tayini .....	43



4.9.2. DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite tayini .....	44
4.9.3. CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayini .....	44
4.9.4. Antioksidan aktivite sonuçlarının değerlendirilmesi .....	44
4.10. Fenol Bileşiklerinin HPLC İle Belirlenmesi .....	47
5. SONUÇ .....	67
KAYNAKLAR .....	69
ÖZGEÇMİŞ .....	79

## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
g	Gram
$\mu\text{m}$	Mikrometre
mL	Mililitre
ppm	Milyonda Bir Kısım
nm	Nanometre

### Açıklama

### Kısaltmalar

CUPRAC	Bakır İyon İndirgeme Antioksidan Kapasitesi
DAD	Diode Array Dedektör
SD	Standart Sapma
YA	Yaş Ağırlık
HPLC	Yüksek Performanslı Likit Kromatografisi
PBS	Tuzlu Fosfat Tampon
UV	Ultraviyole
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
ABTS	2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)

### Açıklama

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Bazı hidroksisinamik ve hidroksibenzoik asitlerin kimyasal yapıları.....	9
Şekil 1.2. Hidroksisinamik asitler, hidroksibenzoik asitler ve flavonoidlerin biyosentezi.....	10
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan yaban mersinlerinin hasat edildiği bölgeler ve navigasyon verileri .....	20
Şekil 3.2. Yaban mersini yetiştiriciliği yapılan bahçelerden görünüm 1 (Kutluca Köyü, Bursa).....	21
Şekil 3.3. Yaban mersini yetiştiriciliği yapılan bahçelerden görünüm 2 (Kutluca Köyü, Bursa).....	21
Şekil 3.4. Yaban mersini yetiştiriciliği yapılan bahçelerden görünüm 3 (Kutluca Köyü, Bursa).....	22
Şekil 3.5. Yüksek çalı formundaki yaban mersini ve damla sulama yöntemi .....	22
Şekil 3.6. Olgunlaşmakta olan yaban mersini.....	23
Şekil 3.7. Olgunlaşmış yaban mersini.....	23
Şekil 3.8. Uludağ'da doğal olarak yetişen alçak çalı formundaki yaban mersinleri...	24
Şekil 3.9. Berkeley (K1).....	24
Şekil 3.10. Bluejay (K2).....	25
Şekil 3.11. Bluegold (K3).....	25
Şekil 3.12. Jersey (K4).....	26
Şekil 3.13. Brigitta (K5).....	26
Şekil 3.14. Bluecrop (K6).....	27
Şekil 3.15. Kirazlıyayla (U1) .....	27
Şekil 3.16. Sarıalan (U2).....	28
Şekil 3.17. Samsun numunesi (S1).....	28
Şekil 3.18. Antalya numunesi (A1) .....	29
Şekil 3.19. ABTS yönteminin uygulanması.....	35
Şekil 4.1. ABTS ve DPPH antioksidan aktivite testlerinin karşılaştırması.....	46
Şekil 4.2. ABTS, DPPH ve CUPRAC antioksidan aktivite testlerinin karşılaştırması .....	46
Şekil 4.3. Tannik asit standardının HPLC kromatogramı .....	48
Şekil 4.4. Tannik asit için kalibrasyon eğrisi.....	48
Şekil 4.5. Epikateşin standardının HPLC kromatogramı .....	49
Şekil 4.6. Epikateşin için kalibrasyon eğrisi.....	49
Şekil 4.7. Gallik asit standardının HPLC kromatogramı.....	50
Şekil 4.8. Gallik asit için kalibrasyon eğrisi.....	50
Şekil 4.9. Kafeik asit standardının HPLC kromatogramı.....	51
Şekil 4.10. Kafeik asit için kalibrasyon eğrisi.....	51
Şekil 4.11. Kateşin standardının HPLC kromatogramı.....	52
Şekil 4.12. Kateşin için kalibrasyon eğrisi.....	52
Şekil 4.13. Kuersetin standardının HPLC kromatogramı.....	53
Şekil 4.14. Kuersetin için kalibrasyon eğrisi .....	53
Şekil 4.15. Kamferol standardının HPLC kromatogramı.....	54
Şekil 4.16. Kamferol için kalibrasyon eğrisi .....	54
Şekil 4.17. Morin standardının HPLC kromatogramı.....	55

Şekil 4.18. Morin için kalibrasyon eğrisi .....	55
Şekil 4.19. Resveratrol standardının HPLC kromatogramı.....	56
Şekil 4.20. Resveratrol için kalibrasyon eğrisi .....	56
Şekil 4.21. Kumarik asit standardının HPLC kromatogramı.....	57
Şekil 4.22. Kumarik asit için kalibrasyon eğrisi.....	57
Şekil 4.23. Mirisetin standardının HPLC kromatogramı.....	58
Şekil 4.24. Mirisetin için kalibrasyon eğrisi.....	58
Şekil 4.25a. Standartların karışımlarının HPLC kromatogramları (tannik asit, gallik asit, kateşin, epikateşin).....	59
Şekil 4.25b. Standartların karışımlarının HPLC kromatogramları (kafeik asit, kuersetin, kamferol).....	59
Şekil 4.25c. Standartların karışımlarının HPLC kromatogramları (kumarik asit, resveratrol).....	59
Şekil 4.26. U2 kodlu numuneye ait HPLC kromatogramı.....	61
Şekil 4.27. Toplam fenolik asit ve toplam flavonoid miktarının yaban mersini türüne göre değişimi .....	64
Şekil 4.28. Toplam fenolik madde içeriğinin fenolik asit ve flavonoid miktarlarıyla korelasyonu .....	65
Şekil 4.29. Toplam fenolik madde içeriğinin antioksidan kapasite ile korelasyonu... ..	65
Şekil 4.30. HPLC sonuçlarının kurumadde (g/100g) ve boyuta (çap, mm) göre değişimi .....	66

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Hidroksisinamik asit ve hidroksibenzoik asit gruplarının kimyasal yapıları. ....	8
Çizelge 1.2. Bazı meyvelerin bileşimlerinde yer alan fenolik asitler.....	9
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan yaban mersini numunelerinin özellikleri.....	17
Çizelge 3.2. Numunelerde araştırılan fenolik asitler ve genel özellikleri .....	18
Çizelge 3.3. Numunelerde araştırılan flavonoidler ve genel özellikleri .....	19
Çizelge 3.4. HPLC çalışma koşulları ve gradient elusyon programı.....	33
Çizelge 3.5. ABTS yöntemi ile antioksidan aktivite testi için Troloks standartlarının hazırlanması .....	35
Çizelge 4.1. Yaban mersini çeşitlerinin fiziksel özellikleri .....	40
Çizelge 4.2. Yaban mersini çeşitlerinin kimyasal özellikleri .....	42
Çizelge 4.3. Yaban mersini çeşitlerinin toplam fenol içerikleri ve antioksidan aktiviteleri.....	45
Çizelge 4.4. Toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivite testleri arasındaki korelasyon.....	45
Çizelge 4.6. Araştırılan fenolik bileşiklerin sınıflandırılmaları, dalgaboyları, alıkonma zamanları ve doğrulukları.....	60
Çizelge 4.7a. Yaban mersini çeşitlerinde araştırılan fenolik asitler ve konsantrasyonları (mg/kg).....	62
Çizelge 4.7b. Yaban mersini çeşitlerinde araştırılan flavonoidler ve konsantrasyonları (mg/kg) .....	64

## 1. GİRİŞ

Klinik denemeler ve epidemiyolojik çalışmalar, meyve ve sebze tüketimi ile kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve diğer bazı kronik rahatsızlıkların oluşumu arasında ters bir ilişki olduğunu göstermektedir. Meyve ve sebzelerde bulunan ve antioksidan aktiviteye sahip fenolik bileşikler, vitaminler (C ve E) ve karotenoidler, oksidatif stresle ilişkili bu hastalıklardan korunmada etkili bileşikler olarak öne çıkmaktadırlar. Bu nedenle, özellikle diyetle alınan gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi üzerine büyük bir ilgi oluşmuştur.

Fenolik bileşikler bitkilerde fazla miktarda bulunan sekonder metabolitlerdir. Yapısal olarak büyük farklılıklarından dolayı bitkilerde ve bunlardan elde edilen ürünlerde binlerce farklı fenolik bileşik bulunmaktadır. Fenolik bileşikler bitki kökenli pek çok gıdanın tat ve aromasına katkıda bulunabilirler. Özellikle gıdalarda acılık ve burukluğun kaynağıdırlar. Flavonoidlerin geniş bir grubu gıdaların renginden de sorumludur. Flavonoidler arasında bulunan antosiyaninler, doğal renk maddeleri olup sebzeler, meyveler, meyve suları ve şarapların pembe, kırmızı, mavi ve mor renklerinden sorumludurlar. Fenolik bileşikler doğal antioksidan madde özelliği de göstermektedirler. Serbest radikallerin neden olduğu reaksiyonları baskılayarak veya engelleyerek kanser, kalp hastalığı ve akciğer hastalıkları gibi pek çok hastalıkların oluşumuna engel olurlar.

Tüketicilerin sağlıklı beslenme konusunda bilinçlenmeleri sebebiyle antioksidan aktiviteye sahip olan gıdalara olan ilgileri artış göstermektedir. Meyveler, özellikle içerdikleri fenolik bileşiklerin antioksidatif ve antimikrobiyal etkilerine bağlı olarak sağlık üzerinde olumlu etki yaratmaktadırlar. İnsan sağlığını olumlu yönde etkileyen üzüksü meyvelerden biri olan yaban mersini, fenolik bileşiklerce zengin ve antioksidan kapasitesi yüksek bir meyve türüdür. Ülkemiz için yeni sayılabilecek bir meyve olması ve yetiştiriciliği için çalışmaların da hali hazırda devam ediyor olması bu meyveye olan ilgiyi de arttırmaktadır.

Yaban mersini üzerine yapılacak araştırmalara ışık tutmak ve mevcut durumu ortaya çıkarmak amacıyla planlanan bu tez çalışmasında, Türkiye’de doğal olarak yetişen ve kültüre alınan yaban mersini meyvesinin fizikokimyasal özelliklerinin, fenolik madde bileşimlerinin ve antioksidan kapasitelerinin araştırılmasının yanı sıra, yaban mersininin temin edildiği bölgelerine göre ortaya çıkacak farklılıkların ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Üzümsü Meyveler

Üzümsü meyveler, taze olarak tüketilebildiği gibi reçel, jele, meyve suyu, şarap, likör gibi ürünlerde de kullanım alanı bulmaktadırlar. Üzümsü meyveler, zengin besinsel özelliklerinden dolayı, sağlıklı bir diyetin parçası olarak düşünülmektedirler. Özellikle fenolik bileşikler yenilebilir üzümsü meyvelerin renk ve organoleptik özellikler kazanmasında rol oynayan önemli bileşen unsurlarındandır ve bu meyvelerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin kaynağını oluşturmaktadır.

Üzümsü meyvelerdeki yaygın fenolik bileşikler arasında hidroksibenzoik asitler, hidroksisinamik asitler, antosiyaninler, flavonoller ve flavan-3-ol'ler yer almaktadır (Häkkinen ve ark. 1999a,b, De Pascual-Teresa ve ark. 2000, Häkkinen ve ark. 2000, Kähkönen ve ark. 2001, Moyer ve ark. 2002, Gu ve ark. 2004). Fenolik bileşikler, üzümsü meyvelere renk kazandırarak tozlaşmaya yardımcı olmalarının yanı sıra hücre yapı maddesi olarak da bazı fonksiyonel özelliklere sahiptirler (Faulds ve Williamson 1999). Bitkinin stres savunma mekanizmasının bir parçası olarak görev almaktadırlar. Bu bağlamda, aşırı UV ışık, patojen mikroorganizmalar, düşük sıcaklık, düşük azot ve fosfor miktarı gibi çevresel stres faktörlerine karşı cevap verebilmektedirler (Dixon ve Paiva 1995, Winkel-Shirley 2002).

Bitkilerdeki fenolik bileşiklerin varlığını, dağılımını, biyosentezini, metabolizmasını ve fonksiyonlarını daha iyi anlamak için çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Bu bileşiklerin, antioksidan, antimutajenik, antikarsinojenik, antiproliferatif ve antimikrobiyal aktivite gibi biyolojik özelliklere sahip olmaları birçok bilimadaminin ilgisini çekmektedir (Harborne 1989, Macheix ve ark. 1990, Haslam 1996, Lairon ve Amiot 1999, Morton ve ark. 2000, Parr ve Bolwell 2000, Winkel-Shirley 2001, Winkel-Shirley 2002). Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteye sahip olmaları, enzimatik esmerleşme ve gıda lipidlerinin oksidasyonunun önlenmesinde potansiyel gıda koruyucu olarak kullanılmalarını sağlamıştır (Kaack ve Austed 1998, Bonilla ve ark. 1999, Tapiero ve ark. 2002, Mihalev ve ark. 2004).



## 2.2. Yaban Mersini

Yaban mersini (*Vaccinium* spp.) ılıman iklim kuşağına adapte olmuş bir bitki türü olup botanik olarak meyvesi üzüksü meyveler grubunda yer almaktadır (Çelik 2004). Kültürü yapılmakta olan yaban mersinleri kuzey ve güney orijinli yüksek boylu çalı formundaki yaban mersinleri (*Vaccinium corymbosum* L.), tavşangözü yaban mersini (*Vaccinium ashei* Rehd.) ve alçak boylu çalı formundaki yaban mersini (*Vaccinium angustifolium*) türlerine giren çeşitlerdir (Austin 1994, Gough 1994, 1996, Strik ve ark. 1993). 1906 yılında Amerika'da başlayan yaban mersini yetiştiriciliği günümüzde birçok çeşitle sürdürülmektedir (Çelik 2008). Ülkemizde Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere (Artvin, Rize, Trabzon, Ordu, Giresun, Gümüşhane, Samsun, Sinop, Kastamonu, Zonguldak, Bolu, Bartın ve Düzce), Marmara Bölgesi (Kocaeli, Sakarya, İstanbul, Kırklareli, Bursa ve Balıkesir) ve Doğu Anadolu (Erzurum-Şenkaya ve Ardahan) florasında yabancı formları (*V. vitisidea*, *V. myrtillos*, *V. uliginosum* ve *V. arctostaphylos*) yetişmekle birlikte (Davis 1978, Ağaoğlu 1986, Çelik 2003, Çelik 2006a,b), yaban mersini adaptasyonu ve yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması için çalışmalar da devam etmektedir.

Yaban mersini, ülkemizde likapa, maviyemiş, ligarba, ayı üzümü, morsivit, çalı çileği, Trabzon çayı gibi isimlerle, yurt dışında ise blueberry olarak tanınmaktadır (Çelik 2006c). İstatistiklere göre dünyada 47.889 ha'lık alanda 240.000 ton yaban mersini (likapa) üretilmektedir. Bu üretim içinde 122.380 ton ile Amerika Birleşik Devletleri ilk sırayı alırken 78.600 ton ile Kanada ikinci sırada, 16.500 ton ile Polonya üçüncü sırada, 5.000 ton ile Ukrayna dördüncü ve 4.000 ton ile Hollanda beşinci sıradadır (Çelik 2004, Çelik 2006a). 2000-2005 yılları arasında kültüre alınan yaban mersini miktarı 57 da alanda 8 ton olarak belirtilmiştir (Çelik 2006a).

Yaban mersini sofralık olarak tüketilebildiği gibi kuru meyve ve meyve suyu teknolojisinde, meyveli ekmek, çörek, kek, puding ve pastalarda, baharat sanayisinde, meyve salatalarında, reçel, marmelat ve konserve sanayisinde de kullanılmaktadır. Ayrıca, yaban mersininin gerek meyvesi gerekse de yaprakları kurutularak likapa çayı şeklinde de değerlendirilmesi mümkündür (Çelik 2006c).

### 2.3. Yaban Mersininin Sağlık Üzerine Etkileri

Farklı değerlendirme yolları olan yaban mersininin insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemine bakıldığında birçok faydası ön plana çıkmaktadır. Kılcal damarların tıkanmasına neden olan düşük yoğunluktaki lipidlerin vücuttan atılması, idrar sistemindeki enfeksiyonların giderilmesi, kan şekerinin düzenlenmesi, kalp krizi riskinin azaltılması, içerdiği lif ile bağırsak metabolizmasının düzenlenmesi üzerine olan etkilerinin yanı sıra kanı temizlemek, insanda iş verimliliğini arttırmak, ishal gidermek, kadınlarda periyodik günlerin etkisini azaltmak, kan kolestrolünü düşürmek ve gece görüşünü arttırmak gibi faydaları da bulunmaktadır (Çelik 2004).

Sağlık için faydalı olma potansiyeli taşıyan meyveler arasında yer alan yaban mersininin sağladığı birçok fayda, içerdiği proantosiyanın ve antosiyanın gibi biyoaktif bileşikler ile ilişkilendirilmektedir (Smith 2000). Biyoaktif bileşikler, kalp ve damar rahatsızlıkları (Kalt 1997) ile idrar yolu enfeksiyonları (Howell 2002) için önerilen birçok besin destek ürünlerinde ve farmakolojik ürünlerde kullanılmaktadır. Özellikle kalp-damar hastalıkları, kanser, sinir sistemi rahatsızlıkları, iltihaplanmalar, serbest radikallerin sebep olduğu yaşlanma gibi birçok kronik hastalıkları önleyen veya baskılayan antioksidan maddeleri fazla miktarda içeren nutrasotikler son zamanlarda daha fazla dikkat çekmeye başlamıştır. Kanser oluşumunun azalması, kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize eden ve dolayısıyla da elektron alma reaksiyonlarını sonlandıran birçok antioksidan ile zenginleştirilmiş diyetle ilişkilendirilmektedir (Lee ve Lee 2006). Antioksidanların çeşitli tipleri belirlenmesine rağmen, meyve ve sebzelerdeki antosiyanınlar ve diğer fenolik bileşikler gibi doğal antioksidanlar büyük ilgi görmektedir. Seeram (2008) ise, doğal olarak biyoaktif bileşikler içeren bitkisel gıdaların insan sağlığına yaptıkları pozitif katkıdan dolayı tüketici isteklerinin bu gıdalar yönünde arttığını belirtmiştir.

Yenilebilir üzümü meyveler, kanser (Bomser ve ark. 1996, Katsube ve ark. 2003, Zhao ve ark. 2004, Yi ve ark. 2005, Skupieñ ve ark. 2006, Neto 2007), kalp-damar hastalıkları (Neto 2007, Mckay ve Blumberg 2008, Mckenzie ve ark. 2009), obezite ve diyabet (Martineau ve ark. 2006, Wang ve ark. 2010), yaşlanma (Zafra-Stone ve ark.

2007, Papandreou ve ark. 2009), idrar yolu enfeksiyonları (Ross 2006, Dugoua ve ark. 2008, Nowack ve Schmitt 2008, Perez-Lopez ve ark. 2009), diş ve dişeti hastalıklarının (Nowack ve Schmitt 2008, Ho ve ark. 2010a,b) oluşum riskini azaltma özelliği gösteren antioksidanlar, antosiyaninler ve diğer fenolik bileşiklerce zengindirler.

Yaban mersini, yüksek antioksidan kapasitesi ve yüksek konsantrasyonda antosiyanin ve diğer fenolik bileşikleri içermesi sebebiyle taze meyve ve sebzeler arasında özel bir öneme sahip (Prior ve ark. 1998) olup antosiyaninlerin yanısıra antioksidan aktiviteye katkı sağlayan klorogenik asit, kuersetin, kamferol, mirisetin, prosiyanidin, kateşin, epikateşin, resveratrol gibi fenolik bileşikler ile vitamin C açısından da iyi bir kaynaktır (Giovanelli ve Buratti 2008). Sağlık üzerindeki yararları, kolon kanser hücreleri (Parry ve ark. 2006), endotel tabakası (Bagchi ve ark. 2004), karaciğer (Meyers ve ark. 2003), göğüs (Singletary ve ark. 2007) ve lösemi (Feng ve ark. 2007) içeren birçok hücre kültür sistemlerinde ispatlanmıştır. Bu kültür sistemlerinde, antosiyaninlerin oksijen radikallerini absorbe etme kapasitesini arttırmada, serbest oksijen radikallerinin oluşmasını önlemede, lipit peroksidasyonunu azaltmada, çevresel toksinler ve karsinogenler tarafından meydana getirilen mutasyonu inhibe etmede, sinyal iletim yollarını düzenleyerek ve hücre döngüsünü düzenleyen proteinleri etkileyerek hücrel çoğalmayı azaltmada önemli rol oynadıkları düşünülmüştür (Wang ve Stoner 2008).

Fenolik bileşikler ile kalp-damar hastalıkları ve akciğer kanseri arasındaki ilişki birçok epidemiyolojik çalışmalarda ele alınmıştır (Artz ve Hollman 2005). Fenolik bileşiklerin sağlık üzerine olan etkilerinin, antioksidan aktiviteleri ile vücut dokularını oksidatif strese karşı korumalarından ileri geldiği düşünülmektedir (Prior 2003). Ancak, fenollerin yüksek dozda alınmaları durumunda, insan vücudunda pro-oksidan aktivite, mitokondriyal toksisite, ilaç metabolize eden enzimlerle etkileşim gibi zararlı etkilere sebep olabilmektedirler (Galati ve O'Brien 2004).

Fenolik bileşiklerin sağlık üzerine olan etkileri tüketilen miktarın yanı sıra biyoyararlılığına da bağlıdır. Bitki matriksi ve kovalent konjuge bağlar, fenolik bileşiklerin salınımlarını ve insan bağırsağındaki emilimlerini etkilemektedir (Macheix ve ark. 1990). Çözünmeyen fenolik bileşikler, hücre duvarının bileşiminde bulunurken,

çözünebilir formdakiler bitki hücrelerinin vakuollerinde yer almaktadır (İbrahim ve Barron 1989). Çözünebilir fenolik bileşikler, serbest formda veya *o*-glikozidik ya da ester bağları aracılığıyla meyvedeki şekerlere ya da diğer poliollere bağlı formda bulunmaktadır (Macheix ve ark. 1990).

## **2.4. Fenolik Bileşikler**

Fenolik maddeler aromatik halkasında bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren bileşiklerdir (Shahidi ve Nacz 1995). Basit fenolik maddeler ve polifenoller olmak üzere temelde iki gruba ayrılan fenolik maddeler hidroksibenzoik asitler, hidroksisinamik asitler ve flavonoidler olmak üzere üç kısımda incelenmektedirler. Flavonoidler ise kateşinler, antosiyanidinler, flavonoller, flavanonlar ve proantosiyanidinler (lökoantosiyanidinler) olmak üzere beş alt gruba ayrılmaktadırlar (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Fenolik asitler, genel olarak serbest halde bulunmazlar. Karboksil grupları karbonhidratlar, glikozitler, aminoasitler veya proteinlerle reaksiyona girebilirler ve alkollerle fenol esterler, amino bileşikleriyle de amidleri oluştururlar (Watzl ve Rechkemmer 2001). Fenolik asitlerin, fenol halkasına bağlı hidroksil grupları da çok aktif olup, şekerlerle birleşerek glikozitleri oluştururlar (Maier ve ark. 1990). Fenolik asitler, hidroksisinamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki grupta incelenirler. Çizelge 1.1'de fenolik asitlerin kimyasal yapıları, Çizelge 1.2. ise bazı meyvelerin bileşimlerinde bulunan fenolik asitler gösterilmiştir (Saldamlı 2007).

### **2.4.1. Hidroksisinamik asitler**

Hidroksisinamik asitler, bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunurlar ve fenilpropan halkasına bağlanan hidroksil grubunun konumu ve sayısına göre farklı özellik gösterirler. Bunlar arasında ferulik asit, kafeik asit, *o*-kumarik asit ve *p*-kumarik asit önem taşımaktadır. Hidroksisinamik asitler, çok az miktarlarda serbest halde bulunurlar, çoğunlukla asit türevleri halindedirler (Belitz ve Grosch 1995). Hidroksisinamik asitler,

çeşitli konjuge formlarda bulunurlar. Bu konjuge formlar kuinik, şikimik ve tartarik asit gibi hidroksiasitlerin esterleridir (Macheix ve ark 1990, Shahidi ve Naczk 1995). Biyosentezi fenilalanin ile başlayan hidroksisınamik asitler, daha sonra birçok reaksiyona girerek klorojenik asit gibi türevleri ve flavonoidlerin, lignin ve hidroksibenzoik asitlerin sentezinde rol alırlar (Saldamlı 2007).

**Çizelge 1.1.** Hidroksisınamik asit ve hidroksibenzoik asit gruplarının kimyasal yapıları (Saldamlı 2007)

Bağlanan grup ve konumu	Hidroksisınamik asit	Hidroksibenzoik asit
2-OH	<i>o</i> -Kumarik asit	Salisilik asit
3-OH		<i>m</i> -Hidroksibenzoik asit
4-OH	<i>p</i> -Kumarik asit	<i>p</i> -Hidroksibenzoik asit
2,3-di-OH		Pirokateşik asit
2,4-di-OH		Rezorsilik asit
2,5-di-OH		Gentisik asit
3,4-di-OH	Kafeik asit	Prokateşuik asit
3,5-di-OH		$\alpha$ -Rezorsilik asit
3,4,5-tri-OH		Gallik asit
3-OCH <sub>3</sub> ,4-OH	Ferulik asit	Vanilik asit
3-OH, 4-OCH <sub>3</sub>	İzoferulik asit	İzovanilik asit
3,5-di-OCH <sub>3</sub> ,4-OH	Sinapik asit	Siringik asit

#### 2.4.2. Hidroksibenzoik asitler

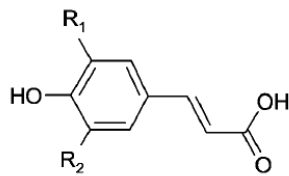
Hidroksibenzoik asitler, C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> fenilmetan yapısındadır. Bitkisel gıdaların yapısında genellikle iz miktarlarda bulunur veya hiç bulunmayabilirler (Saldamlı 2007). Yaygın olarak bulunan asitler arasında *p*-hidroksibenzoik asit, pirokateşuik asit, vanilik asit, siringik asit sayılabilir. Lignin gibi hücre duvar fraksiyonuna bağlı olarak bulunabildiği

gibi şeker ya da organik asit ile birleşik olarak çözünebilir formda da olabilirler (Schuster ve Herrmann 1985, Strack 1997). Salisilik asit, *m*-hidroksibenzoik asit, *p*-hidroksibenzoik asit ve gallik asit de yine bu grupta yer alan fenolik bileşiklerdendir (Maier ve ark 1990, Karadeniz 1994).

**Çizelge 1.2.** Bazı meyvelerin bileşimlerinde yer alan fenolik asitler (Saldamlı 2007)

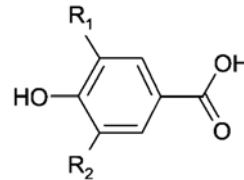
Meyve	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Armut	+	+	+	+													
Ayva	+	+	+		+	+											
Vişne	+	+	+	+		+											
Erik	+	+	+	+	+	+											
Şeftali	+	+	+					+									
Böğürtlen	+	+			+												
Çilek	+	+					+	+			+	+	+	+	+	+	+
Ahududu	+	+			+												
Üzüm	+	+	+	+			+		+	+	+	+					
Portakal							+	+	+	+		+		+			
Greyfurt							+	+	+	+		+	+		+		
Limon							+	+	+	+		+		+			

(1) klorojenik asit, (2) neoklorojenik asit, (3) izoklorojenik asit, (4) kriptoklorojenik asit, (5) ferulik asit, (6) *p*-kumarik asit, (7) kafeik asit, (8) sinapik asit, (9) sinamik asit, (10) kuinik asit, (11) salisilik asit, (12) *p*-hidroksibenzoik asit, (13) gentisik asit, (14) gallik asit, (15) elajik asit, (16) prokateşik asit, (17) vanilik asit



Hidroksisinasamik asitler:

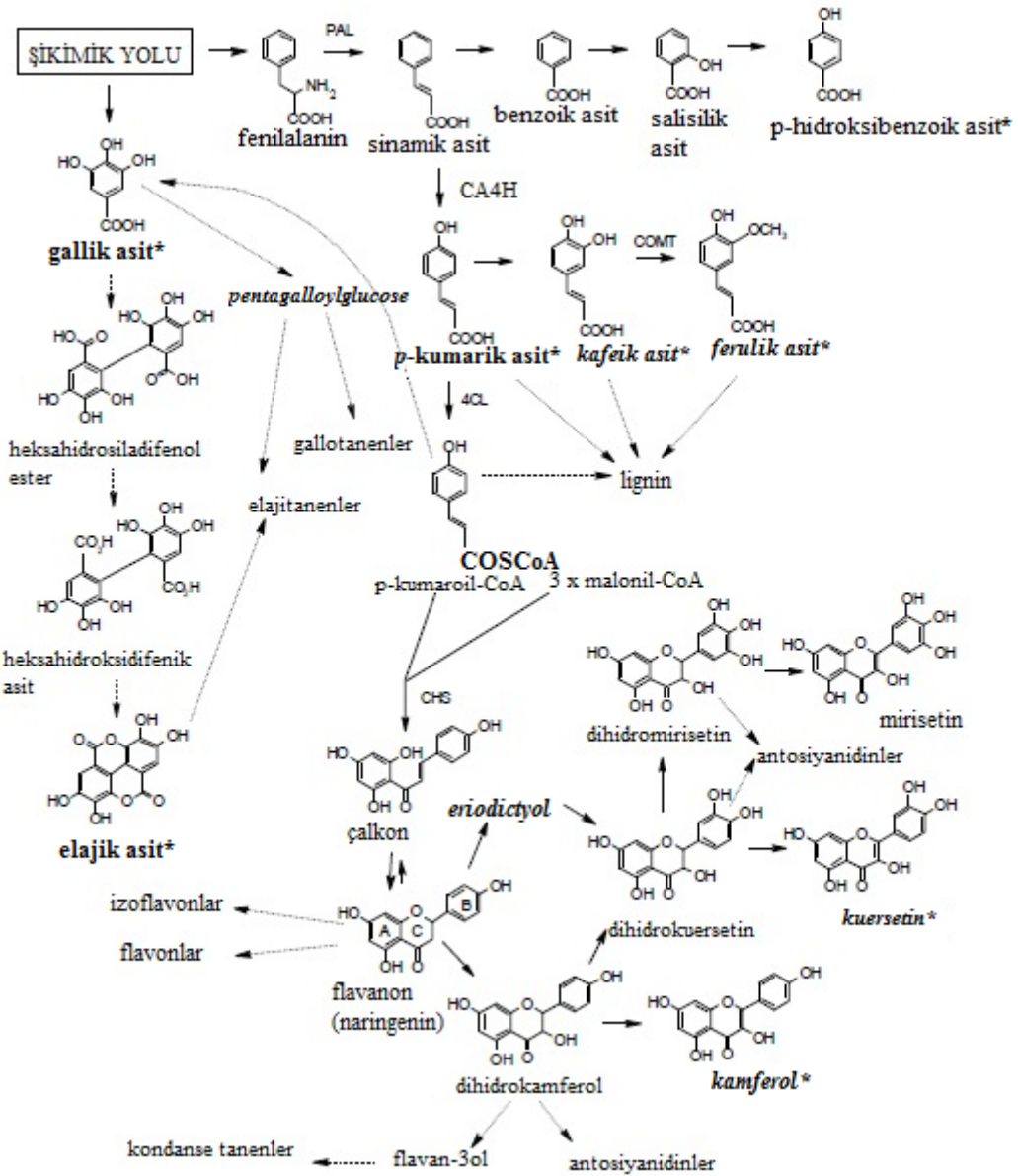
*p*-Kumarik asit  $R_1 = R_2 = H$   
Kafeik asit  $R_1 = OH, R_2 = H$   
Ferulik asit  $R_1 = OCH_3, R_2 = H$   
Sinapik asit  $R_1 = R_2 = OCH_3$



Hidroksibenzoik asitler:

*p*-Hidroksibenzoik asit  $R_1 = R_2 = H$   
Pirokateşik asit  $R_1 = OH, R_2 = H$   
Vanilik asit  $R_1 = OCH_3, R_2 = H$   
Siringik asit  $R_1 = R_2 = OCH_3$

**Şekil 1.1.** Bazı hidroksisinasamik ve hidroksibenzoik asitlerin kimyasal yapıları (Riihinen 2005)



**Şekil 1.2.** Hidroksisınamik asitler, hidroksibenzoik asitler ve flavonoidlerin biyosentezi Çerçevesi, tek enzim tarafından katalizlenen reaksiyonları temsil etmektedir. (\*) simgesi çoklu enzim gerektiren dönüşümleri göstermektedir. Enzimler: CA4H, sinamik asit 4-hidroksilaz; CHS, çalkon sentaz; 4CL, 4-kumarat-koenzim A ligaz; PAL, fenilalanin amonyalyaz (Häkkinen 2000)

## 2.5. Fenolik Bileşiklerin Antioksidan Aktivite İle İlişkisi

Fenolik maddeler, bitkilerde doğal olarak oluşan ikincil metabolitler olup meyvelerde, sebzelerde, yapraklarda, çekirdeklerde, çiçeklerde, kabuklarda bulunmaktadır. Doğal yollarla tüketilerek insan beslenmesinin bir parçasını oluşturmalarının yanı sıra tıbbi

preparat olarak da alınmaları sözkonusudur. Eski çağlardan bu yana, insanlar yaygın sağlık problemlerini iyileştirmek için bitki preparatları kullanmaktalar. Ancak, bu bileşiklerin sağlığı düzenleyici ve hastalıkları önleyici maddeler olarak önemi son zamanlarda yapılan bilimsel çalışmalarla farkedilmiştir (Shahidi 1995). Bu bileşiklerin fonksiyonelliği, birçok enzim sisteminde inhibitör ya da aktivatör olması; metal çelati oluşturmada ve serbest oksijen radikallerini yakalamada rol oynaması ile ifade edilmektedir. Serbest oksijen radikalleri, aterosklerozis, kanser, kronik iltihaplanma gibi birçok patolojik durumlarda rol oynamaktadır (Briviba 1994). Bu fenolik maddeler arasında, flavonoidler koroner kalp rahatsızlığını azaltma (Bridle 1996), kansere karşı (Karaivanova 1990, Kamei 1995) ve antioksidan (Takamura 1994) özellikleri ile bilinmektedirler.

Antioksidanlar “oksidasyonu önemli düzeyde geciktiren ya da engelleyen maddeler” olarak tanımlanmaktadır (Huang ve ark. 2005). Antioksidatif etkileri ile öne çıkan başlıca bileşikler; vitaminler (C ve E), karotenoidler ve fenolik bileşiklerdir (Kalt 2005, Dimitrios 2006). Antioksidan vitaminler olarak bilinen C ve E vitaminleri ile bir provitamin A olan  $\beta$ -karoten, antioksidan savunma mekanizmasında oksijenin aktif formlarını yok ederek ve zincir kırıcı antioksidanlar olarak etki göstermektedirler. Bunlar hem tek başlarına hem de sinerjist olarak görev yaparak oksidatif reaksiyonları geciktirmektedir veya engellemektedirler (Elliot 1999). Fenoliklerin antioksidan etkileri ise, serbest radikalleri bağlamaları, metallere çelat oluşturmaları ve lipoksigenaz enzimini inaktive etmeleriyle açıklanmaktadır (Frankel 1999). Fenolik bileşikler arasında önemli yer tutan “flavonoidler” güçlü antioksidan aktivite göstermektedirler (Roginsky 2005).

Son zamanlarda, antioksidatif ve antikarsinojenik etki göstererek yarar sağlayan bileşikler arasında antosiyaninler de belirtilmektedir (Hou 2003). Antosiyaninler, bitkilerdeki suda çözünebilir pigmentlerin en önemli grubudur ve antosiyanidinlerin glikozid formudur. Yüksek bitkilerde bulunanlar siyanidin 50%, delphinidin 12%, pelargonidin 12%, peonidin 12%, malvidin 7%, and petunidin 7% gibi esas olarak çiçeklerde, pulplarda, meyve kabuklarında (özellikle üzümü meyvelerde) (Kong ve ark.



2003) ve sebzelerde dağılım gösteren antosiyaninlerdir. Bu bileşikler, çevre pH değerine bağlı olarak turuncu, kırmızı ve mavi renk vermekle sorumlulardır.

Zheng ve ark. (2003) yaban mersini ve diğer üzüksü meyvelerdeki fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerini ve antioksidan aktivitelerinin de flavonoid ve fenolik asitlerle ilişkisini incelemek amacıyla Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi (ORAC) metodunu kullanarak yaptıkları çalışma sonucunda yaban mersini meyvelerinin (cv. Serra) antioksidan aktivitesini, antosiyanin ve toplam fenolik içeriğini sırasıyla 28.9 µmol Troloks eşdeğeri/g, 1.20 mg siyanidin-3-glikozit eşdeğeri/g ve 4.12 mg gallik asit eşdeğeri/g olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada incelenen yaban mersini meyvesinin içerdiği fenolik bileşikler klorojenik asit, mirisitin, kuersetin, kamferol olmakla birlikte yaban mersinindeki yüksek konsantrasyonuna bağlı olarak klorojenik asit %20.9 ORAC değeri ile antioksidan aktiviteye katkı sağlayan majör bileşen olarak bulunmuş ve yaban mersini meyvesinde bulunan 11 antosiyaninin toplam ORAC değerinin % 56.3'üne karşılık geldiği belirtilmiştir.

Sellappan ve ark. (2002) Gürcistan'da yetişen yaban mersini ve böğürtlenlerin fenolik bileşikleri ve antioksidan kapasitesini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada tavşangözü (*Vaccinium ashei*) ve yüksekçalı formundaki (*Vaccinium corymbosum*) çeşidi yaban mersinleri materyal olarak kullanmışlar ve antioksidan kapasitelerini belirlemek için Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) metodunu izlemişlerdir. Fenolik asit olarak gallik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, ellagik asit ölçülürken flavonoid olarak kateşin, epikateşin, mirisitin, kuersetin ve kamferol analiz edilmiştir. Tavşangözü, gallik asidi (258.90 mg/100g) ve ferulik asidi (16.97 mg/100 g) en yüksek konsantrasyonda içeren çeşit olarak belirlenmiştir.

Moyer ve ark. (2002) *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes* çeşitlerine ait çeşitli küçük meyvelerin antosiyanin, fenolik ve antioksidan kapasitesini belirlemek için yaptıkları çalışmada *Vaccinium* çeşidi yaban mersininin (*Vaccinium corymbosum* L.) ortalama antosiyanin ve fenolik madde içeriğini sırasıyla 208 mg/100 g ve 444 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Meyve büyüklüğü ile antosiyanin içeriği büyük oranda ilişkilendirilmiştir. Ortalama antioksidan aktivitesi ORAC metoduna göre 52.3 µmol

TE/g, Ferrik İyon İndirgeme Antioksidan Parametresi (FRAP) metoduna göre 58.6 µmol/g olarak belirlenmiştir.

Ehlenfeldt ve Prior (2001) 87 çeşit yüksekçallı formundaki yaban mersini meyvesinde ve yapraklarındaki antosiyanin ve fenolik madde konsantrasyonu ile antioksidan kapasitesini incelemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda, meyvenin antioksidan, fenolik madde ve antosiyaninin ortalama miktarını sırasıyla 15.9 µmol TE/g, 0.95 mg gallik asit eşdeğeri/g ve 1.79 mg siyanidin-3-glikozit eşdeğeri/g olarak bulduklarını belirtmişlerdir.

4 *Vaccinium* türünün farklı çeşitlerinde toplam fenol, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasite analizlerini yapan Prior ve ark. (1998) *Vaccinium corymbosum* ve *Vaccinium ashei* türü yaban mersinlerinde ORAC daha önce test edilen diğeri meyve ve sebzelerdeki seviyelerden daha yüksek bulunduğunu ve 13.9 – 42.3 µmol TE/g arasında değıştığını belirtmişlerdir.

Howard ve ark. (2003) genotip ve yetiştirme sezonunun yaban mersininin antioksidan kapasitesi ve fenolik madde içeriğine olan etkisini belirlemek amacıyla aynı bölgede iki sezon boyunca yetişen 18 yaban mersini genotipini incelemişler ve toplam fenol, toplam antosiyanin, toplam hidroksisünamik asit, toplam flavonol, antioksidan aktivite (ORAC) ve meyve ağırlığının yetiştirme sezonundan çok genotipten etkilendiklerini; ancak, bazı genotiplerin antioksidan aktivite ve fenolik içeriğinin, çevresel yetiştirme şartlarına bağılı olarak, iki sezon arasında farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Amerikadaki sebze, kuruyemiş, kurutulmuş meyve, baharat, tahıl, diğeri gıdalar ve aralarında yaban mersininin de bulunduğu bazı meyvelerin lipofilik ve hidrofilik antioksidan kapasitelerini inceleyen bir çalışmada ORAC yöntemi kullanılmış ve toplam antioksidan kapasite lipofilik ORAC ve hidrofilik ORAC değıerleri kombine edilerek bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, yaban mersini meyvesinin antioksidan kapasitesinin 62.20 µmol of TE/g olduğu tespit edilmiştir. İncelenen tüm gıda örnekleri hidrofilik ORAC değıerlerine göre 4 gruba ayrıldığında yaban mersininin antioksidan kapasitesi en yüksek olan grupta yer aldığı belirtilmiştir (Wu ve ark. 2004).

You ve ark. (2011) tarafından organik ve geleneksel olarak yetiştirilmiş yaban mersini meyvelerinde analiz edilen siyanidin-3-glikozit, siyanidin-3-galaktozit, siyanidin-3-arabinozit, delfinidin-3-glikozit, delfinidin-3-galaktozit, delfinidin-3-arabinozit, petunidin-3-glikozit, petunidin-3-arabinozit, peonidin-3-glikozit, peonidin-3-galaktozit, malvidin-3-glikozit, malvidin-3-galaktozit, malvidin-3-arabinozit gibi antosiyaninlerin ortalama miktarlarına (mg/100g yaş ağırlık) bakıldığında malvidin-3-glikozit, malvidin-3-galaktozit, siyanidin-3-galaktozit, petunidin-3-glikozit major bileşenler olarak öne çıkmaktadır. Yine aynı çalışmada tespit edilen fenolik bileşikler, miktarı çok olandan az olana doğru olmak üzere klorogenik asit, kafeik asit, kuersetin ve *p*-kumarik asit olarak sıralanmıştır.

Gürcistan'da yetişen yaban mersini ve böğürtlende yapılan bir çalışmada (Subramani ve ark. 2002), yüksek çalı formundaki (*Vaccinium corymbosum* L.) yaban mersini örneklerinde *p*-hidroksibenzoik asit ve epikateşine rastlanmazken, kateşin en yüksek oranda bulunan fenolik bileşik olarak tespit edilmiştir (ortalama 6.87 mg/100 g yaş ağırlık).

Koca ve Karadeniz (2009)'in yaptığı çalışmaya göre, ülkemizde yetişen yüksek çalı formundaki yaban mersini (*Vaccinium corymbosum*) örneklerinde toplam antosiyanin ve toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 0.18–2.94 ve 0.77–5.42 mg/g olarak bulunmuştur. FRAP metodu uygulanarak belirlenen antioksidan kapasite değerinin ise 7.41 ile 57.92 mmol/g arasında bulunduğu belirtilmiştir.

Oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC), Ferrik İyon İndirgeme Antioksidan Parametresi (FRAP), ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)), DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) gibi yöntemlerle analiz edilen antioksidan kapasite temel olarak toplam fenol içeriğinden kaynaklanmaktadır (Prior ve ark. 1998, Moyer ve ark. 2002, Sellappan ve ark. 2002).

Fenolik bileşikler arasında yer alan antosiyaninler, bir aglikon antosiyanidin ve delfinidin, siyanidin, petunidin, peonidin, malvidin gibi C halkasının 3. konumuna bağlı

bir şeker grubundan oluşmaktadırlar (Prior ve Wu 2006). Diğer majör fenolikler arasında gallik asit, *p*-hidroksibenzoikasit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, ellagik asit, (+)-kateşin, (-)-epikateşin, mirisetin, kuersetin ve kamferol (Sellappan ve ark. 2002). Doğal olarak yetişen yaban mersini genel olarak kültüre alınan meyvelere göre daha fazla besleyici değeri olduğu ifade edilmiştir (Prior ve ark. 1998, Kalt ve ark. 2001).

Bu araştırmanın amacı, Türkiye’de doğal olarak yetişen ve kültüre alınan yaban mersini meyvelerinin fizikokimyasal özelliklerini, fenolik bileşimlerini ve antioksidan kapasitelerini belirleyerek yaban mersinlerinin temin edildikleri bölgelere göre tespit edilebilecek değişiklikleri ortaya koymaktır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak kullanılan yaban mersini meyveleri Trabzon, Samsun, Antalya, Bursa Kutluca köyü, Uludağ'ın Kirazlıyayla, Sarıalan ve Bakacak bölgelerinden 2011 yılında temin edilmiştir. 5 farklı bölgeden Haziran-Ekim ayları arasında bölgelere göre değişen olgunlaşma zamanları gözönünde bulundurularak optimum olgunluk dönemlerinde hasat edilen meyveler Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'na ulaştırılarak analizleri yapılmaya kadar -80°C sıcaklıkta derin dondurucuda (Elcold LAB Frezeers, Hobro, Danimarka) muhafaza edilmiştir. Numunelerin bir kısmı renk, boyut, asitlik, pH, kurumadde ve kül analizleri için kullanılırken, bir kısmı ise fenolik maddelerin HPLC ile araştırılması ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi için kullanılmıştır.

Laboratuvar çalışmaları, Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Fenolik bileşiklerin kromatografik analizleri ise, Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü HPLC laboratuvarında yürütülmüştür.

Ekstraksiyonda kullanılan etanol Fluka (Sigma-Aldrich Co. LLC, USA)'dan; antioksidan kapasite tayinlerinde kullanılan 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) (ABTS) ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Sigma-Aldrich Co. LLC'den, potasyum persülfat Merck Co. (Darmstadt, Almanya)'den; spektrofotometrik toplam fenol analizinde kullanılan Folin-Cioacalteu reaktifi ve Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Merck Co. (Darmstadt, Almanya)'den, HPLC ile fenolik madde tayininde kullanılan tannik asit, gallik asit, (+)-kateşin, (-)-epikateşin, kafeik asit, kumarik asit, resveratrol, mirisetin, morin, kuersetin ve kamferol standartları da yine Sigma-Aldrich Co. LLC firmasından temin edilmiştir. Çalışmada HPLC (Agilent 1100, Agilent Technologies, USA), C<sub>8</sub> HPLC kolon (ACE 150x4,6mm), 0.45 µm'lik membran filtreler (Agilent, screw tap 5182-0716), çalkalamalı su banyosu (Julabo SW22, JULABO Labortechnik GmbH, Seelbach,

Almanya), ultrasonik su banyosu (VWR Ultrasonic cleaner, VWR International GmbH, Darmstadt, Almanya), santrifüj (Heraeus Megafuge 40R Centrifuge, Thermo Fisher Scientific Inc.,USA), spektrofotometre (Optizen 322OUV, Optizen Labs LLC, Warsaw, Polonya) kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan materyalin kodu, çeşidi, temin edildiği lokasyon ve yüksekliği Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Analiz edilen meyveler arasında Trabzon 1, Samsun1, Uludağ 1, Uludağ 2, Uludağ 3 ve Antalya 1 numuneleri doğal olarak yetişen türler olmakla birlikte Berkeley, Bluejay, Bluegold, Jersey, Brigitta, Bluecrop numuneleri ülkemizde yetiştiriciliği yapılan türler arasına girmektedir. Samsun 1 numunesinde ise doğal olarak yetişen meyve ile yetiştiriciliği yapılan tür karışık olarak bulunmaktadır. Yaban mersini meyvelerinin temin edildiği noktaların yükseklikleri 667-1689 m arasında değişmektedir.

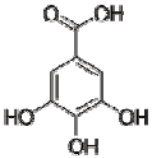
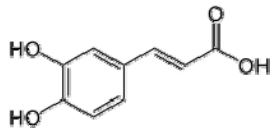
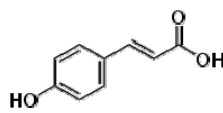
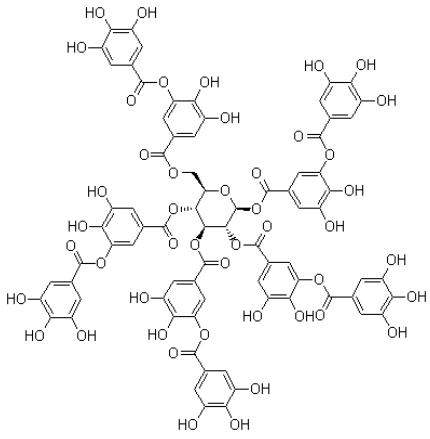
**Çizelge 3.1.** Araştırmada kullanılan yaban mersini numunelerinin özellikleri

No	Örnek	Kod	Çeşit	a/b	Lokasyon	Yükseklik (m)
1	Trabzon 1	T1	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	a	Trabzon	667
2	Trabzon 2	T2	<i>Vaccinium myrtillus</i> + <i>Vaccinium angustifolium</i> L.	a+b	Trabzon	667
3	Samsun 1	S1	<i>Vaccinium myrtillus</i>	a	Samsun	1031
4	Uludağ 1	U1	<i>Vaccinium myrtillus</i>	a	Uludağ, Kirazlıyayla	1513
5	Uludağ 2	U2	<i>Vaccinium myrtillus</i>	a	Uludağ, Sarıalan	1659
6	Uludağ 3	U3	<i>Vaccinium myrtillus</i>	a	Uludağ, Bakacak	1689
7	Berkeley	K1	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	b	Bursa, Kutluca Köyü	885
8	Bluejay	K2	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	b	Bursa, Kutluca Köyü	885
9	Bluegold	K3	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	b	Bursa, Kutluca Köyü	885
10	Jersey	K4	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	b	Bursa, Kutluca Köyü	885
11	Brigitta	K5	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	b	Bursa, Kutluca Köyü	885
12	Bluecrop	K6	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	b	Bursa, Kutluca Köyü	885
13	Antalya 1	A1	<i>Vaccinium myrtillus</i>	a	Antalya	988

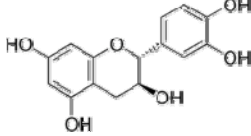
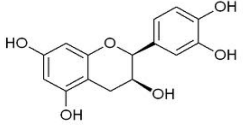
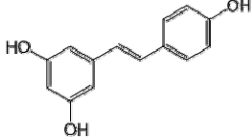
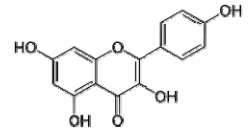
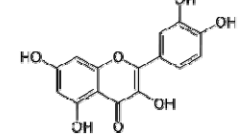
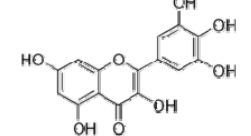
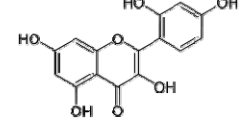
(a) simgesi doğal olarak yetişen yaban mersini türlerini, (b) simgesi ise yetiştiriciliği yapılan türleri ifade etmektedir.

Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3 ise, numunelerde araştırılan fenolik asitlerin ve flavonoidlerin genel özelliklerini göstermektedirler.

**Çizelge 3.2.** Numunelerde araştırılan fenolik asitler ve genel özellikleri

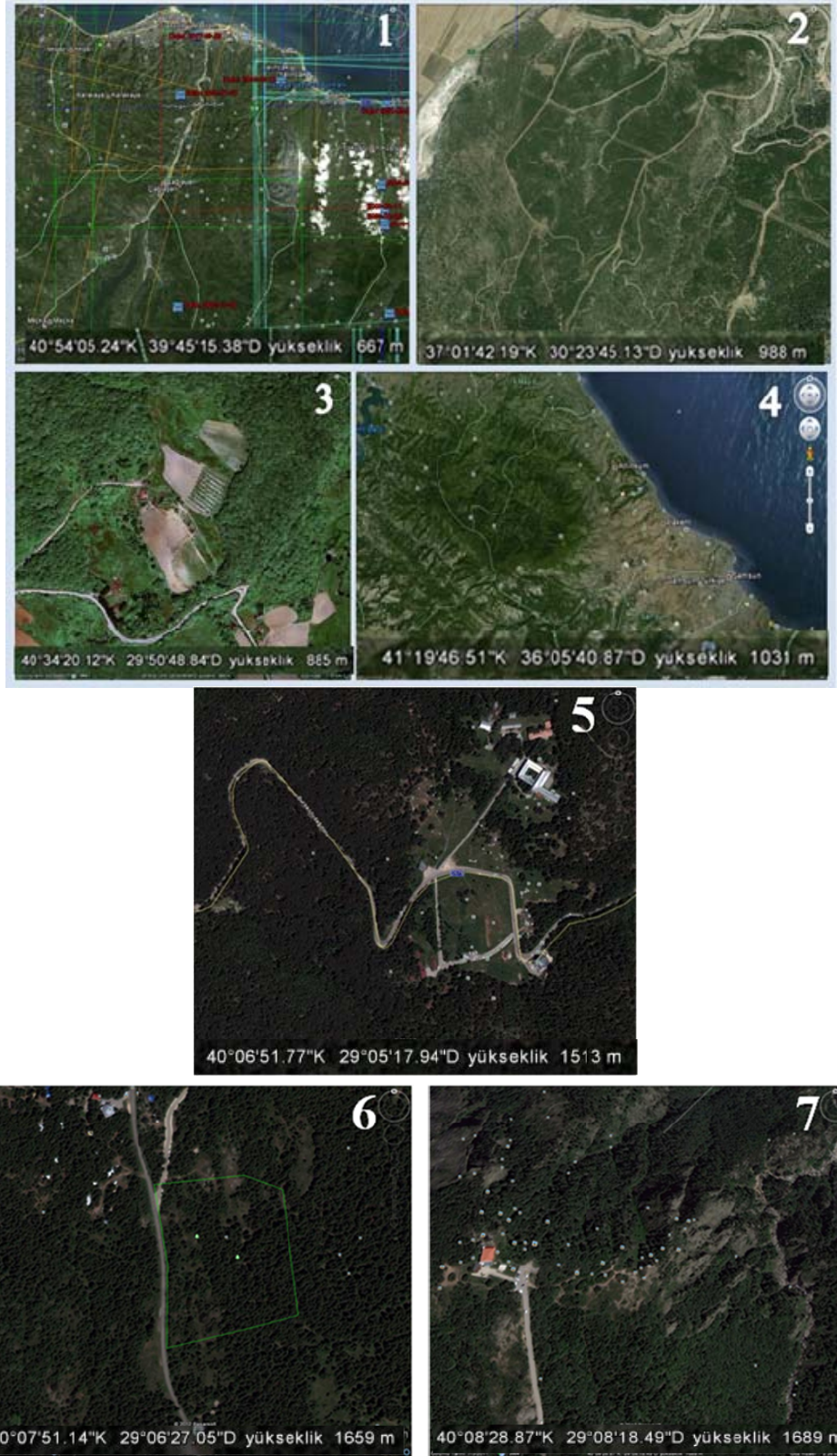
Bileşik	Yapısı	CAS Numarası	Molekül Formülü	Firma
gallik asit		149-91-7	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>	Sigma Aldrich
kafeik asit		331-39-5	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	Sigma Aldrich
<i>p</i> -kumarik asit		501-98-4	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	Sigma Aldrich
tannik asit		1401-55-4	C <sub>76</sub> H <sub>52</sub> O <sub>46</sub>	Sigma Aldrich

**Çizelge 3.3.** Numunelerde araştırılan flavonoidler ve genel özellikleri

Bileşik	Yapısı	CAS Numarası	Molekül Formülü	Firma
(+)-kateşin		7295-85-4	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	Sigma Aldrich
(-)-epikateşin		490-46-0	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	Sigma Aldrich
resveratrol		501-36-0	C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	Sigma Aldrich
kamferol		520-18-3	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	Sigma Aldrich
kuersetin		117-39-5	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	Sigma Aldrich
mirisetin		529-44-2	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>8</sub>	Sigma Aldrich
morin		654055-01-3	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	Sigma Aldrich

Numunelerin temin edildiği noktalara ait navigasyon verileri Şekil 3.1’de gösterilmektedir. Yetiştiriciliği yapılan türler Bursa-Kutluca Köyü’nden temin edilmiş olup yetiştiriciliğin yapıldığı bahçelerden bazı görünüm Şekil 3.2, Şekil 3.3., Şekil 3.4.’te yer almaktadır. Şekil 3.5. yüksek çalı formundaki yaban mersini ve sulama yöntemini, Şekil 3.6. olgunlaşmakta olan yaban mersini meyvesini, Şekil 3.7. olgunlaşmış yaban mersini meyvesini göstermektedir. Uludağ’da doğal olarak yetişen alçak çalı formundaki türlere ait görünüm ise Şekil 3.8’de verilmiştir. Bunları takiben ise, temin edilen yaban mersini meyveleri sıralanmıştır (Şekil 3.9-18).





**Şekil 3.1.** Araştırmada kullanılan yaban mersinlerinin hasat edildiği bölgeler ve navigasyon verileri  
(1:Trabzon, 2:Antalya, 3:Bursa-Kutluca Köyü, 4: Samsun, 5:Kirazlıyayla, 6:Sarıalan, 7: Bakacak)



**Şekil 3.2.** Yaban mersini yetiştiriciliği yapılan bahçelerden görünüm 1 (Kutluca Köyü, Bursa)



**Şekil 3.3.** Yaban mersini yetiştiriciliği yapılan bahçelerden görünüm 2 (Kutluca Köyü, Bursa)



**Şekil 3.4.** Yaban mersini yetiştiriciliği yapılan bahçelerden görünüm 3 (Kutluca Köyü, Bursa)



**Şekil 3.5.** Yüksek alı formundaki yaban mersini ve damla sulama yöntemi



Şekil 3.6. Olgunlaşmakta olan yaban mersini



Şekil 3.7. Olgunlaşmış yaban mersini



**Şekil 3.8.** Uludağ'da doğal olarak yetişen alçak çalı formundaki yaban mersinleri



**Şekil 3.9.** Berkeley (K1)



Şekil 3.10. Bluejay (K2)



Şekil 3.11. Bluegold (K3)



**Şekil 3.12.** Jersey (K4)



**Şekil 3.13.** Brigitta (K5)



**Şekil 3.14.** Bluecrop (K6)



**Şekil 3.15.** Kirazlıyayla (U1)





Şekil 3.16. Sartalana (U2)



Şekil 3.17. Samsun numunesi (S1)



**Şekil 3.18.** Antalya numunesi (A1)

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. 1000 tane ağırlığı**

Bu araştırmada kullanılan her bir yaban mersini çeşidinden 5 g tartılmış ve doğru orantılı olarak 1000 tane ağırlığı belirlenmiştir (Kalt ve McDonald 1996).

### **3.2.2. Meyve boyutu**

Yaban mersini türlerinin boyutları ile antioksidan kapasiteleri ve fenolik bileşik içerikleri arasındaki korelasyonu değerlendirebilmek amacıyla araştırmada kullanılan her bir yaban mersini türünün çapları kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Yalçın ve Özarslan 2004).

### **3.2.3. Renk analizi**

Yaban mersini örneklerinde renk ölçümleri Minolta CR-300 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak “L” [(0) siyah-(100) beyaz], “a” [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve “b” değerleri [(+) sarı, (-) mavi] ölçülmüştür. Renk ölçümü 3 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir (Gobantes ve ark 1998, Amanatidou ve ark. 2000).

### **3.2.4. pH tayini**

Porselen havanda ezilerek homojenize edilen yaban mersini meyvesinin pH ölçümü HANNA pH211 pH metresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Atay ve ark. 2010).

### **3.2.5. Toplam asitlik tayini**

Araştırmada kullanılan yaban mersini örneklerinin toplam asitlik değerlerinin belirlenmesi için öncelikle örnekler porselen havanda homojenize edilmiştir.

Homojenize edilen örnekten 10 g tartılmış ve üzerine 30 mL distile su ilave edilerek 5 dakika süreyle manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Filtre kağıdından süzülerek 100 mL'lik balon jöjeye alınan filtrat hacme tamamlanmıştır. İyice çalkalandıktan sonra 30 mL örnek alınarak pH metre ile 8.1 değerine kadar titrasyon yapılarak her bir yaban mersini çeşidinin titre edilebilir asitliği tespit edilmiştir (Cemeroğlu 2010).

### **3.2.6. Toplam kurumadde tayini**

Araştırmada kullanılan yaban mersini örneklerinden 5'er gram tartılarak öncelikle havalı kurutucuda (Nüve KD 400, Ankara) 65°C sıcaklıkta 16 saat süreyle ön kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra ise etüv (Elektro-mag M 6040 P, İstanbul) 105°C sıcaklıkta neminin sabit ağırlığa kadar uçurulması esasına dayanarak belirlenmiştir (Cemeroğlu 2010).

### **3.2.7. Kül tayini**

Araştırmada kullanılan yaban mersini örnekleri porselen havanda ezilip homojen hale getirildikten sonra suyunun buharlaşması için 16 saat süreyle 65°C sıcaklığa ayarlanmış havalı kurutucuda (Nüve KD 400, Ankara) tutularak nemini uçurma aşaması hızlandırılmıştır. Ardından 550°C sıcaklığa ayarlanmış kül fırınında (Elektro-mag ESD-9110, İstanbul) yakılması ile belirlenmiştir (Cemeroğlu 2010).

### **3.2.8. Yaban Mersini Ekstraktlarının Hazırlanması**

Yaban mersini meyvelerinin ekstraksiyonu için Mulero ve ark (2010) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. 5 g taze ve olgunlaşmış meyve tartılıp porselen havanda ezilerek homojen hale getirildikten sonra 15 mL etanol ile karanlıkta 25°C sıcaklığa ayarlanmış çalkalamalı su banyosunda (Julabo SW22, JULABO Labortechnik GmbH, Seelbach, Almanya) 15 saat süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda 15 dakika ultrasonik su banyosunda bekletilen örnekler önce 2000 rpm devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra ise, ilk santrifüjden elde edilen berrak kısımlar (supernatantlar) 6000 rpm

devirde 20 dakika süreyle ikinci bir santrifüjleme işlemine tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon işleminden sonra elde edilen yaban mersini ekstraktları toplam fenol, antioksidan aktivite (ABTS, DPPH, CUPRAC) ve fenolik maddelerin HPLC ile belirlenmesinde kullanılmak üzere ayrı ayrı örnek tüplerine konularak -80°C sıcaklıkta derin dondurucuda (Elcold LAB, Frezeers, Hobro, Danimarka) muhafaza edilmiştir.

### 3.2.9. Toplam fenol bileşikleri tayini

Yaban mersini örneklerinin toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu çözeltisinden yararlanarak spektrofotometrik (Optizen 322OUV, Optizen Labs LLC, Warsaw, Polonya) olarak belirlenmiştir (Singleton ve Rossi 1965).

Doymuş sodyum karbonat çözeltisinin hazırlanması için, 21.4 g sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 100 mL distile suda (20°C) çözelti berrak oluncaya kadar çözündürülür. Yaban mersini ekstraktındaki toplam polifenol içeriği, kafeik asit eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Kalibrasyon eğrisi için kafeik asit standartları 50:50 etanol/su çözeltisinde çözündürülerek aşağıdaki gibi hazırlanmıştır:

<b>No</b>	<b>Konsantrasyon</b>
Standart 1	150 mg / 100 mL
Standart 2	100 mg / 100 mL
Standart 3	50 mg / 100 mL
Standart 4	30 mg / 100 mL
Standart 5	15 mg / 100 mL
Standart 6	0 mg / 100 mL

Folin-Ciocalteu yöntemi uygulanarak üç tekrarlı olarak gerçekleştirilen bu analizde her bir yaban mersini numunesi için öncelikle küvete 840 µL, kontrol küvetine ise 850 µL damıtık su koyulmasının ardından yaban mersini ekstraktı kontrol küveti hariç 10 µL örnek pipetlenmiştir. 50 µL Folin- Ciocalteu ayracı her küvete ilave edilmiş ve plastik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Tam olarak 3 dakika sonunda doymuş sodyum karbonat çözeltisinden 100 µL ilave edilmiş ve yine plastik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Sodyum karbonat ekledikten 60 dakika sonra hem kafeik asit standartlarının hem de numunelerin 720 nm dalgaboyunda spektrofotometrede okuma işlemi gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.10. Fenol bileşiklerinin HPLC ile belirlenmesi

Ekstraksiyon aşamasında elde edilen yaban mersini ekstraktları 0.45 µm'lik membran filtreden geçirilerek filtre edilmiştir. Filtre edilen ekstraktın 100 µL'si HPLC'ye enjekte edilmiştir. Fenolik bileşiklerin HPLC ile belirlenmesinde Velioğlu (2007) metodu bazı değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. HPLC analizinde uygulanan koşullar Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Örnekteki fenolik bileşiklerin tanımlanması, bileşiklerin kolondaki alıkonma süresi ve UV spektrumlarının ilgili standart maddelere ait süre ve spektrumlarla karşılaştırılmasıyla yapılmıştır. Fenolik bileşiklere ait piklerin tanımlanması ve konsantrasyonlarının hesaplanması bileşiklerin maksimum absorbans değeri verdiği dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 3.4.** HPLC çalışma koşulları ve gradient elusyon programı

<b>HPLC Çalışma Koşulları</b>		<b>Gradient Elusyon Programı</b>		
<b>Model</b>	<b>HP</b>	<b>A (%)</b>	<b>B (%)</b>	<b>Süre (dk)</b>
<b>Kolon</b>	C <sub>8</sub> (ACE HPLC coloumn) 150 x 4.6 mm	8	92	0
<b>Kolon Fırını</b>	Coloumn G1316A	8	92	10
<b>Dedektör</b>	DAD	18	82	57
<b>Mobil Faz</b>	A: Asetonitril	24	76	78
	B:Su + %0.1 fosforik asit	26	74	80
<b>Dedeksiyon</b>	280, 320 ve 360 nm	28	72	92
<b>Akış Hızı</b>	1 mL/dk	80	20	98
<b>Kolon Sıcaklığı</b>	40°C	8	92	115
<b>Enjeksiyon Miktarı</b>	100 µL			

Bileşiklerin miktarlarının tespit edilmesinde bileşiklere ait HPLC kromatogramlarından elde edilmiş entegre alanlar ve standart maddelerin ara stok çözeltileri ile hazırlanmış kalibrasyon eğrilerinden yararlanılmıştır.

Araştırılan fenolik bileşikler ve analiz edildikleri dalgaboyları aşağıdaki gibidir:

**280 nm:** Gallik asit, tannik asit, (+)-kateşin, (-)-epikateşin,

**320 nm:** Kafeik asit, p-kumarik asit, resveratrol.

**360 nm:** Kamferol, kuersetin, mirisetin, rutin, morin

### **3.2.11. Antioksidan kapasite testleri**

Yaban mersini türlerinin antioksidan kapasitelerini belirlemek için ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)), DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ve CUPRAC (Bakır İyon İndirgeme Antioksidan Kapasitesi) yöntemleri (Apak ve ark. 2004, Vitali ve ark 2009) kullanılmış ve birbirlerine göre performansları karşılaştırılmıştır.

#### **3.2.11.1. ABTS yöntemi ile antioksidan aktivite tayini**

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

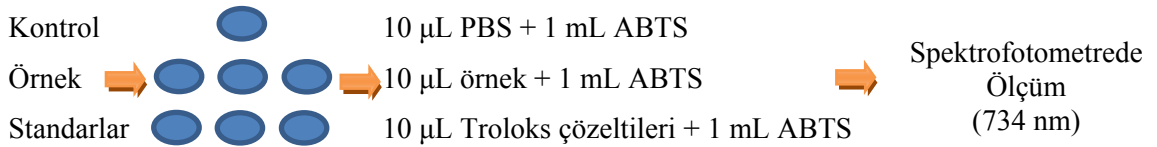
Analiz için gerekli çözeltilerden biri olan  $ABTS^{\bullet+}$  çözeltisi analizden 1 gün önce hazırlanmış olup 12-16 saat karanlıkta bekletilmiştir. 7mM konsantrasyonunda hazırlanan  $ABTS^{\bullet+}$  çözeltisi için 38.4 mg ABTS ve 6.6 mg potasyum persülfat tartılmış olup 10 mL balon jöjede hacme tamamlanmıştır. PBS (tuzlu fosfat tampon) çözeltisi için de 8 g NaCl; 0.2 g KCl; 1.44 g  $Na_2HPO_4$ ; 0.24 g  $KH_2PO_4$  tartılarak yaklaşık 800 mL distile suda çözümlenip pH değeri HCl ya da NaOH kullanılarak 7.4'e ayarlandıktan sonra distile su ile 1 L'ye tamamlanmıştır. ABTS çözeltisi 734 nm dalgaboyunda  $1.0 \pm 0.02$  absorbans verecek şekilde PBS çözeltisi ile seyreltilmiştir.

Kalibrasyon eğrisi için Troloks standardının farklı konsantrasyonlarını hazırlamak amacıyla öncelikle 32 mg Troloks tartılarak 50 mL PBS tamponunda çözündürülmüştür. Çizelge 3.3 Troloks standart serisinin hazırlanışını göstermektedir.

**Çizelge 3.5.** ABTS yöntemi ile antioksidan aktivite testi için Troloks standartlarının hazırlanması

Troloks standardı	Konsantrasyon ( $\mu\text{M}$ )	Hazırlanışı
Stok	2.557,00	32 mg Troloks/50 mL PBS tampon
Standart 1	0	Troloks solüsyonu yerine sadece PBS tamponu
Standart 2	127.85	0.5 mL stok Troloks, PBS tampon ile 10 mL'ye tamamlanır.
Standart 3	319.125	1.25 mL stok Troloks, PBS tampon ile 10 mL'ye tamamlanır.
Standart 4	639.25	2.5 mL stok Troloks, PBS tampon ile 10 mL'ye tamamlanır.
Standart 5	1.278,50	5 mL stok Troloks, PBS tampon ile 10 mL'ye tamamlanır.
Standart 6	1.918,00	7.5 mL stok Troloks, PBS tampon ile 10 mL'ye tamamlanır.

ABTS analizi, 3 paralel yapılmış olup Şekil 3.18'de belirtildiği gibi yürütülmüştür. Her bir numune için ayrı bir kontrol örneği hazırlanmıştır.



**Şekil 3.19.** ABTS yönteminin uygulanması

Standart, örnek ve kontrol küvetlerine 1 mL ABTS ilave edildikten sonra küvet içeriği ince karıştırma spatülü ile iyice karıştırılmış ve 6 dk sonunda çözelti renginde meydana gelen azalma 734 nm'de spektrofotometrik olarak izlenmiştir. Örneklerin antioksidan aktivitesi Troloks ekivalent değeri olarak hesaplanmıştır. Troloks ekivalent değeri,



örneğe ait inhibisyon eğrisinin eğiminin Troloks standart eğrisinin eğimine bölünüp sonucun seyreltme faktörüyle çarpılması ile belirlenmiştir (Re ve ark. 1999).

$$\% \text{ inhibisyon} = \left(1 - \frac{A_p}{A_k}\right) \times 100 \dots\dots\dots(3.1)$$

A<sub>p</sub>: 734 nm dalga boyunda örneğin absorpsiyonu

A<sub>k</sub>: 734 nm dalga boyunda kontrolün absorpsiyonu

### 3.2.11.2. DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

Bu yöntem, antioksidan bileşiklerin mor renkli stabil bir bileşik olan DPPH\* radikalini indirgeme yetenekleri ile ilişkilidir. Mor renkli DPPH\* radikali, 515-517 nm dalgaboyunda 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 dalgaboyunda ölçülmesine dayanmaktadır (Cemeroğlu 2010).

DPPH\* radikal çözeltisinden 100 mL'lik bir çözelti hazırlamak için 0.0394 g tartılan DPPH, bir miktar metanol içerisinde çözündürüldükten sonra kayıpsız bir şekilde 100 mL'lik bir ölçü balonuna aktarılıp metanol ile balon hacmine tamamlanmıştır. 1mM konsantrasyona sahip bu çözeltiden 6 mL alınıp 100mL'ye tamamlanarak 6x10<sup>-5</sup> M konsantrasyonunda DPPH çözeltisi elde edilmiştir.

Analizde kullanılacak örnek miktarı 25 µL olarak belirlenmiş olup hazırlanan 6x10<sup>-5</sup> M'lık DPPH çözeltisinden 3.9 mL hem köre hem de örneğe ilave edilmiştir. Tüp içerikleri karıştırıldıktan sonra tüpler oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda spektrofotometrede (OPTIZEN 322OUV, Optizen Labs LLC, Warsaw, Polonya) 515 nm dalgaboyunda tüp

içeriklerinin absorbans değerleri okunmuştur ve % inhibisyon değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ inhibisyon} = \left(1 - \frac{A_p}{A_{DPPH}}\right) \times 100 \dots\dots\dots(3.2)$$

$A_p$ : 515 nm dalga boyunda örneğin absorpsiyonu

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

### 3.2.11.3. CUPRAC yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

Apak ve ark. (2004) metoduna göre yapılan CUPRAC antioksidan aktivite testi için öncelikle  $\text{CuCl}_2$ , neokuproin, amonyum asetat çözeltileri hazırlanmıştır.  $\text{CuCl}_2$  çözeltisi için 0.4262 g  $\text{CuCl}_2$  tartılarak 100 mL ölçü balonuna alınıp saf su ile hacme tamamlanmıştır. 0.0390 g neokuproin 25 mL ölçü balonunda % 96'lık etil alkol ile hazırlanmıştır. Amonyum asetat çözeltisi için ise, 7.708 g amonyum asetat 100 mL'lik ölçü balonuna alınarak saf su ile hacme tamamlanmıştır.

Tüplere 25  $\mu\text{L}$  ekstrakt ve 975  $\mu\text{L}$  distile su pipetledikten sonra hazırlanan  $\text{CuCl}_2$ , neokuproin ve amonyum asetat çözeltilerinden 1'er mL ilave edilmiştir. Karıştırıldıktan sonra 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra antioksidan bulunmayan örneğe karşı 450 nm dalgaboyunda absorbans değerleri okunmuştur.

Kalibrasyon grafiği için 0.0073-0.0430 mg aralığında troloks standart çözeltileri hazırlanmıştır. Lineer regresyon analizi ile belirlenen kalibrasyon denklemi kullanılarak mg/kg örnek olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.12. İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler *JMP Statistics and Graphics Guide*, Versiyon 7 (SAS Institute Inc. 2007) programı ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar 3 tekrarlı ölçümlerin ortalaması  $\pm$  standart sapma olarak gösterilmiştir. Tek yönlü varyans analizi yapılmıştır ve uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar en küçük kareler yöntemi ile belirlenmiştir. Farklılıkların  $p \leq 0.05$  seviyesinde önemli olduğu düşünülmüştür. Değişkenler arasındaki korelasyonlar regresyon analizi ile gerçekleştirilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada 3 adedi Karadeniz Bölgesi'nden, 9 adedi Marmara Bölgesi'nden ve 1 adedi de Akdeniz Bölgesinden olmak üzere toplamda 13 noktada yetişen yaban mersini üzerinde çalışılmıştır.

### 4.1. 1000 Tane Ağırlığı

5 g örnek miktarına düşen dane sayısından yola çıkılarak hesaplanan 1000 tane ağırlığı için yetiştiriciliği yapılan ve doğal olarak yetişen türler kıyaslandığında Kutluca Köyü'nde yetiştiriciliği yapılan yüksek çalı formundaki "Jersey" türü 4.755,45 g ağırlık ile 1000 tane ağırlığı en fazla olan tür olarak belirlenmiştir. Bu numuneyi sırasıyla 2.666,90 g ağırlık ile "Trabzon 2" numunesi ve 2.514,70 g ağırlık ile yine Kutluca köyünden temin edilmiş olan "Brigitta" numunesi izlemektedir. En düşük 1000 tane ağırlığına sahip numuneler ise Uludağ'ın Kirazlıyayla (193.31 g), Sarıalan (208.14 g) ve Bakacak (152.44 g) noktalarından temin edilen numunelerdir (Çizelge 4.1).

### 4.2. Meyve Boyutu

Doğal olarak yetişen yaban mersini meyvelerinin boyutları  $5.4\pm 0.55$  ile  $14.67\pm 2.09$  mm arasında değişirken, yetiştiriciliği yapılan türlerin boyutları ise  $12\pm 0.00$  ile  $22.01\pm 1.42$  mm arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.).

### 4.3. Renk Analizi

Renk analizi yapılan örneklerde L, a ve b değerleri için görülen önemli farklılıklar Çizelge 4.1.'de farklı harflerle ifade edilmiştir. Yetiştiriciliği yapılan yüksek çalı formundaki Bluecrop ( $35.29\pm 0.19$ ), Berkeley ( $33.88\pm 1.44$ ), Bluegold ( $31.65\pm 4.36$ ), Jersey ( $28.57\pm 2.29$ ), Brigitta ( $26.60\pm 1.15$ ) türlerinde L değeri doğal olarak yetişen yaban mersini numunelerinden çok daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, a ve b değerleri için de benzer şekildedir (Çizelge 4.1). Türkben ve ark (2006) ise Uludağ'dan

temin ettikleri yaban mersini numunelerinin L, a, b değerlerini sırasıyla 11.26-16.69; +1.55-4.17; 0.34-0.93 olarak tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

**Çizelge 4.1.** Yaban mersini çeşitlerinin fiziksel özellikleri

No	Kod	Çap (mm)	1000 tane ağırlığı (g)	L	a	b
1	T1	7.4 ± 0.55	380.95	20.17 ± 0.69 <sup>G</sup>	4.35 ± 0.70 <sup>BC</sup>	0.91 ± 0.97 <sup>A</sup>
2	T2	14.67 ± 2.09	2.666,90	23.45 ± 1.41 <sup>EF</sup>	3.69 ± 0.92 <sup>C</sup>	-1.08 ± 0.75 <sup>BC</sup>
3	S1	6.8 ± 0.84	208.14	26.23 ± 0.93 <sup>CDE</sup>	3.91 ± 2.17 <sup>C</sup>	-0.07 ± 1.19 <sup>AB</sup>
4	U1	6 ± 0.00	218.82	20.16 ± 0.43 <sup>G</sup>	2.96 ± 0.54 <sup>C</sup>	0.20 ± 0.56 <sup>AB</sup>
5	U2	6.5 ± 0.71	193.31	23.92 ± 0.39 <sup>DE</sup>	3.46 ± 0.60 <sup>C</sup>	0.17 ± 0.57 <sup>AB</sup>
6	U3	5.4 ± 0.55	152.44	26.20 ± 1.48 <sup>CDE</sup>	3.94 ± 0.58 <sup>C</sup>	-0.25 ± 1.03 <sup>ABC</sup>
7	K1	14 ± 0.00	1.565,00	33.88 ± 1.44 <sup>AB</sup>	6.90 ± 1.48 <sup>A</sup>	-3.67 ± 1.17 <sup>EF</sup>
8	K2	12 ± 0.00	1.304,50	27.55 ± 1.13 <sup>C</sup>	3.93 ± 0.79 <sup>C</sup>	-2.76 ± 0.27 <sup>DE</sup>
9	K3	13.2 ± 1.92	1.892,90	31.65 ± 4.36 <sup>B</sup>	5.96 ± 0.70 <sup>A</sup>	-3.89 ± 1.50 <sup>EF</sup>
10	K4	22.01 ± 1.42	4.755,45	28.57 ± 2.29 <sup>C</sup>	3.75 ± 0.71 <sup>C</sup>	-3.09 ± 0.34 <sup>E</sup>
11	K5	14.5 ± 0.71	2.514,70	26.60 ± 1.15 <sup>CD</sup>	7.43 ± 0.65 <sup>A</sup>	-1.54 ± 0.56 <sup>CD</sup>
12	K6	13.75 ± 1.26	1.921,50	35.29 ± 0.19 <sup>A</sup>	5.92 ± 0.18 <sup>AB</sup>	-5.03 ± 0.14 <sup>F</sup>
13	A1	7.32 ± 0.08	362.75	20.58 ± 2.59 <sup>FG</sup>	1.07 ± 0.52 <sup>D</sup>	-0.89 ± 0.33 <sup>BC</sup>

$p \leq 0.05$ ; Üslü olarak yazılan büyük harfler, numuneler arasında L, a, b değerleri için gözlenen farklılıkları ifade etmektedir.

#### 4.4. pH Tayini

Analiz edilen yaban mersini numunelerinin pH değeri doğal olarak yetişen türlerde 2.78-4.55 aralığında tespit edilirken yetiştiriciliği yapılan türlerde 2.74-2.96 olarak bulunmuştur. pH değeri yaban mersini çeşidine göre ve aynı çeşitteki meyvelerde de temin edilen noktanın coğrafi şartları, yükseklik, toprak pH'ı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği düşünülmektedir. Doğal olarak yetişen türlerden biri olan "Antalya 1" numunesinin pH değeri 4.55±0.03 olarak tespit edilirken bu değer Uludağ'dan temin edilen örnekler için ortalama 2.95; Trabzon ve Samsun bölgesi için ortalama 2.90 olarak tespit edilmiştir. Yetiştiriciliği yapılan diğer numunelerde daha düşük bulunmuştur. Literatürdeki sonuçlara bakıldığında, Uludağ'da yetişen türlerin pH değerini 2.76-2.94 arasında değiştiğini belirten Türkben ve ark (2006) ile uyumluluk

gösterirken yetiştiriciliği yapılan Berkeley, Bluecrop ve Jersey türleri için pH değerini ortalama 3.4 olarak belirten Sapers ve ark (1983) çalışmasıyla farklılık gözlenmiştir.

#### **4.5. Toplam Asitlik Tayini**

Analizler 3 paralelde yapılmış olup harcanan NaOH miktarı esas alınarak hesaplanan toplam asit miktarları Çizelge 4.2.'de tartarik asit cinsinden g/100g olarak verilmiştir. Toplam asitlik miktarı 0.27-1.65 g/100 g aralığında tespit edilmiş olup en yüksek asitliğe 1.65±0.03; 1.54±0.00 ve 1.10±0.03 değerleri ile sırasıyla “Brigitta”, “Bluecrop” ve “Jersey” türleri sahip olurken “Antalya” numunesi ise 0.27±0.03 g/100 g asitlik değeri ile asitliği en düşük tür olarak tespit edilmiştir. Uludağ’ın Kirazlıyayla, Sarıalan ve Bakacak bölgelerinden temin edilen meyvelerin asitlikleri sırasıyla 0.94±0.04, 0.98±0.11 ve 0.53±0.04 olarak belirlenmiştir. Türkben ve ark. (2006)’nın Uludağ’da yetişen yaban mersinleri ile ilgili bir çalışmalarında 0.90-1.19 g/100g olarak tespit etmişlerdir. Kalt ve McDonald (1996) alçak boylu çalı formundaki yaban mersini meyvelerinin toplam asitliğini kuru ağırlık üzerinden ortalama 1.64 olarak tespit etmişlerdir. Sapers ve ark (1983) ise, Berkeley, Bluecrop, Jersey türleri için toplam asitlik miktarını 0.40-0.60 aralığında bulduklarını ifade etmişlerdir.

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

Toplam kurumadde içeriği için “Antalya” (25.31±0.20 g/100g) ve “Bakacak” (18.03±0.00 g/100 g) numuneleri hariç olmak üzere genel olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.2.). Ancak, doğal olarak yetişen türler, yetiştiriciliği yapılan türlerle kıyaslandığında daha fazla kurumadde miktarına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Doğal olarak yetişen yaban mersini türleri için ortalama kurumadde miktarı % 17.24 olarak belirlenirken bu değer yetiştiriciliği yapılan türlerde 12.58 olarak tespit edilmiştir.

#### 4.7. Kül Tayini

Genel olarak bakıldığında, kül miktarının doğal olarak yetişen yaban mersini türlerinde daha fazla olduğu belirlenmiştir. “Antalya” numunesi  $3.35 \pm 0.05$  g/100 g ile en fazla kül içeriğine sahip tür olarak tespit edilmiştir. Bunu da sırasıyla “Kirazlıyayla”, “Sarıalan”, “Bakacak”, “Samsun” ve “Trabzon1-2” numuneleri izlemektedir. Kutluca köyünde yetiştiriciliği yapılan yüksek çalı formundaki türlerde ise daha düşük kül içeriği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.).

**Çizelge 4.2.** Yaban mersini çeşitlerinin kimyasal özellikleri

No	Kod	pH	Toplam asitlik (g/100 g)	Kül (g/100 g)	Kurumadde (g/100 g)
1	T1	$3.00 \pm 0.01$ <sup>B</sup>	$0.73 \pm 0.04$ <sup>EF</sup>	$1.53 \pm 0.10$ <sup>DEF</sup>	$17.33 \pm 0.28$ <sup>B</sup>
2	T2	$2.78 \pm 0.01$ <sup>G</sup>	$0.81 \pm 0.06$ <sup>E</sup>	$1.34 \pm 0.15$ <sup>EF</sup>	$10.89 \pm 0.81$ <sup>B</sup>
3	S1	$2.93 \pm 0.01$ <sup>E</sup>	$0.80 \pm 0.03$ <sup>EF</sup>	$1.83 \pm 0.07$ <sup>BCD</sup>	$16.57 \pm 0.29$ <sup>B</sup>
4	U1	$2.96 \pm 0.02$ <sup>C</sup>	$0.94 \pm 0.04$ <sup>D</sup>	$2.06 \pm 0.10$ <sup>B</sup>	$14.91 \pm 0.25$ <sup>B</sup>
5	U2	$2.93 \pm 0.02$ <sup>DE</sup>	$0.98 \pm 0.11$ <sup>D</sup>	$2.28 \pm 0.00$ <sup>B</sup>	$17.60 \pm 0.00$ <sup>B</sup>
6	U3	$2.97 \pm 0.00$ <sup>C</sup>	$0.53 \pm 0.04$ <sup>H</sup>	$2.14 \pm 0.00$ <sup>BC</sup>	$18.03 \pm 0.00$ <sup>AB</sup>
7	K1	$2.74 \pm 0.02$ <sup>H</sup>	$0.70 \pm 0.04$ <sup>G</sup>	$1.27 \pm 0.40$ <sup>F</sup>	$12.32 \pm 0.35$ <sup>B</sup>
8	K2	$2.97 \pm 0.03$ <sup>C</sup>	$0.72 \pm 0.02$ <sup>FG</sup>	$1.36 \pm 0.15$ <sup>EF</sup>	$15.69 \pm 5.82$ <sup>B</sup>
9	K3	$2.89 \pm 0.01$ <sup>I</sup>	$0.36 \pm 0.00$ <sup>I</sup>	$1.84 \pm 0.24$ <sup>BCD</sup>	$12.09 \pm 0.22$ <sup>B</sup>
10	K4	$2.96 \pm 0.01$ <sup>CD</sup>	$1.10 \pm 0.03$ <sup>C</sup>	$1.60 \pm 0.09$ <sup>CDEF</sup>	$11.40 \pm 0.11$ <sup>B</sup>
11	K5	$2.83 \pm 0.02$ <sup>F</sup>	$1.65 \pm 0.03$ <sup>A</sup>	$1.60 \pm 0.39$ <sup>CDEF</sup>	$12.27 \pm 0.22$ <sup>B</sup>
12	K6	$2.83 \pm 0.01$ <sup>F</sup>	$1.54 \pm 0.00$ <sup>B</sup>	$1.84 \pm 0.00$ <sup>BCDE</sup>	$11.73 \pm 0.00$ <sup>B</sup>
13	A1	$4.55 \pm 0.03$ <sup>A</sup>	$0.27 \pm 0.03$ <sup>J</sup>	$3.35 \pm 0.05$ <sup>A</sup>	$25.31 \pm 0.20$ <sup>A</sup>

$p \leq 0.05$ ; Üslü olarak yazılan büyük harfler, numuneler arasında gözlenen farklılıkları ifade etmektedir.

#### 4.8. Toplam Fenol Bileşikleri Tayini

Yaban mersini çeşitlerinin toplam fenol içeriği kafeik asit eşdeğeri olarak mg/kg olarak hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Araştırılan 13 tür yaban mersini numunelerinin toplam fenol içerikleri genel olarak incelendiğinde doğal olarak yetişen

türlerde toplam fenolik madde miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Özellikle, Antalya'dan temin edilen numune  $2.686,95 \pm 3.41$  mg/kg değeri ile toplam fenolik madde miktarı en yüksek olan tür olarak belirlenmiştir. Doğal olarak yetişen türlerden olan "Sarıalan" ( $2.226,63 \pm 1.04$  mg/kg), "Kirazlıyayla" ( $2.003,34 \pm 1.42$ ), "Bakacak" ( $1.561,92 \pm 0.54$ ), "Samsun 1" ( $1.378,14 \pm 0.68$ ) ve "Trabzon 1" ( $1.321,46 \pm 0.68$ ) numuneleri Antalya numunesinden sonra en fazla fenolik madde içeriğine sahip türler olarak belirlenmişlerdir. Doğal olarak yetişen bu türler kendi aralarında karşılaştırıldığında fenolik madde miktarının enlem farklılığına paralel olarak değiştiği görülmektedir. Yetiştiriciliği yapılan çeşitlerde ise fenolik madde miktarının en fazla tespit edildiği çeşit Jersey olup toplam fenolik madde içeriği  $907.52 \pm 0.90$  mg/kg olarak bulunmuştur.

#### **4.9. Antioksidan Kapasite Testleri**

ABTS, DPPH ve CUPRAC yöntemleriyle yapılan antioksidan kapasite testlerinin sonuçları yaş ağırlık üzerinden  $\mu\text{mol Trolox/g}$  örnek olarak verilmiştir. Bu yöntemler ile antioksidan kapasite için trolox eşdeğeri olarak farklı miktarlar belirlenmiş olmasına rağmen, toplam fenolik madde içeriği analiziyle paralel sonuçlar elde edilmiş olup doğal olarak yetişen türlerin daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip oldukları gözlemlenmiştir. Bu durum, toplam fenolik madde içeriğinin antioksidan kapasiteye olan katkısının da bir göstergesidir.

##### **4.9.1. ABTS yöntemi ile antioksidan aktivite tayini**

"Antalya" numunesi  $6.05 \pm 0.00$   $\mu\text{mol Trolox/g}$  örnek değeriyle en yüksek antioksidan kapasiteye sahip tür olarak belirlenirken bunu sırasıyla "Bakacak" ( $5.54 \pm 0.00$ ), "Sarıalan" ( $4.20 \pm 0.00$ ), "Kirazlıyayla" ( $4.02 \pm 0.00$ ), "Trabzon 1"  $3.94 \pm 0.03$ , "Samsun 1"  $3.89 \pm 0.02$  ve "Trabzon 2" ( $2.50 \pm 0.01$ ) takip etmektedir. Yetiştiriciliği yapılan türler arasında ise Bluegold ( $2.04 \pm 0.01$ ) en yüksek antioksidan kapasiteye sahip tür olarak belirlenirken Bluecrop ( $1.14 \pm 0.00$ ) antioksidan kapasitesi en düşük olan tür olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3.).



#### **4.9.2. DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite tayini**

“Antalya” numunesi,  $11.25 \pm 0.05$   $\mu\text{mol}$  Troloks/g örnek değeriyle yine antioksidan kapasitesi en yüksek olan tür olarak belirlenmiştir. Yetiştiriciliği yapılan türler kendi arasında antioksidan kapasite metodu bazında kıyaslandığında ABTS metoduna nazaran DPPH metoduna göre antioksidan kapasiteleri daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.3.).

#### **4.9.3. CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayini**

$72.82 \pm 0.27$   $\mu\text{mol}$  Troloks/g örnek değerinde antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenen “Antalya” numunesi bu yöntemde de antioksidan kapasitesi en yüksek tür olarak tespit edilmiştir. Doğal olarak yetişen türler arasında, Antalya numunesini takiben  $\mu\text{mol}$  Troloks/g örnek cinsinden olmak üzere sırasıyla Bakacak ( $49.36 \pm 3.81$ ); Sarıalan ( $48.32 \pm 4.93$ ); Kirazlıyayla ( $42.33 \pm 5.65$ ); Samsun ( $28.44 \pm 4.62$ ); Trabzon 1 ( $26.34 \pm 0.30$ ) ve Trabzon 2 ( $14.58 \pm 1.38$ ) numuneleri tespit edilmiştir. Diğer iki yöntemle kıyaslandığında her bir çeşidin antioksidan kapasite sonuçları  $\mu\text{mol}$  Troloks/g örnek cinsinden miktar olarak bu yöntemle daha fazla bulunmuş olmasına rağmen, doğal olarak yetişen yaban mersini meyvelerinin daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu gösteren bulgularla paralellik arz etmektedir (Çizelge 4.3.).

#### **4.9.4. Antioksidan aktivite sonuçlarının değerlendirilmesi**

Yaban mersini çeşitlerinin içerdiği toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri arasındaki korelasyon Çizelge 4.4’te gösterilmiştir. Buna göre, CUPRAC metodu 0.8914 korelasyon katsayısıyla toplam fenolik madde içeriğiyle korelasyonu en yüksek olan metot olarak belirlenmiştir. Bu durumun, CUPRAC metodunun şekerleri elimine ederek fenolik bileşiklerden kaynaklanan sonucu ortaya koymasından kaynaklandığı düşünülmektedir. CUPRAC metodunu sırasıyla 0.8640 ve 0.6895 korelasyon katsayılarıyla sırasıyla DPPH ve ABTS takip etmektedir. Antioksidan aktivite metotlarının sonuçları arasındaki farklılıklar Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

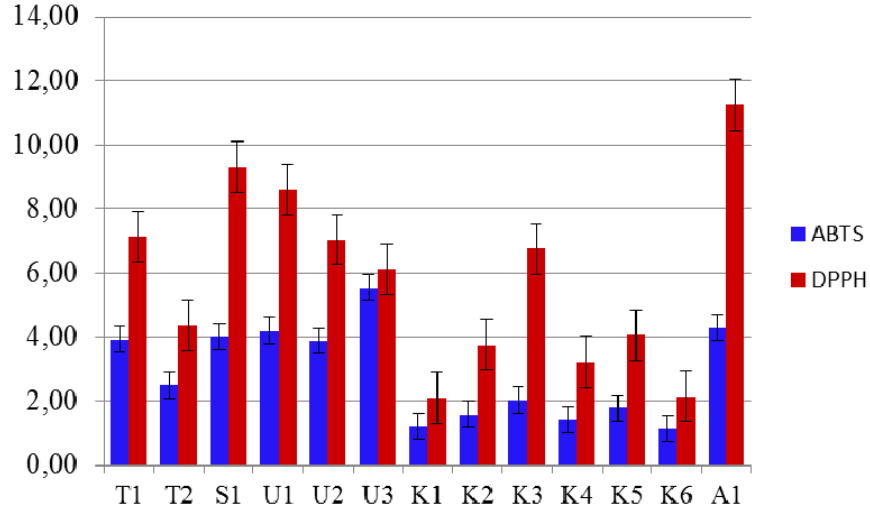
**Çizelge 4.3.** Yaban mersini çeşitlerinin toplam fenol içerikleri ve antioksidan aktiviteleri

Kod	Toplam Fenol (mg/kg)	ABTS	DPPH	CUPRAC
T1	1.321,46±0.68 <sup>F</sup>	3.94±0.03 <sup>DE</sup>	7.12±0.08 <sup>D</sup>	26.34±0.30 <sup>D</sup>
T2	813.05±0.15 <sup>H</sup>	2.50±0.01 <sup>F</sup>	4.36±0.14 <sup>G</sup>	14.58±1.38 <sup>F</sup>
S1	1.378,14±0.68 <sup>E</sup>	3.89±0.02 <sup>E</sup>	7.04±0.06 <sup>D</sup>	28.44±4.62 <sup>D</sup>
U1	2.003,34±1.42 <sup>C</sup>	4.02±0.00 <sup>D</sup>	9.30±0.12 <sup>B</sup>	42.33±5.65 <sup>C</sup>
U2	2.226,63±1.04 <sup>B</sup>	4.20±0.00 <sup>C</sup>	8.61±0.05 <sup>C</sup>	48.32±4.93 <sup>B</sup>
U3	1.561,92±0.54 <sup>D</sup>	5.54±0.00 <sup>A</sup>	6.75±0.12 <sup>E</sup>	49.36±3.81 <sup>D</sup>
K1	345.86±0.59 <sup>L</sup>	1.21±0.00 <sup>K</sup>	2.10±0.12 <sup>K</sup>	7.42±2.20 <sup>GH</sup>
K2	533.08±0.77 <sup>J</sup>	1.59±0.00 <sup>I</sup>	3.75±0.11 <sup>I</sup>	9.26±0.91 <sup>GH</sup>
K3	771.83±0.39 <sup>I</sup>	2.04±0.01 <sup>G</sup>	6.12±0.21 <sup>F</sup>	20.88±0.85 <sup>E</sup>
K4	907.52±0.90 <sup>G</sup>	1.43±0.03 <sup>J</sup>	3.22±0.03 <sup>J</sup>	12.19±2.88 <sup>FG</sup>
K5	548.54±0.45 <sup>J</sup>	1.79±0.01 <sup>H</sup>	4.06±0.03 <sup>H</sup>	12.15±2.12 <sup>FG</sup>
K6	395.67±0.15 <sup>K</sup>	1.14±0.00 <sup>K</sup>	2.14±0.03 <sup>K</sup>	5.98±0.61 <sup>H</sup>
A1	2.686,95±3.41 <sup>A</sup>	6.05±0.00 <sup>B</sup>	11.25±0.05 <sup>A</sup>	72.82±0.27 <sup>A</sup>

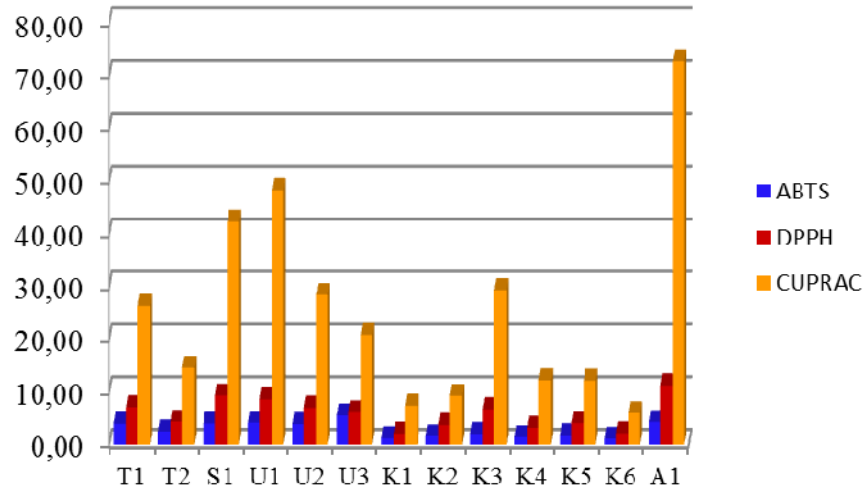
Antioksidan aktivite sonuçları µmol Troloks/g örnek YA olarak verilmiştir.  $p \leq 0.05$ ; Üslü yazılan büyük harfler, numuneler arasında gözlenen farklılıkları ifade etmektedir.

**Çizelge 4.4.** Toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivite testleri arasındaki korelasyon

	Toplam Fenol	ABTS	DPPH	CUPRAC
Toplam Fenol	1	0.6895	0.864	0.8914
ABTS	0.6895	1	0.6199	0.7065
DPPH	0.864	0.6199	1	0.8412
CUPRAC	0.8914	0.7065	0.8412	1



**Şekil 4.1.** ABTS ve DPPH antioksidan aktivite testlerinin karşılaştırması



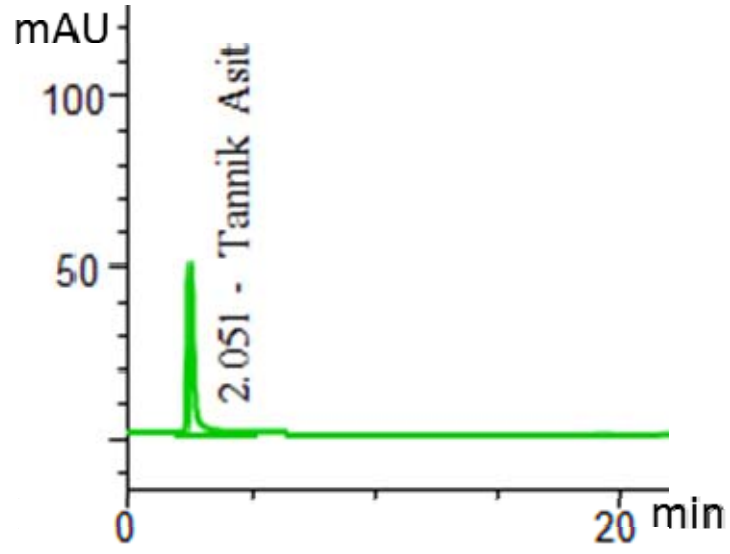
**Şekil 4.2.** ABTS, DPPH ve CUPRAC antioksidan aktivite testlerinin karşılaştırması

Organik ve geleneksel yöntemle yetiştirilmiş yaban mersini meyvelerinin antosiyaninlerinin ve fenolik bileşiklerinin karşılaştırılması üzerine yapılan bir çalışmada organik çeşitlerin toplam fenol miktarı 48.9-338 mg gallik asit eşdeğeri/100 g YA aralığında, geleneksel yöntemle yetişen çeşitlerinin de 44.4-362 aralığında değiştiği ifade edilmiştir. Antioksidan aktivite değerinin ise 44.7-52.7 ve 44.4-55.7 arasında değiştiği belirtilmektedir (You ve ark. 2011). Sellapan ve ark. (2002) toplam polifenol

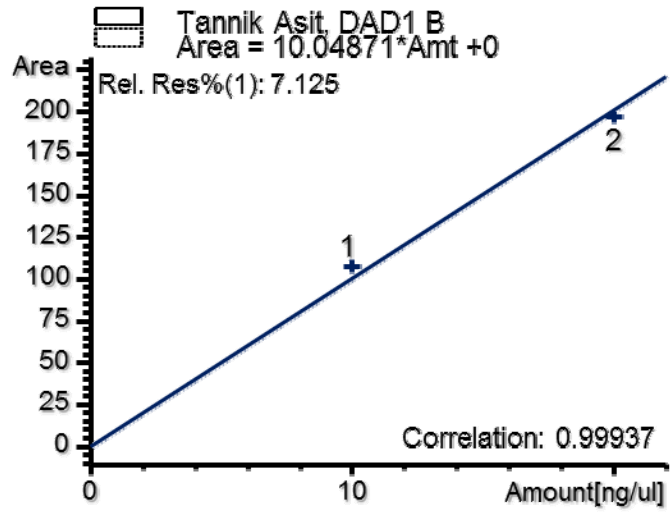
miktarları 261.95-929.62 mg/100 g YA; antioksidan kapasiteleri ise 8.11-38.29  $\mu$ M Troloks/g YA olarak tespit etmişlerdir. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan türlerin toplam fenolik madde içerikleri 345.86-907.52 mg/kg arasında değişirken, doğal olarak yetişen türlerinki 813.05-2.686,95 mg/kg arasında tespit edilmiştir. ABTS ve DPPH metotlarıyla elde edilen sonuçlar düşük bulunmakla birlikte CUPRAC metoduyla elde edilen sonuçlar Sellapan ve ark. (2002) çalışmasıyla yakınlık göstermektedir. Karadeniz Bölgesinde yetişen yaban mersini meyvelerinin antioksidan kapasiteleri üzerine araştırma yapan Koca ve Karadeniz (2009) antioksidan aktivite tayini için FRAP yöntemini kullanmış olup antioksidan aktivite değeri doğal olarak yetişen türler için 34.46-57.92  $\mu$ mol/g; kültüre alınan türler için 7.41-13.69 arasında tespit etmişlerdir. Toplam fenol miktarı ise doğal olarak yetişen türlerde 3.08-5.42 mg/g; kültüre alınanlarda 0.77-8.20 mg/g olarak belirtilmiştir. Bu sonuçlar ise, gerek toplam fenol miktarının gerekse de antioksidan kapasite değerinin kültüre alınan türlere nazaran doğal olarak yetişen türlerde daha fazla tespit edildiği sonucuyla örtüşmektedir.

#### **4.10. Fenol Bileşiklerinin HPLC İle Belirlenmesi**

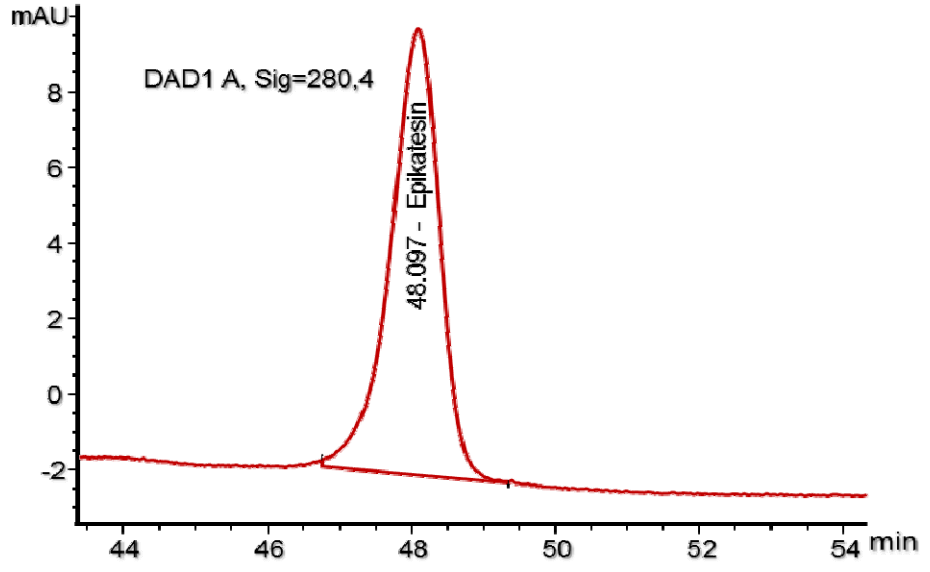
Yaban mersini çeşitlerinde araştırılan fenolik asitler ve flavonoidler HPLC-DAD tekniği ile analiz edilmiş olup ilgili bileşikler alıkonma zamanlarına göre tespit edilmiştir. Numunelerde araştırılan fenolik bileşikler arasında gallik asit, (+)-kateşin, (-)-epikateşin, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, resveratrol, kamferol, kuersetin, mirisetin, morin yer almaktadır. Bu bileşiklerin standartlarına ait HPLC kromatogramları ve kalibrasyon eğrileri ait grafikler Şekil 4.3-24 ve Şekil 4.25a,b,c'de verilerek alıkonma zamanları ve korelasyon katsayıları verilmiştir. Analiz edilen fenolik bileşiklerden tannik asit, gallik asit, (+)-kateşin ve (-)-epikateşin 280 nm; kafeik asit, p-kumarik asit ve resveratrol için 320 nm; mirisetin, morin, kuersetin ve kamferol bileşikleri ise 360 nm dalgaboyunda analiz edilmiştir. Tespit edilen fenolik bileşikler alıkonma zamanlarına göre şu şekilde sıralanmaktadır: Tannik asit, gallik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, (+)-kateşin, (-)-epikateşin, resveratrol, mirisetin, morin, kuersetin, kamferol. Bu bileşiklerin tespit edilme doğrulukları ise  $R^2 \geq 0.99$  düzeyindedir (Çizelge 4.6).



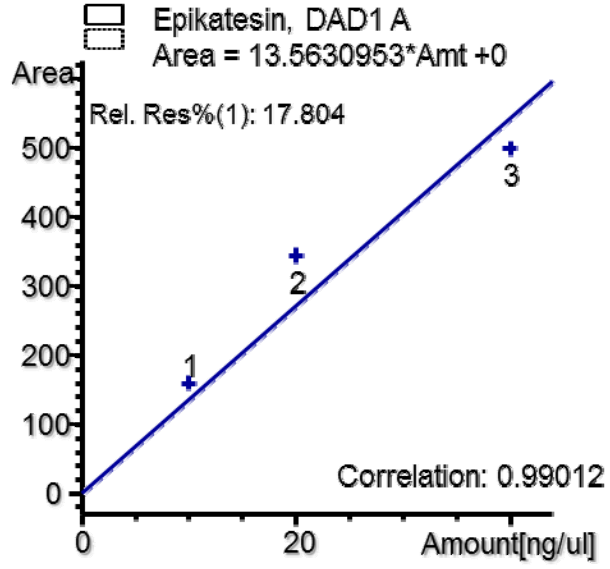
Şekil 4.3. Tannik asit standardının HPLC kromatogramı



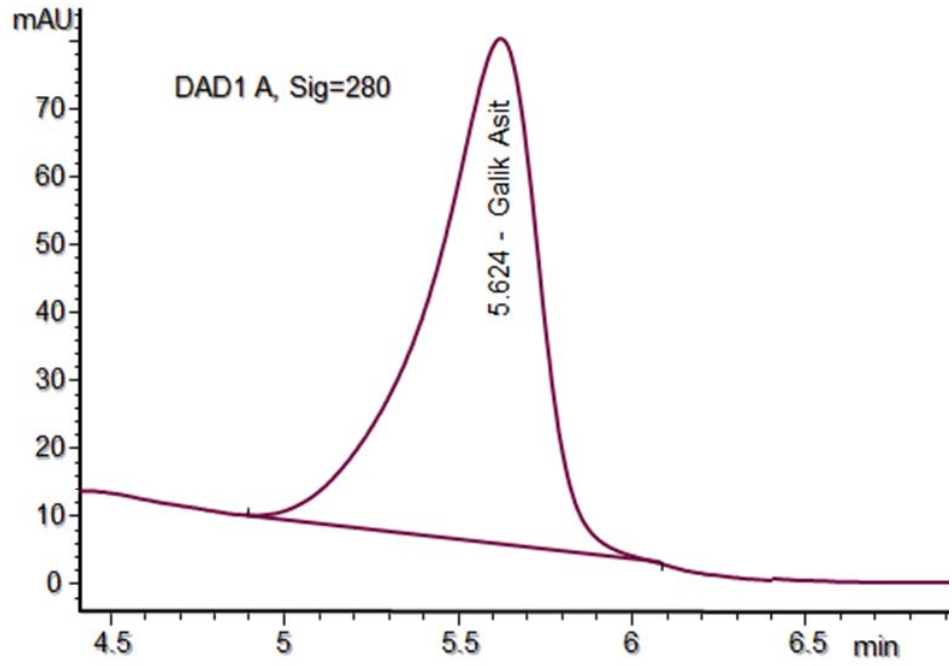
Şekil 4.4. Tannik asit için kalibrasyon eğrisi



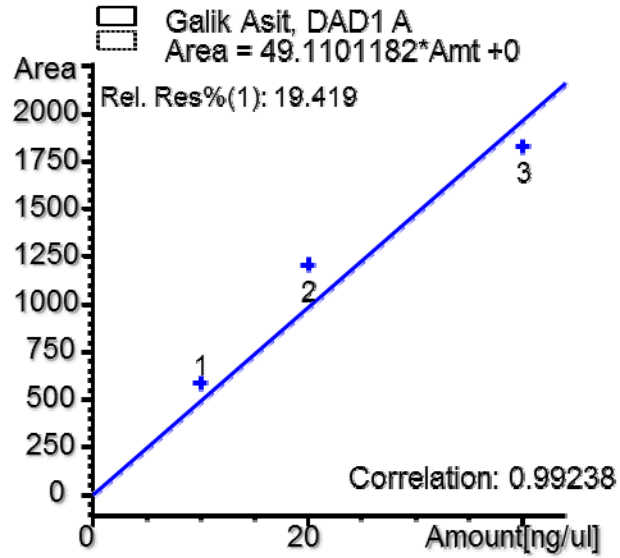
Şekil 4.5. Epikatesin standardının HPLC kromatogramı



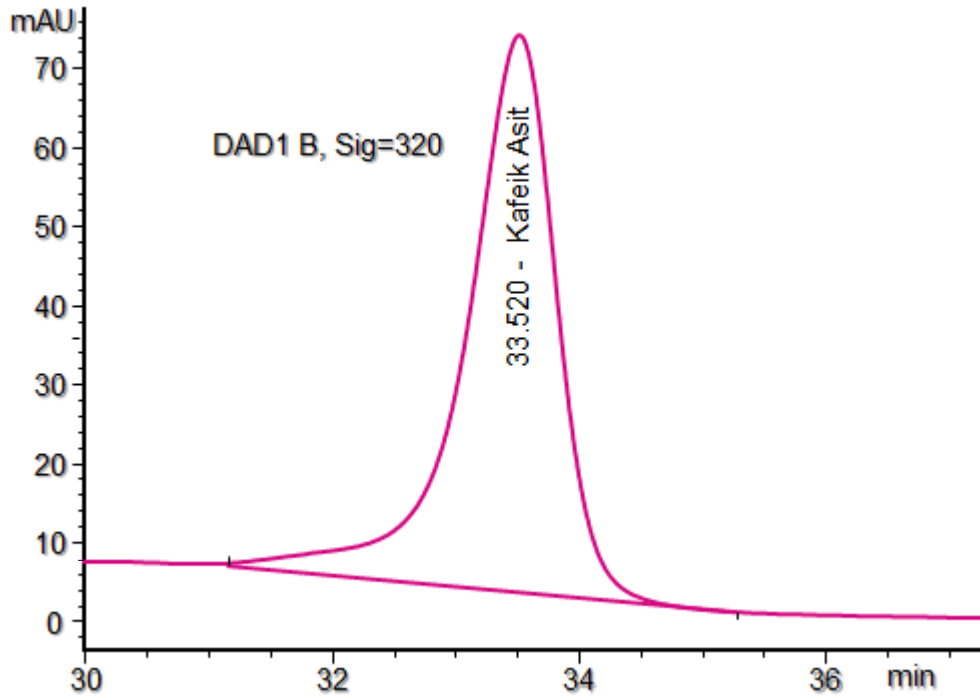
Şekil 4.6. Epikatesin için kalibrasyon eğrisi



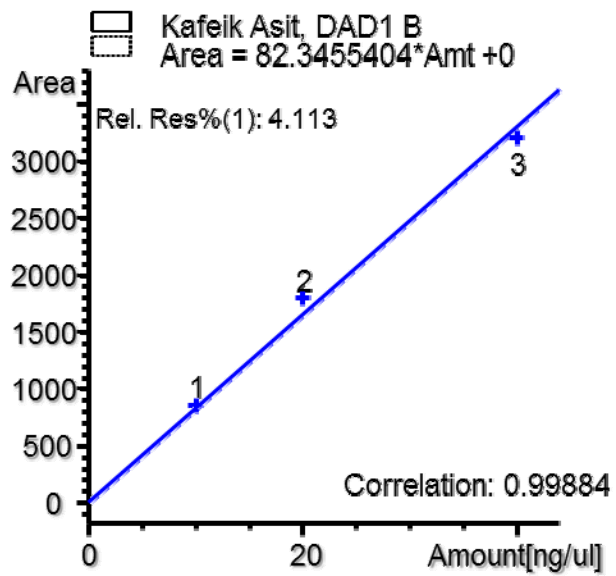
Şekil 4.7. Gallik asit standardının HPLC kromatogramı



Şekil 4.8. Gallik asit için kalibrasyon eğrisi

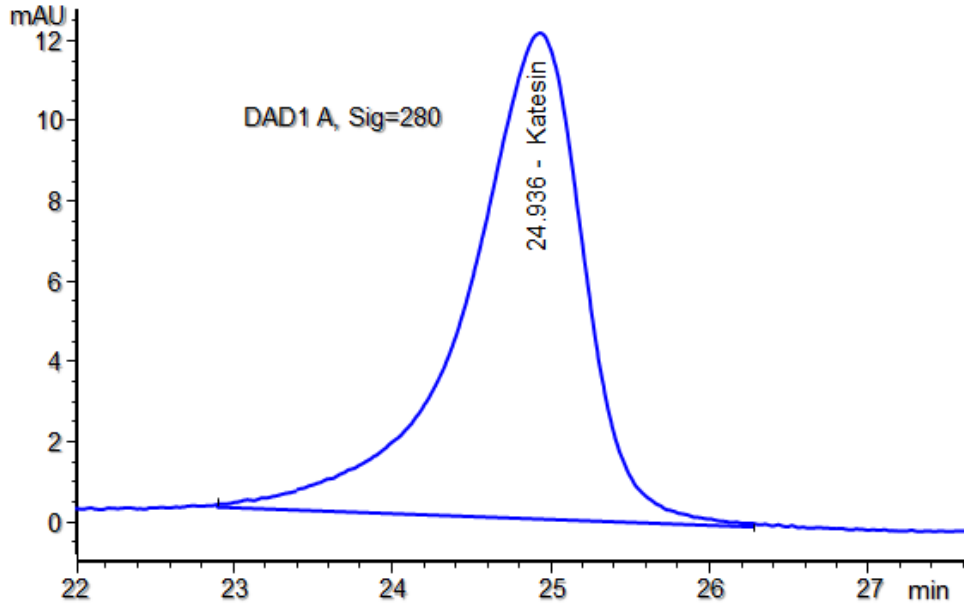


Şekil 4.9. Kafeik asit standardının HPLC kromatogramı

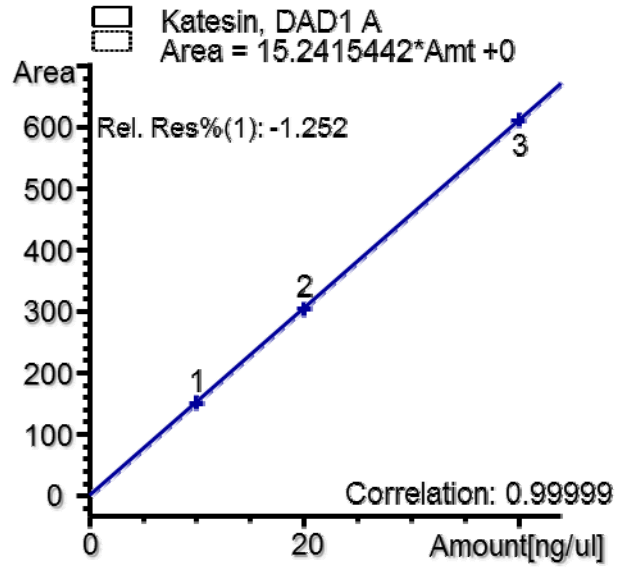


Şekil 4.10. Kafeik asit için kalibrasyon eğrisi

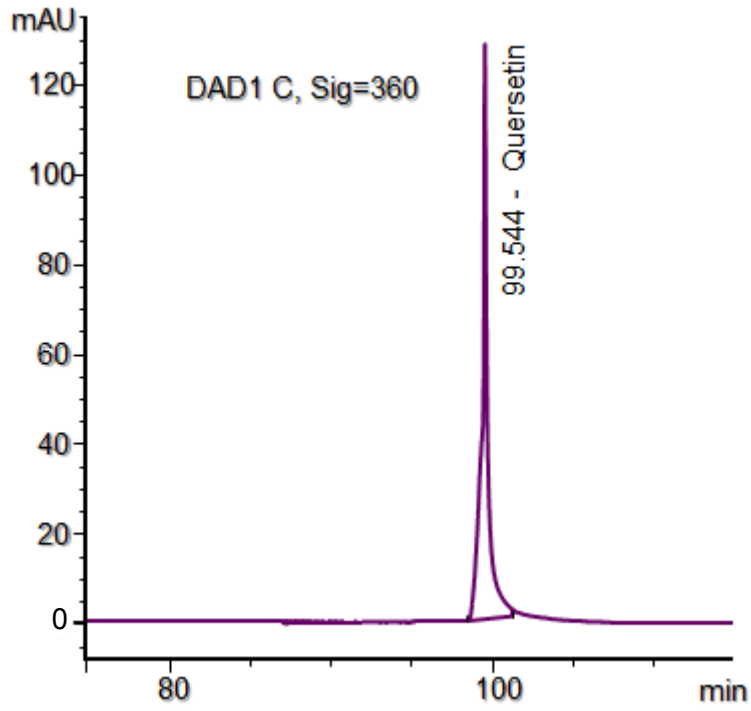




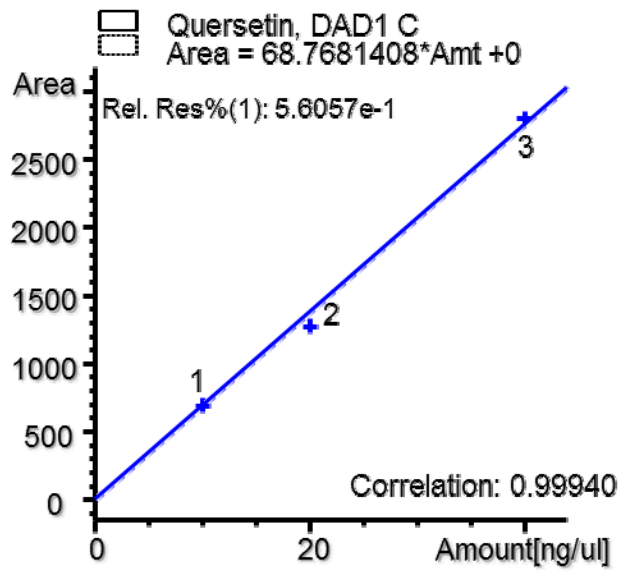
Şekil 4.11. Kateşin standardının HPLC kromatogramı



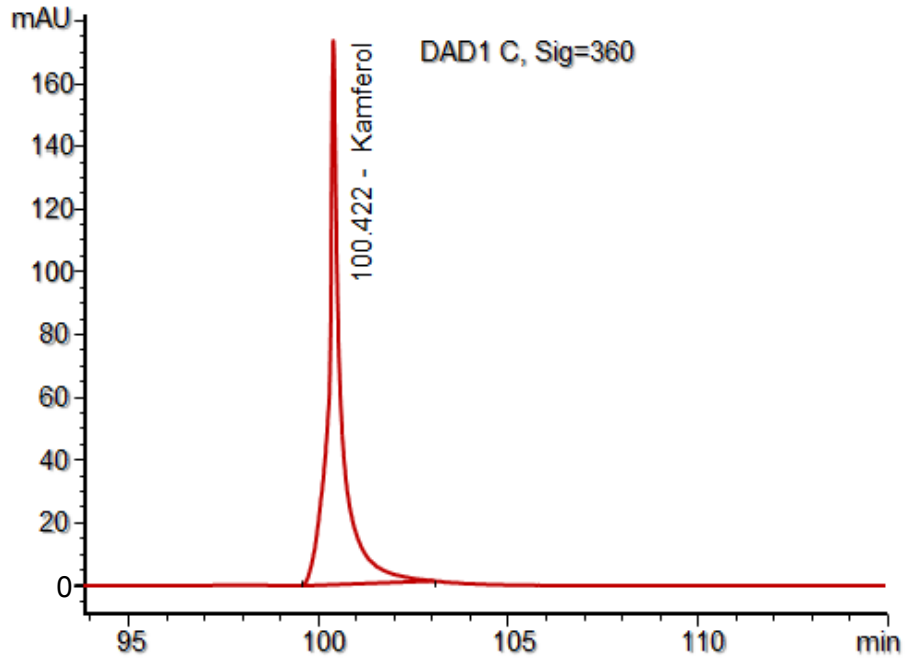
Şekil 4.12. Kateşin için kalibrasyon eğrisi



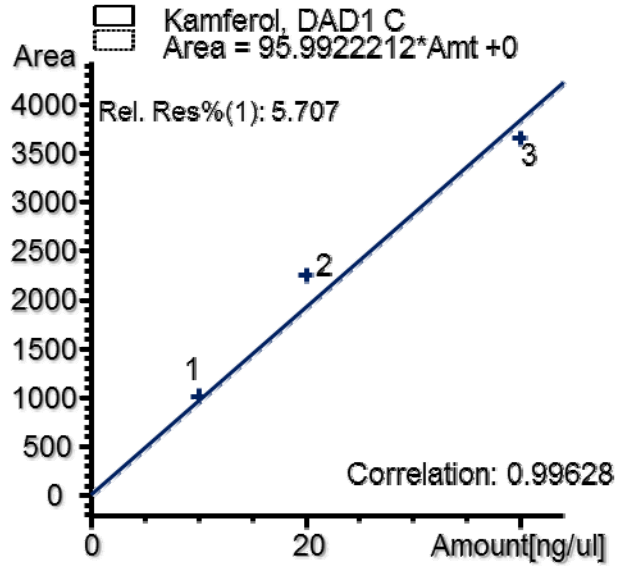
Şekil 4.13. Kuersetin standardının HPLC kromatogramı



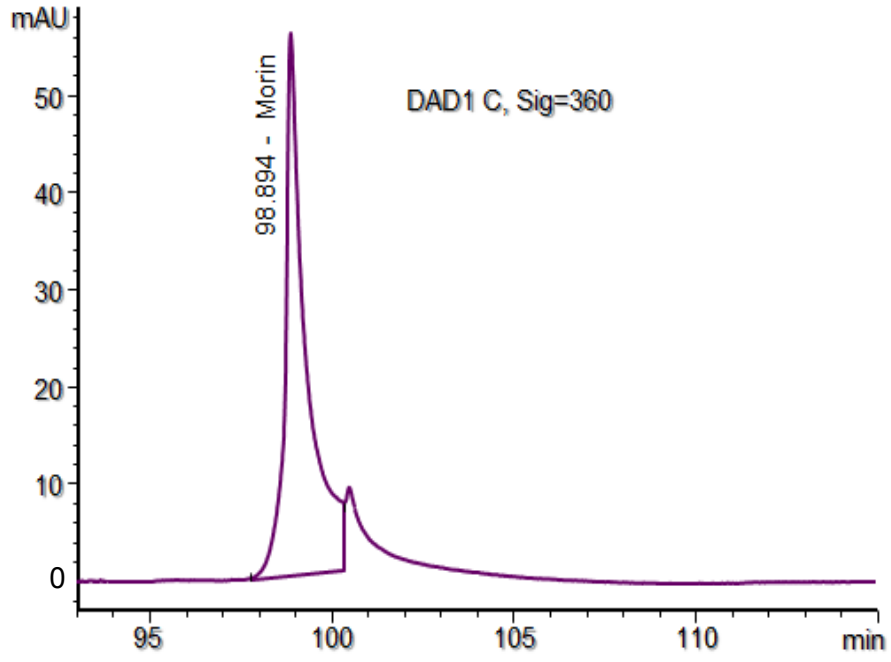
Şekil 4.14. Kuersetin için kalibrasyon eğrisi



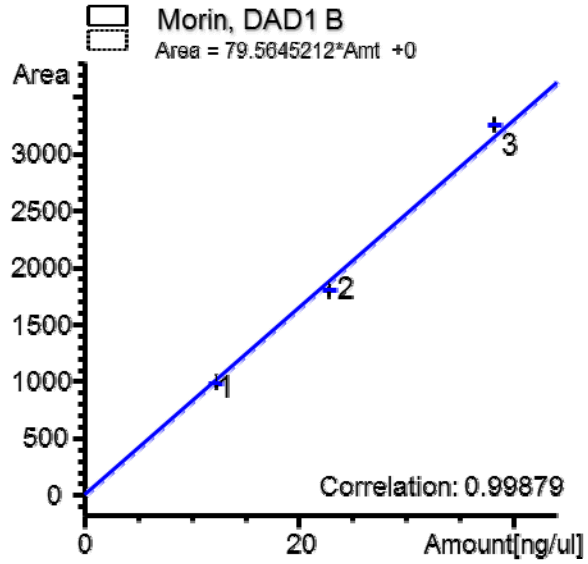
Şekil 4.15. Kamferol standardının HPLC kromatogramı



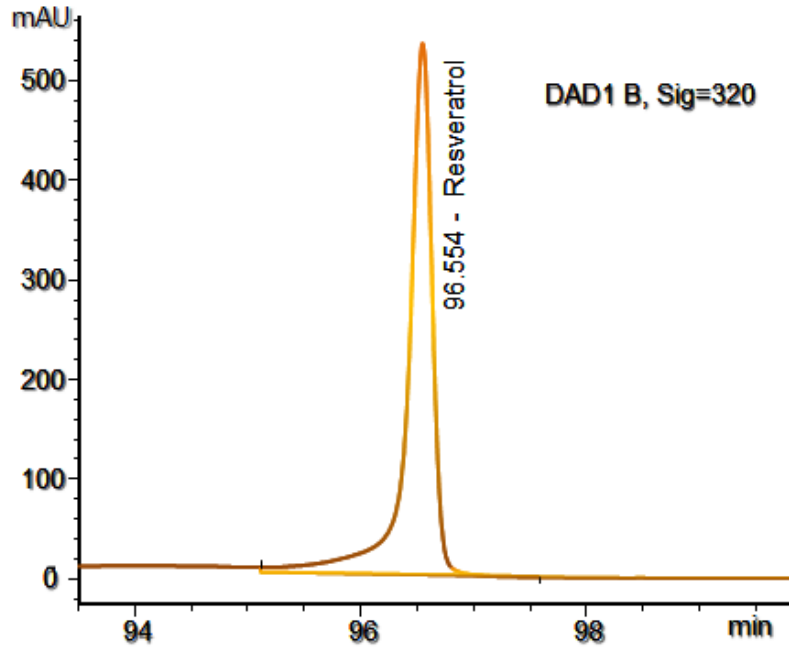
Şekil 4.16. Kamferol için kalibrasyon eğrisi



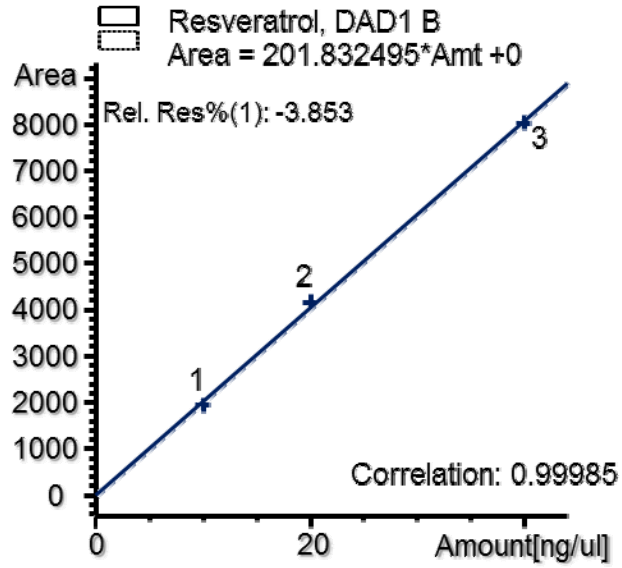
Şekil 4.17. Morin standardının HPLC kromatogramı



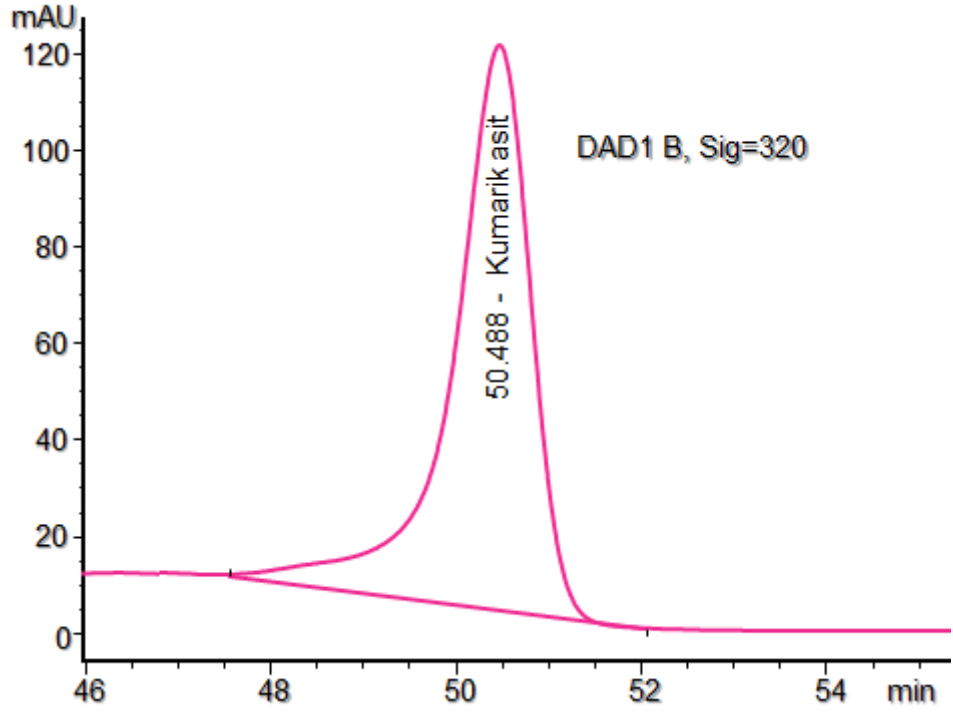
Şekil 4.18. Morin için kalibrasyon eğrisi



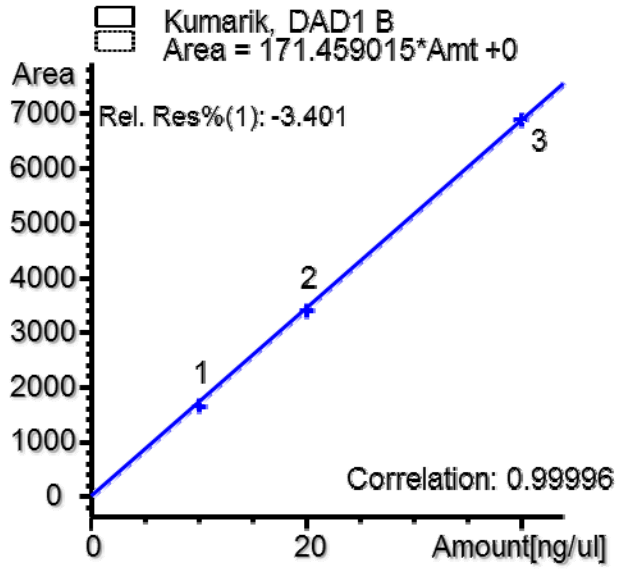
Şekil 4.19. Resveratrol standardının HPLC kromatogramı



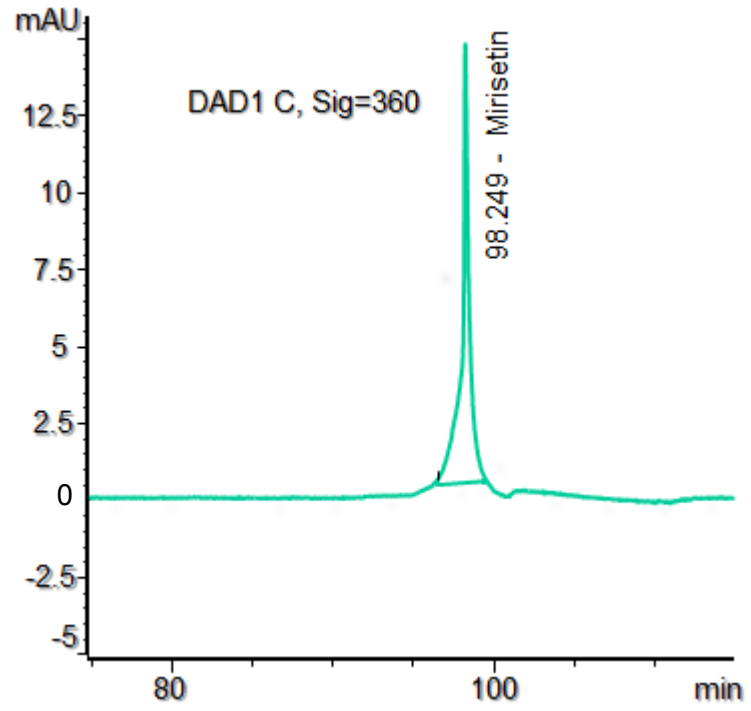
Şekil 4.20. Resveratrol için kalibrasyon eğrisi



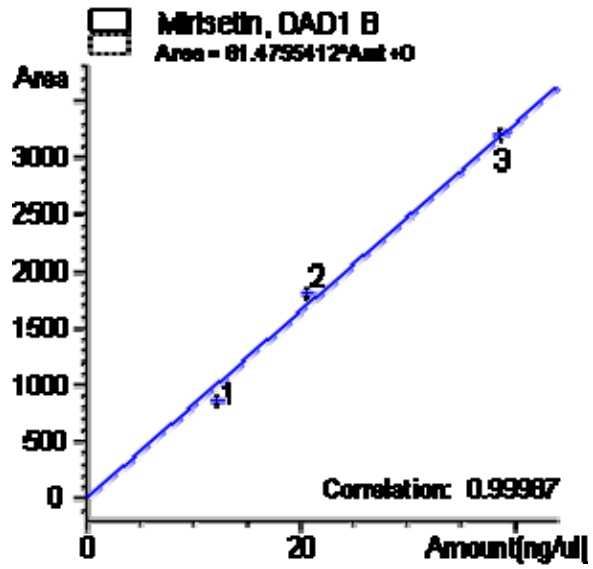
Şekil 4.21. Kumarik asit standardının HPLC kromatogramı



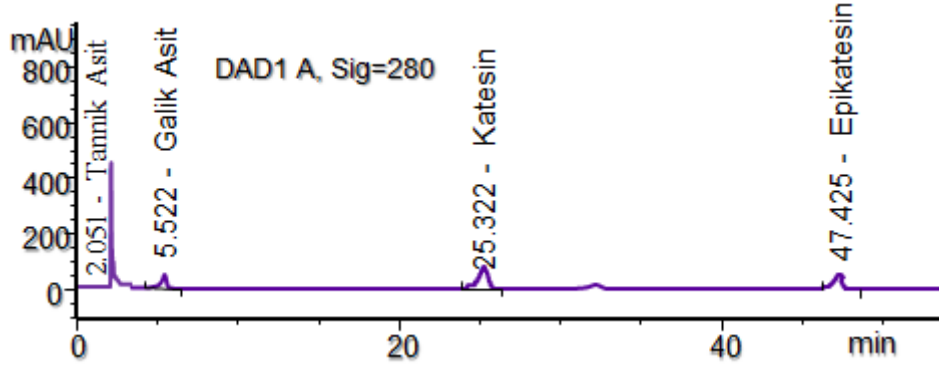
Şekil 4.22. Kumarik asit için kalibrasyon eğrisi



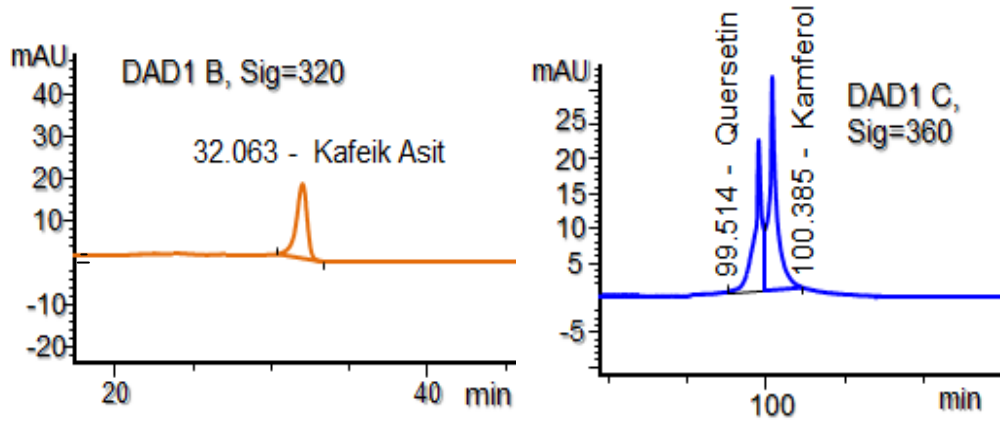
Şekil 4.23. Mirisetin standardının HPLC kromatogramı



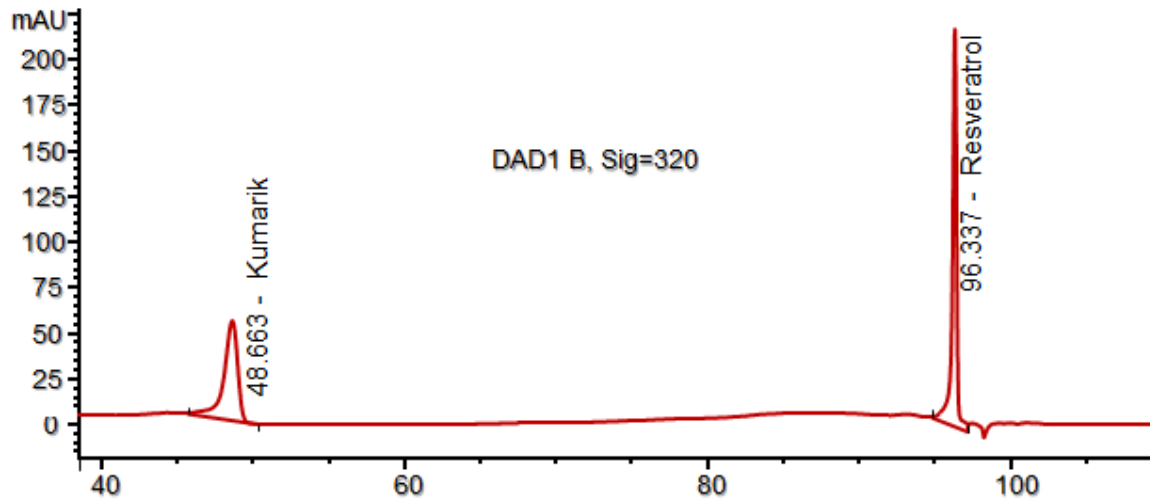
Şekil 4.24. Mirisetin için kalibrasyon eğrisi



**Şekil 4.25a.** Standartların karışımlarının HPLC kromatogramları (tannik asit, gallik asit, katesin, epikatesin)



**Şekil 4.25b.** Standartların karışımlarının HPLC kromatogramları (kafeik asit, kuersetin, kamferol)



**Şekil 4.25c.** Standartların karışımlarının HPLC kromatogramları (kumarik asit, resveratrol)

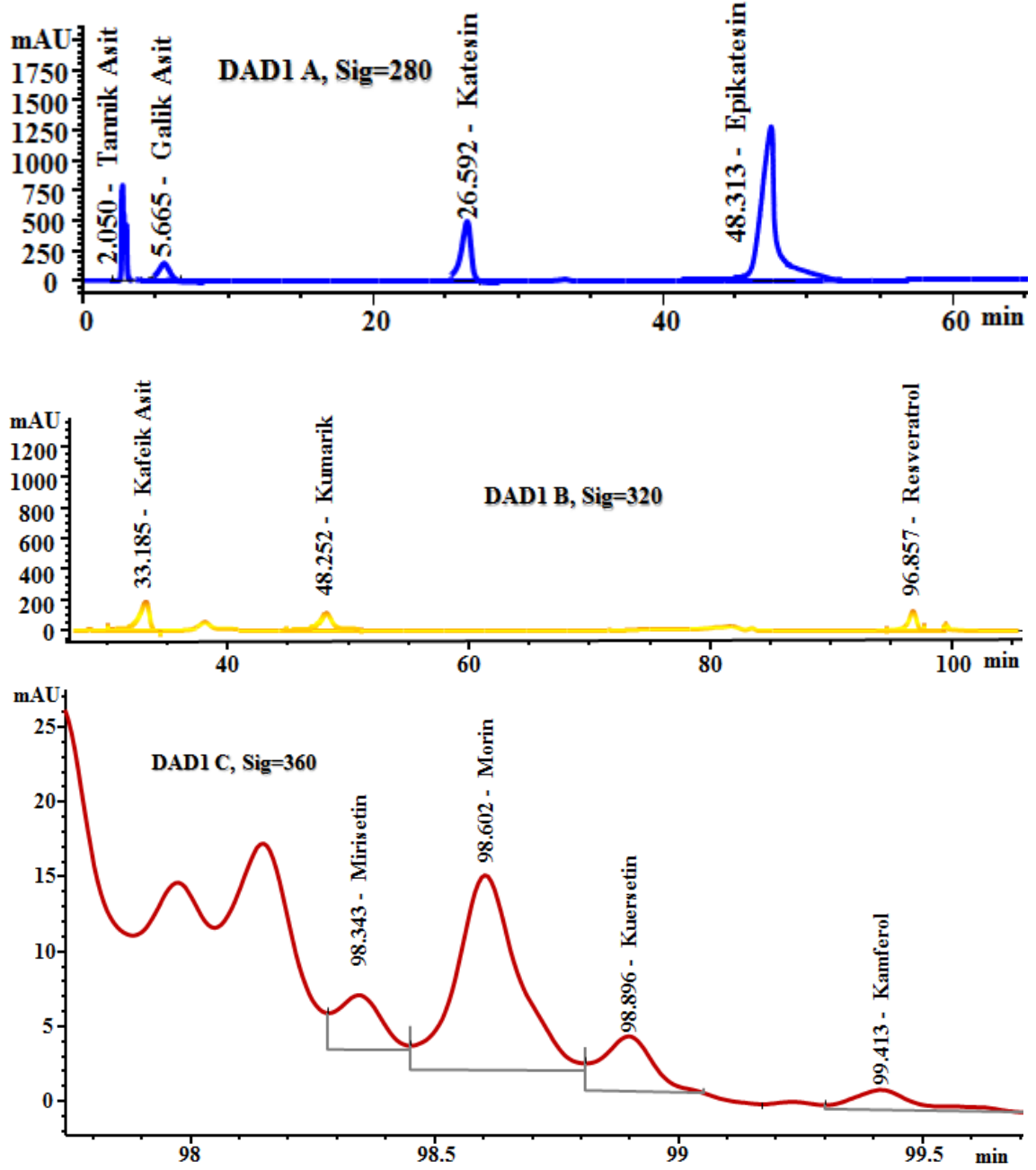


280, 320 ve 360 olmak üzere üç dalgaboyunda analiz edilen numunelerin ilgili sınıfları, dalgaboyları, alıkonma zamanları (RT) ve doğrulukları Çizelge 4.6’da verilmiş olup her bir fenolik bileşiğin doğruluğu 0.99012-0.99999 arasında değişmektedir. Şekil 4.26 ise, Uludağ’ın Sarıalan bölgesinden temin edilmiş olan U2 kodlu numuneye ait HPLC-DAD kromatogramını göstermektedir.

**Çizelge 4.6.** Araştırılan fenolik bileşiklerin sınıflandırılmaları, dalgaboyları, alıkonma zamanları ve doğrulukları

Sınıf	Bileşik	Dalgaboyu ( $\lambda$ )	RT (dk)	Doğruluk( $R^2$ )
Fenolik Asitler				
	tannik asit	280	2.03	0.99937
<i>Benzoik asit türevleri</i>	gallik asit	280	5.60	0.99238
<i>Sinamik asit türevleri</i>	kafeik asit	320	32.51	0.99884
	<i>p</i> -kumarik asit	320	47.56	0.99996
Flavanoller	(+)-kateşin	280	23.99	0.99999
	(-)-epikateşin	280	47.56	0.99012
Stilbenler	resveratrol	320	96.89	0.99985
Flavonoller	mirisetin	360	98.30	0.99987
	morin	360	98.92	0.99879
	kuersetin	360	99.48	0.99940
	kamferol	360	101.11	0.99628

Yaban mersini çeşitlerinde araştırılan fenolik asitlerin miktarı yaş ağırlık üzerinden ortalama olarak gallik asit, kafeik asit ve *p*-kumarik asit için sırasıyla 39.10; 29.67 ve 1.29 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu asitlerden gallik asit, yetiştiriciliği yapılan türlerde tespit edilemezken doğal olarak yetişen türlerde de Kirazlıyayla (U1), Sarıalan (U2), Samsun (S1) ve Antalya (A1) numunelerinde 3.20-136.01 mg/kg aralığında bulunmuştur. Kafeik asit miktarı ise A1 numunesi hariç her türde 2.05-121.64 mg/kg aralığında tespit edilirken, *p*-kumarik asit ise en düşük fenolik asit olarak 0.90-2.03 aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.7a).



**Şekil 4.26.** U2 kodlu numuneye ait HPLC kromatogramı

Araştırılan flavonoidlerin ortalama sonuçlarına göre 100.13 mg/kg değeriyle epikatesin en yüksek konsantrasyonda bulunan bileşik olarak tespit edilmiştir. Epikatesini takiben sırasıyla mirisetin (69.06), katesin (20.54), resveratrol (10.00), morin (6.93), tannik asit (5.52), kuersetin (5.15), kamferol (4.07) bileşikleri gelmektedir.

Sellapan ve ark.'nın (2002) Gürcistan'da yetişen yaban mersini ve böğürtlen meyvelerinin fenolik bileşikleri ve antioksidan kapasitelerini araştırdıkları çalışmalarında gallik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, kafeik asit, ferulik asit, elajik asit gibi fenolik asitler ile kateşin, epikateşin, mirisetin, kuersetin ve kamferol gibi flavonoidleri incelemiştir. HPLC-PDA tekniği ile belirlenen bileşiklerden fenolik asitler 0.19-258.90 mg/100 g YA aralığında tespit edilirken flavonoidler ise 2.50-387.48 mg/100 g YA aralığında bulunmuştur.

**Çizelge 4.7a.** Yaban mersini çeşitlerinde araştırılan fenolik asitler ve konsantrasyonları (mg/kg)

	<b>Kod</b>	<b>Tannik asit</b>	<b>Gallik asit</b>	<b>Kafeik asit</b>	<b><i>p</i>-kumarik asit</b>	<b>Toplam Fenolik Asit</b>
1	T1	3.40±1.49 <sup>CD</sup>	-	12.18±1.86 <sup>D</sup>	1.19±0.01 <sup>A</sup>	16.77±3.35
2	T2	3.55±1.67 <sup>CD</sup>	-	6.11±0.00 <sup>DE</sup>	-	9.66±1.67
3	S1	2.44±1.53 <sup>CD</sup>	3.20±1.29 <sup>B</sup>	50.25±2.38 <sup>C</sup>	1.04±0.11 <sup>A</sup>	56.94±5.30
4	U1	2.81±1.97 <sup>CD</sup>	8.57±1.06 <sup>B</sup>	58.00±6.27 <sup>C</sup>	-	69.38±9.30
5	U2	3.76±0.83 <sup>CD</sup>	8.61±1.11 <sup>B</sup>	72.53±8.65 <sup>B</sup>	2.03±0.64 <sup>A</sup>	86.92±11.23
6	U3	1.46±0.26 <sup>D</sup>	-	121.64±9.41 <sup>A</sup>	-	123.10±9.67
7	K1	4.34±2.19 <sup>CD</sup>	-	2.07±0.39 <sup>E</sup>	-	6.41±2.58
8	K2	5.50±0.83 <sup>C</sup>	-	2.15±0.51 <sup>E</sup>	-	7.65±1.34
9	K3	4.17±2.05 <sup>CD</sup>	-	11.40±2.73 <sup>DE</sup>	-	15.57±4.78
10	K4	13.80±0.94 <sup>B</sup>	-	12.64±1.00 <sup>D</sup>	0.90±0.00 <sup>A</sup>	27.34±1.93
11	K5	4.96±1.96 <sup>C</sup>	-	5.02±0.90 <sup>DE</sup>	-	9.98±2.87
12	K6	4.41±1.17 <sup>CD</sup>	-	2.05±0.26 <sup>E</sup>	-	6.46±1.43
13	A1	17.14±0.86 <sup>A</sup>	136.01±7.83 <sup>A</sup>	-	-	153.15±8.69
	<b>Min-maks</b>	1.46-17.14	3.20-136.01	2.05-121.64	0.90-2.03	6.41-153.15
	<b>Ortalama</b>	5.52	39.10	29.67	1.29	45.33
	<b>SD</b>	4.59	64.66	38.02	0.50	49.25

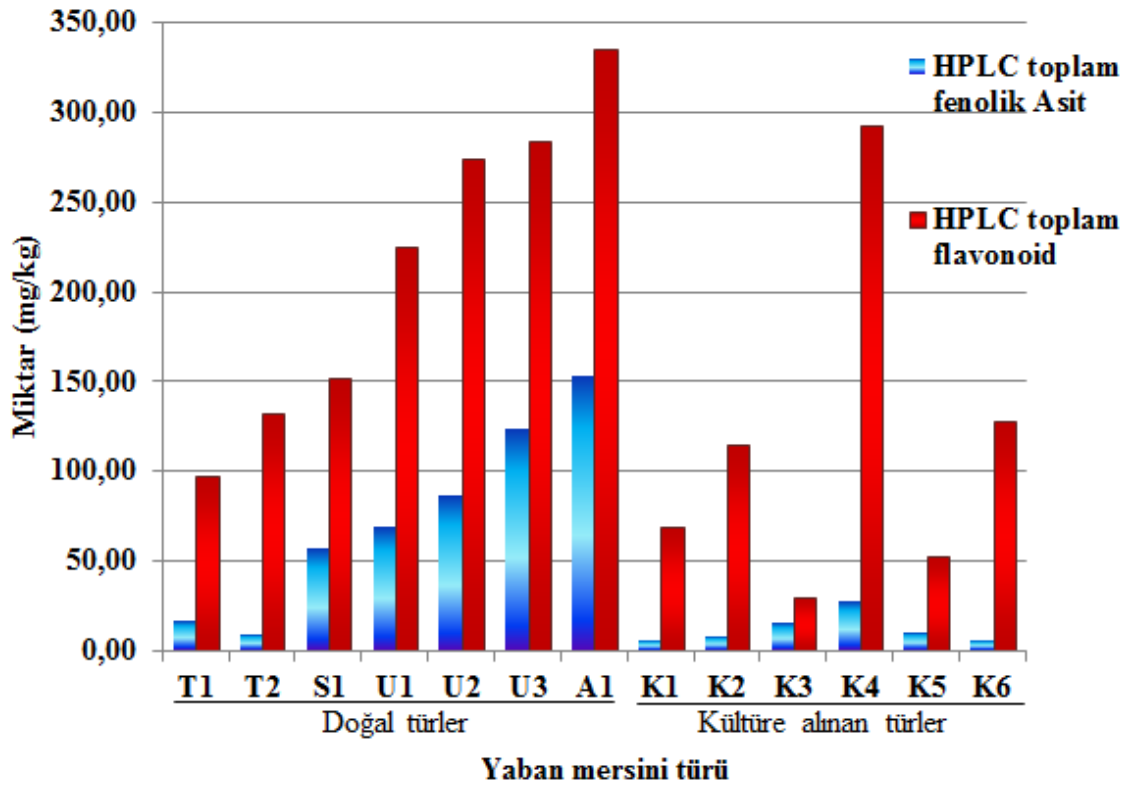
$p \leq 0.05$ ; Üslü olarak yazılan büyük harfler, numuneler arasında gözlenen farklılıkları ifade etmektedir.

**Çizelge 4.7b.** Yaban mersini çeşitlerinde araştırılan flavonoidler ve konsantrasyonları (mg/kg)

Kod	Kateşin	Epikateşin	Resveratrol	Mirisetin	Morin	Kuersetin	Kamferol	Toplam
1 T1	29.91±2.37 <sup>AB</sup>	30.25±2.77 <sup>CD</sup>	15.32±1.67 <sup>AB</sup>	10.91±0.08 <sup>G</sup>	8.14±1.95 <sup>B</sup>	1.23±1.12 <sup>D</sup>	1.44±0.19 <sup>C</sup>	97.20±10.14
2 T2	35.38±0.00 <sup>A</sup>	-	12.74±0.05 <sup>B</sup>	68.50±0.00 <sup>D</sup>	6.82±0.00 <sup>BC</sup>	1.54±0.00 <sup>D</sup>	6.81±0.00 <sup>B</sup>	131.80±0.05
3 S1	22.69±1.09 <sup>BC</sup>	39.13±7.17 <sup>CD</sup>	6.41±0.89 <sup>CDE</sup>	65.14±13.86 <sup>DE</sup>	5.71±0.82 <sup>BCD</sup>	5.22±1.66 <sup>C</sup>	7.79±1.98 <sup>B</sup>	152.08±27.48
4 U1	17.64±10.22 <sup>CD</sup>	121.89±5.16 <sup>B</sup>	16.38±0.36 <sup>A</sup>	46.72±2.56 <sup>F</sup>	5.99±1.33 <sup>BCD</sup>	7.13±0.88 <sup>BC</sup>	8.87±1.68 <sup>AB</sup>	224.61±22.19
5 U2	23.76±0.68 <sup>BC</sup>	161.44±37.54 <sup>A</sup>	12.42±3.06 <sup>B</sup>	50.14±11.02 <sup>EF</sup>	5.83±0.67 <sup>BCD</sup>	9.20±2.38 <sup>B</sup>	11.45±1.82 <sup>A</sup>	274.25±57.18
6 U3	25.97±2.94 <sup>BC</sup>	169.97±1.63 <sup>A</sup>	9.07±0.98 <sup>C</sup>	35.13±2.01 <sup>F</sup>	6.08±2.26 <sup>BCD</sup>	28.71±0.57 <sup>A</sup>	9.29±2.25 <sup>AB</sup>	184.21±12.64
7 K1	11.37±2.91 <sup>D</sup>	-	2.93±0.69 <sup>F</sup>	50.94±13.35 <sup>EF</sup>	2.60±0.48 <sup>E</sup>	0.43±0.02 <sup>D</sup>	0.42±0.05 <sup>C</sup>	68.68±17.50
8 K2	17.20±3.21 <sup>CD</sup>	-	4.34±0.42 <sup>EF</sup>	87.53±1.87 <sup>C</sup>	4.00±0.09 <sup>DE</sup>	0.88±0.01 <sup>D</sup>	0.91±0.01 <sup>C</sup>	114.85±5.61
9 K3	11.75±4.53 <sup>D</sup>	-	5.72±0.25 <sup>DEF</sup>	7.55±1.36 <sup>G</sup>	2.72±1.10 <sup>E</sup>	1.97±1.35 <sup>D</sup>	0.55±0.35 <sup>C</sup>	30.26±8.94
10 K4	16.57±2.39 <sup>CD</sup>	15.46±0.98 <sup>D</sup>	13.38±0.36 <sup>AB</sup>	212.33±6.03 <sup>A</sup>	27.24±0.85 <sup>A</sup>	6.82±1.09 <sup>C</sup>	0.68±0.02 <sup>C</sup>	292.47±11.71
11 K5	19.53±2.28 <sup>CD</sup>	-	8.42±1.89 <sup>CD</sup>	15.94±0.83 <sup>G</sup>	4.02±1.65 <sup>DE</sup>	1.57±1.24 <sup>D</sup>	3.33±3.85 <sup>C</sup>	52.81±11.75
12 K6	14.76±3.88 <sup>CD</sup>	-	7.94±2.29 <sup>CD</sup>	97.40±8.24 <sup>C</sup>	6.23±0.32 <sup>BCD</sup>	0.62±0.27 <sup>D</sup>	0.59±0.18 <sup>C</sup>	127.53±15.19
13 A1	-	162.80±14.36 <sup>A</sup>	14.92±2.24 <sup>AB</sup>	149.60±9.59 <sup>B</sup>	4.71±0.62 <sup>CDE</sup>	1.56±0.54 <sup>D</sup>	0.82±0.20 <sup>C</sup>	334.40±27.55
<b>Min-maks</b>	11.37-35.38	15.46-169.97	2.93-16.38	7.55-212.33	2.60-27.24	0.43-28.71	0.42-11.45	30.26-334.40
<b>Ortalama</b>	20.54	100.13	10.00	69.06	6.93	5.15	4.07	168.09
<b>SD</b>	7.28	69.30	4.46	58.09	6.31	7.66	4.12	101.78

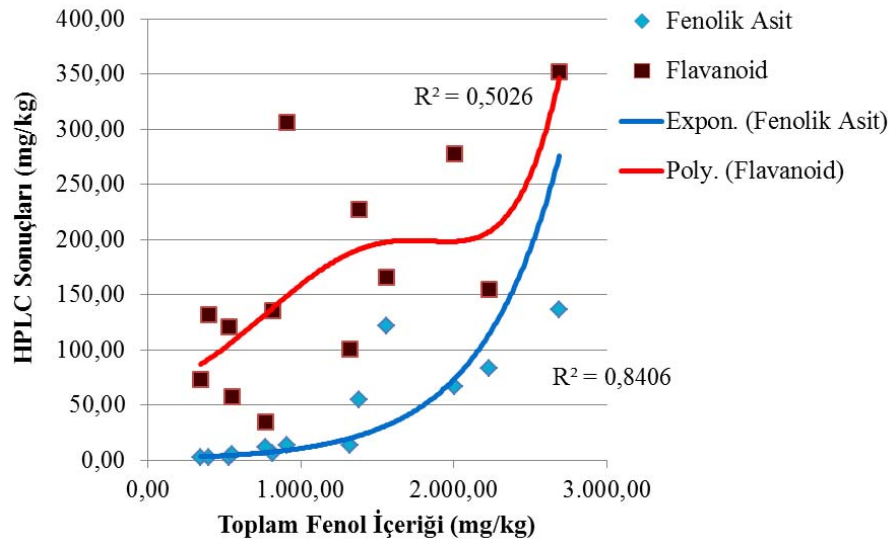
$p \leq 0.05$ ; Üslü olarak yazılan büyük harfler, numuneler arasında gözlenen farklılıkları ifade etmektedir.

HPLC-DAD tekniği ile tespit edilen fenolik asitlerin ve flavonoidlerin konsantrasyonları toplamları, doğal olarak yetişen turler ve kulture alınan turler bazında incelendiğinde genel olarak doğal olarak yetişen turlerin fenolik asitler ve flavonoidlerce daha zengin olduğu görülmektedir. Doğal olarak yetişen turler ve kulture alınan turler kendi aralarında temin edildikleri bölgelere göre kıyaslandıklarında ise Antalya'dan temin edilen numunenin hem fenolik asitlerce hem de flavonoidlerce en zengin tür olarak belirlenmiştir. Antalya numunesini sırasıyla Bakacak, Sarıalan, Kirazlıyayla, Samsun, Trabzon 1 ve Trabzon 2 rnekleridir. Fenolik asitler için de Trabzon 1 ve Trabzon 2 numuneleri hariç olmak üzere aynı sıra söz konusudur. Kulture alınan turler kendi arasında incelendiğinde ise Jersey türünün hem fenolik asitler içeriğinin hem de flavanol içeriğinin kulture alınan diğer türlere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (şekil 4.27.).

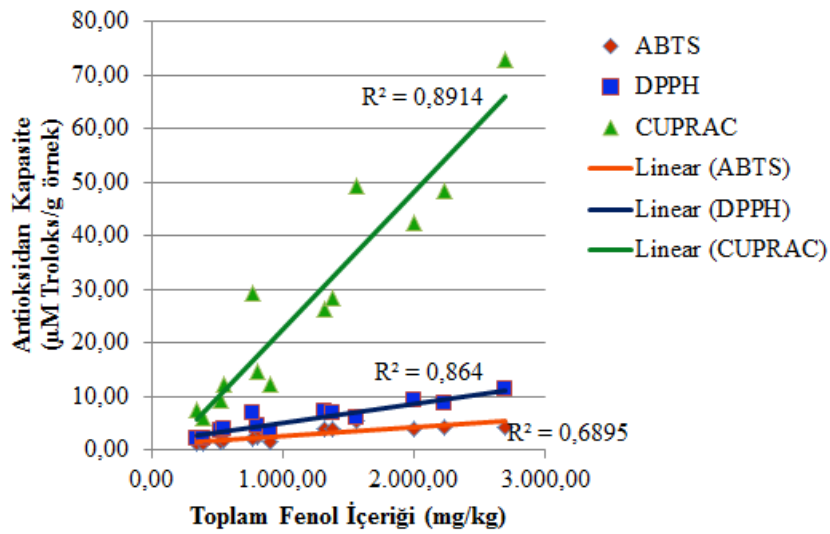


**şekil 4.27.** Toplam fenolik asit ve toplam flavonoid miktarının yaban mersini türüne göre değişimi

Şekil 4.28. ve Şekil 4.29. spektrofotometrik olarak ölçülen toplam fenolik madde miktarı ile HPLC-DAD tekniğiyle belirlenen fenolik asitlerin, flavonoidlerin ve antioksidan kapasite testlerinin korelasyonunu göstermektedir. Buna göre, fenolik asitler, toplam fenol içeriği ile eksponensiyonel ilişki gösterirken ( $R^2=0.8406$ ), flavonoidler ise polinomiyal ilişki göstermiştir ( $R^2=0.5026$ ) olarak tespit edilmiştir. Antioksidan kapasite testlerinin toplam fenol içeriğiyle korelasyonu ise sırasıyla CUPRAC için 0.8914; DPPH için 0.8640; ABTS için 0.6895 olarak bulunmuştur.

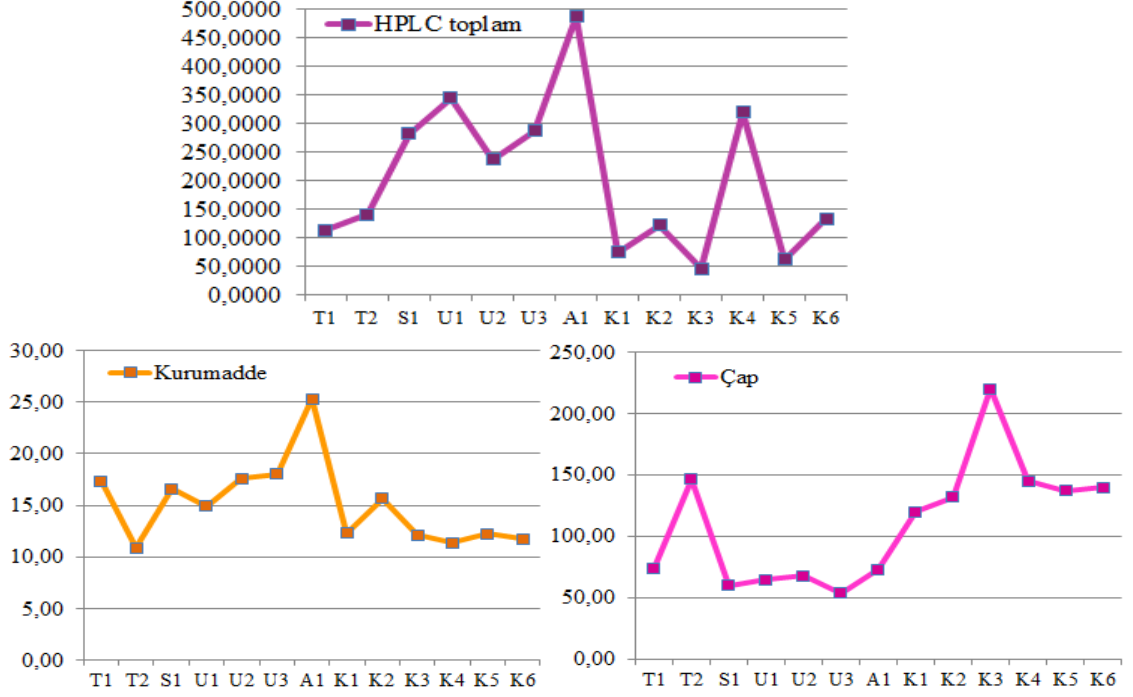


Şekil 4.28. Toplam fenolik madde içeriğinin fenolik asit ve flavonoid miktarlarıyla korelasyonu



Şekil 4.29. Toplam fenolik madde içeriğinin antioksidan kapasite ile korelasyonu

HPLC-DAD tekniği ile belirlenen fenolik asitler ve flavonoidlerin toplam konsantrasyonunun meyve kurumadde ve boyutu (ap,mm) ile olan ilişkisi Şekil 4.30'da gösterilmektedir.



Şekil 4.30. HPLC sonuçlarının kurumadde (g/100g) ve boyuta (ap, mm) göre değişimi

## 5. SONUÇ

Araştırmada kullanılan yaban mersini türleri, doğal olarak yetişen ve kültüre alınan türler bazında incelendiğinde, doğal olarak yetişen yaban mersini çeşitlerinin yetiştiriciliği yapılan çeşitlere kıyasla fenolik asit ve flavonoidlerce daha zengin olduğu ve gerek toplam fenolik madde içeriklerinin gerekse de HPLC ile tayin edilen fenolik bileşiklerin miktarlarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Doğal olarak yetişen türler ve kültüre alınan türler kendi aralarında incelendiğinde doğal olarak yetişen türlerde fenolik asit ve flavonoid miktarının numunelerin temin edildikleri yükseklikler arttıkça arttığı görülmektedir. Bu durumun, meyvenin güneş ışığına daha fazla maruz kalması ve UV stresine karşı kendisini koruması için daha fazla fenolik madde sentezleme ihtiyacı duymasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine bu duruma paralel olarak, Antalya'dan temin edilen numune, fenolik bileşiklerce en zengin çeşit olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum, yükseklik farklılığının yanısıra lokasyon ve enlemin de fenolik bileşiklerin konsantrasyonu üzerine etkide bulunabileceğini göstermektedir. Akdeniz Bölgesi'nin daha fazla miktarda ve daha dik açıyla güneş almasına, yıllık sıcaklık toplamının yüksekliğine ve güneşlenme süresine paralel olarak meyvenin yetiştirme süresince maruz kaldığı UV ışık miktarı da artmaktadır. Fenolik bileşik miktarının diğerlerine göre daha fazla olması bitkinin kendisini UV ışığından korumak amacıyla daha fazla metabolit üretmesi ile ilişkilendirilebilir. HPLC ile belirlenen fenolik maddelerin konsantrasyonları toplamının incelenmesinin yanı sıra tespit edilen fenolik bileşiklerin miktarlarına tek tek bakıldığında çeşitler bazında çok değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Örneğin, spektrofotometrik olarak belirlenen toplam fenolik madde miktarı ve HPLC ile belirlene bileşiklerin toplam konsantrasyonu Antalya örneği için en yüksek iken, HPLC ile belirlenen fenolik bileşiklerin bazıları diğer lokasyonlardakilerle kıyaslandığında daha düşük bulunmuştur. Bu durumun ise, meyvenin genetik özelliklerine, yetiştirme koşullarına, toprak özelliklerine, sulanma ve güneşlenme şartlarına bağlı olarak değiştiği ve her fenolik bileşiğin antioksidan kapasitenin farklı olmasından, dolayısıyla da bitkinin UV ışığa karşı kendini koruması için de ihtiyacı olan fenolik bileşik çeşit ve miktarının değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Genetik farklılıklar, tür özellikleri, yükseklik, enlem, sıcaklık, yağmur, toprak şartları vb. gibi faktörlerin yanı sıra fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu, tespit ve teşhis etme metotları, sistematik veya rastgele hatalar da sonucu etkileyebilmektedir. Ayrıca, analiz sonuçlarının yaş ağırlık üzerinden verildiği de hesaba katılmalıdır.

Sonuç olarak, 5 ayrı bölgeden temin edilen 13 çeşit yaban mersini örneğinde gerçekleştirilen tez çalışmasından elde edilen bulgulara göre çeşitler bazında yapılacak karşılaştırma için veriler yeterli değildir. Ancak, yaban mersini meyvelerinin yüksek bölgelerde, güneşlenme süresi de dikkate alınarak fazla sulanmaksızın doğal ortamlarda yetiştiriciliğinin yapılması önerilmektedir. Orman köylerinde yaban mersini yetiştiriciliğinin yaygınlaşması bu meyvenin fiyatını düşürmekle birlikte, tüketim miktarları da artarak besin zincirine son derece sağlıklı bir meyvenin yerleşmesi sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Y.S. 1986.** Üzümsü Meyveler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay.: 984, Ders Kitabı, Ankara, 290 s.
- Antonelli, A., Askham, L., Bristow, P., Havens, D., Scheer, B., Shanks, C., Barney, D. 1993.** Highbush Blueberry Production Guide. Oregon State University. Department of Extension and Experiment Station Station Communication, PNW215.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., Bektaşoğlu, B., Berker, K.I., 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., Karademir, S.E. 2004.** Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (26):7970-81.
- Atay, E., Pırlak, L. Atay, A.N. 2010.** Determination of Fruit Growth in Some Apple Varieties. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16:1-8.
- Austin, M.E., 1994.** Rabbiteye Blueberries. Development, Production and Marketing. Agscience Inc., Florida, USA, 160 pp.
- Bagchi, D., Sen, C.K., Bagchi, M., Atalay, M. 2004.** Anti-angiogenic, antioxidant, and anti-carcinogenic properties of a novel anthocyanin-rich berry extract formula. *Biochemistry (Mosc.)*, 69 (1): 75–80.
- Belitz, H.D., Grosch, W., 1995.** Food Chemistry, Ed: Springer, Berlin, 992 p.
- Bomser, J., Madhavi, D.L., Singletary, K., Smith, M.A.L. 1996.** In vitro anticancer activity of fruit extracts from *Vaccinium* species. *Planta Medica*, 62 (3): 212-216.
- Bonilla, F., Mayen, M., Merida, J., Medina, M. 1999.** Extraction of phenolic compounds from red grape marc for use as food lipid antioxidants. *Food Chemistry*, 66: 209-215.
- Bridle, P., Timberlake, C.F. 1997.** Anthocyanins as natural food colors - selected aspects. *Food Chemistry*, 58: 103-109.
- Briviba, K., Sies, H. 1996.** Nonenzymatic antioxidant defense systems. In *Natural Antioxidants in Human Health and Disease*; Frei, B., Ed.; Academic Press: New York, pp: 107-128.

**Cao, G., Shukitt-Hale, B., Bickford, P.C., Joseph, J.A., McEwen, J., Prior, R.L. 1999.** Hyperoxia-induced changes in antioxidant capacity and the effect of dietary antioxidants. *Journal of Applied Physiology*, 86:1817-1822.

**Cemeroğlu, B. 2010.** Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara, 657 s.

**Cemeroğlu, B., Acar, J. 1986.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6*, Ankara.

**Chao, M., 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. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 1771–1782.

**Çelik, H. 2003.** Bazı yüksek çalı yabanmersini çeşitlerinin Rize'deki performanslarının saptanması üzerine araştırmalar. I. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 23-25 Ekim, 2003, Ordu.

**Çelik, H. 2004.** Türkiye için yeni bir meyve:LİKAPA Üzümsü Meyvelerin Kralıdır, *Hasad Aylık Gıda, Tarım ve Hayvancılık Dergisi*, 20(235): 42-51.

**Çelik, H. 2006a.** Yaban mersini (likapa). <http://www.uzumsu.com/dosyalar/likapa-sistmtk-botany-kült.pdf>- (Erişim tarihi:18.08.2011).

**Çelik, H. 2006b.** Karadeniz Bölgesindeki asitli topraklar için mükemmel bir meyve, likapa (yaban mersini). *Çiftçi Dünyası, Of Ziraat Odası Yay.* 2(2):3-7. [http://www.uzumsu.com/dosyalar/likapa\\_of\\_ziraat.pdf](http://www.uzumsu.com/dosyalar/likapa_of_ziraat.pdf)- (Erişim tarihi:11.07.2011).

**Çelik, H. 2006c.** Karadeniz Bölgesi İçin Yeni Bir Meyve Türü Yaban Mersini (Likapa). II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 124-128.

**Davis, P.H. 1978.** Flora of Turkey and East Aegean Islands. *Edinburgh Univ. Pres.* 6:89-108.

**De Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, C. 2000.** Quantitative analysis of flavan-3-ols in Spanish foodstuffs and beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 5331-5337.

**Dimitrios, B. 2006.** Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science and Technology*, 17:505-512.

**Dixon, R.A., Paiva, N.L. 1995.** Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell*, 7: 1085-1097.

**Dugoua, J.J., Seely, D., Perri, D., Mills, E., Koren, G. 2008.** Safety and efficacy of cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) during pregnancy and lactation. *The Canadian Journal of Clinical Pharmacology*, 15 (1), 80-86.

- 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.
- Elliot, J.G. 1999.** Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Technol.*, 53:46-48.
- Faulds, C.B., Williamson, G. 1999.** The role of hydroxycinnamates in the plant cell wall. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 79: 393-395.
- Feng, R., Ni, H. M., Wang, S. Y., Tourkova, I. L., Shurin, M. R., Harada, H., Yin, X.M. 2007.** Cyanidin-3-rutinoside, a natural polyphenol antioxidant, selectively kills leukemic cells by induction of oxidative stress. *Journal of Biological Chemistry*, 282, 13468–13476.
- Frankel, E.N. 1999.** Food antioxidants and phytochemicals: present and future perspectives. *Fett/Lipid*, 101:450-455.
- Garbisa, S., Sartor, L., Biggin, S., Salvato, B., Benelli, R., Albini, A. 2001.** Tumor gelatinases and invasion inhibited by the green tea flavanol epigallocatechin-3-gallate. *Cancer*, 91, 822-832.
- Giovanelli, G., Buratti, S. 2008.** Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*, 112, 903–908.
- Gough, R.E. 1996.** Blueberries, North and South. In: Small Fruits In The Home garden (Eds., Gough, R.E. and Poling, E.B) The Haworth Pres Inc. 71:106.
- Gough, R.E. 1994.** The highbush blueberry and its management. Haworth press, New York.
- Gu, L., Kelm, M.A., Hammerstone, J.F., Beecher, G., Holden, J., Haytowitz, D., Gebhardt, S. Ve Prior, R.L. 2004.** Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. *Journal of Nutrition*, 134: 613-617.
- Harborne, J.B.. 1989.** General procedures. In: Dey PM, Harborne JB, eds. *Methods in Plant Biochemistry*. London, UK: Academic Press, pp: 1-27.
- Haslam, E. 1996.** Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: Possible modes of action. *Journal of Natural Products*, 59: 205-215.
- Ho, K.Y., Huang, J.S., Tsai, C.C., Lin, T.C., Hsu, Y.F., Lin, C.C. 2010a.** Antioxidant activity of tannin components from *Vaccinium vitisidaea* L. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 51 (9): 1075-1078.

- Ho, K. Y., Tsai, C.C., Huang, J.S., Chen, C.P., Lin, T.C., Lin, C.C. 2010b.** Antimicrobial activity of tannin components from *Vaccinium vitis-idaea* L. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 53 (2): 187-191.
- Hollman, P.C.H., Hertog, M.G.L., Katan, M.B. 1996.** Analysis and health effects of flavonoids. *Food Chemistry*, 57: 43-46.
- Hou, D.X. 2003.** Potential mechanisms of cancer chemoprevention by anthocyanins. *Current Molecular Medicine*, 3: 149–159.
- Howard, L.R., Clark, J.R., Brownmiller, C. 2003.** Antioxidant capacity and phenolic content in blueberries as affected by genotype and growing season. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83:1238-1247.
- Howell, A.B. 2002.** Cranberry proanthocyanidins and the maintenance of urinary tract health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2: 273-278.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L. 2005.** The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:1841-1856.
- Häkkinen, S., Heinonen, M., Kärenlampi, S., Mykkänen, H., Ruuskanen, J., Törrönen, R. 1999a.** Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International*, 32: 345-353.
- Häkkinen, S.H., Kärenlampi, S.O., Heinonen, I.M., Mykkanen, H.M., Torronen, A.R. 1999b.** Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 2274-2279.
- Häkkinen, S. 2000.** Flavonols and phenolic acids in berries and berry products. *Ph.D. Thesis*, Faculty of Medicine, University of Kuopio, Finland.
- Häkkinen, S.H., Kärenlampi, S.O., Mykkänen, H.M., Heinonen, I.M., Torronen, A.R. 2000.** Ellagic acid content in berries: Influence of domestic processing and storage. *European Food Research and Technology*, 212: 75-80.
- Kaack, K., Austed, T. 1998.** Interaction of vitamin C and flavonoids in elderberry (*Sambucus nigra* L.) during juice processing. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52: 187-198.
- Kalt, W. 2005.** Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70(1):11-19.
- Kalt, W., Ryan, D.A.J., Duy, J.C., Prior, R.L., Ehlenfeldt, M.K., Vander Kloet, S.P. 2001.** Interspecific variation in anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity among genotypes of highbush and lowbush blueberries (*Vaccinium* Section *cyanococcus* spp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4761-4767.

- Kalt, W., Dufour, D. 1997.** Health functionality of blueberries. *Hort-Technology*, 7: 216-221.
- Kalt, W., McDonald, J.E. 1996.** Chemical Composition of Lowbush Blueberry Cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(1):142-146.
- Kamei, H., Kojima, T., Hasegawa, M., Koide, T., Umeda, T., Yukawa, T., Terabe, K. 1995.** Suppression of tumor cell growth by anthocyanins in vitro. *Cancer Invest.*, 13: 590-594.
- Karaivanova, M., Drenska, D., Ovcharov, R. 1990.** A modification of the toxic effects of platinum complexes with anthocyanins. *Eksp. Med. Morfol*, 29: 19-24.
- Katsube, N., Iwashita, K., Tsushida, T., Yamaki, K., Kobori, M. 2003.** Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (1): 68-75.
- Koca, I., Karadeniz, B. 2009.** Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the Black Sea Region of Turkey, *Scientia Horticulturae*, 121: 447-450.
- Kong, J.M., Chia, L.S., Goh, N.K., Chia, T.F., Brouillard, R. 2003.** Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64(5): 923-933.
- Kähkönen, M.P., Hopia, A.I., Heinonen, M. 2001.** Berry phenolics and their antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4076-4082.
- Lairon, D., Amiot, M.J. 1999.** Flavonoids in food and natural antioxidants in wine. *Current Opinion in Lipidology*, 10: 23-28.
- Lee, K.W., Lee, H.J. 2006.** The roles of polyphenols in cancer chemoprevention. *BioFactors*, 26: 105-121.
- Macheix, J.J., Fleuriet, A., Billot, J. 1990.** Fruit Phenolics. Boca Raton, Florida: CRC.
- Maier, G., Mayer, P., Dietrich, H., Wucherpfennig, K., 1990.** Polyphenoloxidasen und ihre Anwendung bei der Stabilisierung von Fruchtsäften = Polyphenol oxidases and their application in the stabilization of fruit juices. Ed: Flüssiges Obst, Schönborn, Deutschland, 57(4), pp: 230-239.
- Martineau, L.C., Couture, A., Spoor, D., Benhaddou-Andaloussi, A., Harris, C., Meddah, B., Leduc, C., Burt, A., Vuong, T., Le, P.L., Prentki, M., Bennett, S.A., Arnason, J.T., Haddad, P.S. 2006.** Antidiabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. *Phytomedicine*, 13 (9-10): 612-623.
- Mckay, D.L., Blumberg, J.B. 2008.** Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) and cardiovascular disease risk factors. *Nutrition Reviews*, 65(11): 490-502.

**Mckenzie, M., Li, C., Kaufman, P.B., Seymour, E.M., Kirakosyan, A. 2009.** The use of selected medicinal herbs for chemoprevention and treatment of cancer, Parkinson's disease, heart disease, and depression. In *Recent Advances in Plant Biotechnology*, Kirakosyan, A.; Kaufman, P. B., Eds. Springer US: Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, pp 231-287.

**Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P., Liu, R.H. 2003.** Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 51: 6887–6892.

**Mihalev, K., Schieber, A., Mollov, P., Carle, R. 2004.** Effect of mash maceration on the polyphenolic content and visual quality attributes of cloudy apple juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7306-7310.

**Morton, L.W., Abu-Amsa Caccetta, R., Puddey, I.B., Croft, K.D. 2000.** Chemistry and biological effects of dietary phenolic compounds: relevance to cardiovascular disease. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 27: 152-159.

**Moyer, R.A., Hummer, K.E., Finn, C.E., Frei, B., Wrolstad, R.E. 2002.** Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 519-525.

**Mulero, J., Pardo, F., Zafrilla, P. 2010.** Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23: 569–574.

**Neto, C.C. 2007.** Cranberry and blueberry: Evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51 (6): 652-664.

**Nowack, R., Schmitt, W. 2008.** Cranberry juice for prophylaxis of urinary tract infections – Conclusions from clinical experience and research. *Phytomedicine*, 15 (9): 653-667.

**Papandreou, M.A., Dimakopoulou, A., Linardaki, Z.I., Cordopatis, P., Klimis-Zacas, D., Margarity, M., Lamari, F.N. 2009.** Effect of a polyphenol-rich wild blueberry extract on cognitive performance of mice, brain antioxidant markers and acetylcholinesterase activity. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 198: 352-358.

**Parr, A.J., Bolwell, G.P. 2000.** Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 985-1012.

**Parry, J., Su, L., Moore, J., Cheng, Z., Luther, M., Rao, J.N., Wang, J.Y., Yu, L.L. 2006.** Chemical compositions, antioxidant capacities, and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 54: 3773–3778.

- Pérez-López, F.R., Haya, J., Chedraui, P. 2009.** *Vaccinium macrocarpon*: An interesting option for women with recurrent urinary tract infections and other health benefits. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 35 (4): 630-639.
- Prior, R.L., Wu, X. 2006.** Anthocyanins: structural characteristics that result in unique metabolic patterns and biological activities. *Free Radical Research*, 40: 1014-1028.
- 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., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., Mcewen, J., O'brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G., Mainland, C.M. 1998.** Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 2686-2693.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999.** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26: 1231–1237.
- Roginsky, V., Lissi, E.A. 2005.** Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*., 92: 235-254.
- Ross, S.M. 2006.** Clinical applications of cranberry in urinary tract infections. *Holistic Nursing Practice*, 20 (4), 213-214.
- Russo, A., Acquaviva, R., Campisi, A., Sorrenti, V., Di Giacomo, C., Virgata, G., Barcellona, M.L., Vanella, A. 2000.** Bioflavonoids as antiradicals, antioxidants and DNA cleavage protectors. *Cell Biology and Toxicology*, 16: 91-98.
- Saldamlı, İ. 2007.** Gıda Kimyası, Ed: Hacettepe Üniversitesi Yayınları. 3. Baskı, 587 s.
- 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.
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J.A., Saura-Calixto, F. 1999.** Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related polyphenolic constituents. *Food Research International*, 32: 407-412.
- Seeram, N.P. 2008.** Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 627-629.
- Sellappan, S., Akoh, C.C., Krewer, G. 2002.** Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 2432-2438.



**Shahidi, F., Naczk, M. 1995.** Food Phenolics: Sources, Chemistry, *Effects, Applications*. Technomic Publishing Company, Inc.: Lancaster, PA.

**Shahidi, F., Naczk, M., 1995.** Food Phenolics, Chemistry, Effects, Applications. Technomic, USA.

**Singleton, K.W., Jung, K.J., Giusti, M. 2007.** Anthocyanin-rich grape extract blocks breast cell DNA damage. *Journal of Medicinal Food*, 10, 244–25.

**Singleton, V.L., Rossi, J.A. 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16:144–158.

**Skupień, K., Oszmiański, J., Kostrzewa-Nowak, D., Tarasiuk, J. 2006.** *In vitro* antileukaemic activity of extracts from berry plant leaves against sensitive and multidrug resistant HL60 cells. *Cancer Letters*, 236 (2): 282-291.

**Smith, M.A.I., Marley, D., Seigler, D., Singleton, K.W., Meline, B. 2000.** Bioactive properties of wild blueberry fruits. *Journal of Food Science*, 65: 352-35.

**Strik, B., Fisher, G., Hart, J., Ingham, R., Kaufman, D., Penhallegon, R., Pscheidt, J., William, R., Brun, C., Ahmedullah, M., Antonelli, A., Askham, L., Bristow, P., Havens, D., Scheer, B., Shanks, C., Barney, D. 1993.** Highbush Blueberry Production Guide. Oregon State University. Department of Extension and Experiment Station Station Communication, PNW215.

**Strik, B., Fisher, G., Hart, J., Ingham, R., Kaufman, D., Penhallegon, R., Pscheidt, J., William, R., Brun, C., Ahmedullah, M., Davis, P.H. 1978.** Flora of Turkey and East Aegean Islands. Edinburgh Univ. Pres. 6:89-108.

**Takamura, H., Yamagami, A. 1994.** Antioxidative activity of monoacylated anthocyanins isolated from Muscat Bailey A grape. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42: 1612-1615.

**Tapiero, H., Tew, K.D., Ba, G.N., Mathe, G. 2002.** Polyphenols: Do they play a role in the prevention of human pathologies? *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56: 200-207.

**Türkben, C., Barut, E., Malyer, H., Karahan, B., Durgut, E. 2006.** Uludağ (Bursa)'daki yaban mersini (*Vaccinium myrtillus L*) popülasyonları üzerinde incelemeler. 2. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Tokat.

**Velioğlu, S. 2007.** Farklı çay ekstraktlarının antioksidan, antibakteriyal etkileri ve fenolik madde dağılımının HPLC ile belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, 2006-07-45-016-HPD nolu BAP kesin raporu. Ankara.

**Vitali, D., Dragojević, I.V., Šebečić, B. 2009.** Effects of incorporation of integral rawmaterials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114 (4): 1462-1469.

**Wang, L., Zhang, X.T., Zhang, H.Y., Yao, H.Y., Zhang, H. 2010.** Effect of *Vaccinium bracteatum* Thunb. leaves extract on blood glucose and plasma lipid levels in streptozotocin-induced diabetic mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 130 (3): 465-469.

**Wang, L.S., Stoner, G.D. 2008.** Anthocyanins and their role in cancer prevention. *Cancer Letters*, 269: 281–290.

**Wang, S.Y., Jiao, H. 2000.** Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:5677-5684.

**Watzl, B., Rechkemmer, G. 2001.** Phenolsauren, Ernährungs-Umschau, pp: 413-416

**Winkel-Shirley, B. 2001.** Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. *Plant Physiology*, 126: 485-493.

**Winkel-Shirley, B. 2002.** Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current Opinion in Plant Biology*, 5: 218-223.

**Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M, Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E., Prior, R.L. 2004.** Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 4026-4037.

**Yalçın, İ., Özarıslan, C., 2004.** Physical Properties of Vetch Seed. *Biosystems Engineering*, 88 (4): 507-512.

**Yi, W., Fischer, J., Krewer, G., Akoh, C.C. 2005.** Phenolic compounds from blueberries can inhibit colon cancer cell proliferation and induce apoptosis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (18): 7320-7329.

**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.

**Zafra-Stone, S., Yasmin, T., Bagchi, M., Chatterjee, A., Vinson, J.A., Bagchi, D. 2007.** Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51 (6): 675-683.

**Zhao, C., Giusti, M. M., Malik, M., Moyer, M. P., 2004.** Magnuson, B.A. Effects of commercial anthocyanin-rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (20): 6122-6128.

**Zheng, W., Wang, S.Y. 2003.** Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 502-509.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Semanur YILDIZ  
Doğum Yeri ve Tarihi : Kars, 12.05.1988  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Turhan Tayan Anadolu Lisesi, 2006  
Lisans : Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2010  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği ABD, 2012

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

İletişim (e-posta) : semanury@gmail.com

Yayınları\* :

### **Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler:**

- 1) Gürbüz, O., **Yıldız, S.** Characterization of Ester Compounds of Narince, Muscat, Kalecik Karasi and Papaz Karasi Wines Using SPME-GC-MS. *9<sup>th</sup> International Symposium of Oenology*, (Poster Presentation) Bordeaux, France, 255, June 15-17, **2011**. (Poster Bildiri)
- 2) Değirmencioğlu, N., Gurbuz, O., Değirmencioğlu, A., **Yıldız, S.** Effects of Water Extract of *Olea Europaeae* Leaves on the Microbiological Shelf Life of Wheat Bread. 6th International Congress Flour – Bread '11, 8th Croatian Congress of Cereal Technologists, Opatija, Croatia, Book of Abstracts, 8, October 12-14, 2011. (Sözlü Bildiri)
- 3) Gurbuz, O., Değirmencioğlu, N., **Yıldız, S.** Quantitative Analysis of Sorbic Acid in Some Cereal Products Using GC-MS-SIM. 6th International Congress Flour – Bread '11, 8th Croatian Congress of Cereal Technologists, Opatija, Croatia, Book of Abstracts, 12, October 12-14, 2011. (Sözlü Bildiri)

### **Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:**

- 1) Değirmencioğlu, N., Gürbüz, O., Değirmencioğlu, A., **Yıldız, S.** Farklı Tuz Konsantrasyonları Kullanılarak Tatlandırılan Sele Zeytinlerinin Raf Ömrü Üzerine Organik Asit ve Ticari Dezenfektan ile Yıkamanın Etkisi. *III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Konya, Mayıs 10-12, 2012. (Poster Bildiri)
- 2) Koçi, E. **Yıldız, S.** Gürbüz, O., Değirmencioğlu, N. Trakya Bölgesinin Geleneksel Lezzeti, Hardaliye Üretimi. *III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Konya, Mayıs 10-12, 2012. (Poster Bildiri)
- 3) Değirmencioğlu, N., Gürbüz, O., İrkin, R., **Yıldız, S.** Sele Zeytini Üretiminde Yeni Yaklaşımlar. *7. Gıda Mühendisliği Kongresi*, Ankara, Kasım 24-26, 2011. (Poster Bildiri)

4) Gldaş, M., **Yıldız, S.**, Gürbüz, O. Fonksiyonel Mikroorganizmaların Fonksiyonel Gıdaların Kalitesi zerindeki Etkileri. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara, Kasım 24-26, 2011. (Poster Bildiri )

5) Değirmencioğlu, N., Gürbüz, O., **Yıldız, S.** Ekmeğin Mikrobiyolojik Raf mr zerine Zeytin Yapradı Sulu Ekstresinin Etkisi. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara, Kasım 24-26, 2011. (Poster Bildiri)

6) Gürbüz, O., Değirmencioğlu, N., **Yıldız, S.** Ester Bileşiklerinin şarapta Oluşum Mekanizması Ve şarap Aromasına Katkısı. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara, Kasım 24-26, 2011. (Poster Bildiri)

**Yazılan uluslararası kitaplarda bölümler :**

1) Gurbuz O., **Yıldız, S.** 2012. Characterization of Ester Compounds of Narince, Muscat, Kalecik karasi and Papaz karasi Wines Using SPME-GC-MS. OENO 2011, Proceedings of 9th International Symposium of Enology, Bordeaux 15-17 June 2011, Darriet P., Geny L., Lonvaud A., Lucas P., de Revel G., Teissedre P.L., eds, Dunod Paris, ISBN 978-2-10-057596-1, 1054pp.