T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Doktora Tezi

Giresun ve Çevresinde Yayılış Gösteren Kiraz Gen Kaynaklarının Fitokimyasal Analizleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Tayini

Mehmet Ali OÇKUN

Biyoloji Anabilim Dalı

Botanik Programı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Gül Cevahir ÖZ

II. DANIŞMAN
Prof. Dr. Hüsnü DEMİRSOY

Mart, 2020

İSTANBUL

Bu çalışma, 11.03.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı, Botanik Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

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

Prof. Dr. Osman EROL
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

Prof. Dr. Birsen Demirata ÖZTÜRK
İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen Edebiyat Fakültesi

Doç. Dr. Taylan KÖSESAKAL
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

Prof. Dr. Zuhal TURGUT
Yıldız Teknik Üniversitesi
Fen Edebiyat Fakültesi

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

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FDK-2018-30860 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Çalışmalarım süresinde desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Gül Cevahir ÖZ'e,

Bölüm asistanlarından Yusuf Can Şimşek ve Kayhan Dereciğe,

İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü'nden Prof. Dr. Birsen Demirata Öztürk ve Doc. Dr. Dilek Özyurt'a,

Yeditepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi'nden Dr. Öğr. Üyesi Etil Güzelmeriç ve doktora öğrencisi Parla Işıl Yüksel'e,

Doktora öğrenimim süresince bana sürekli destek olan aileme teşekkürü borç bilirim.

Mart 2020 Mehmet Ali OÇKUN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **viii**
TABLO LİSTESİ ..... **xii**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xiv**
ÖZET ..... **xv**
SUMMARY ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **3**
2.1. KİRAZIN TARİHİ VE ÜLKEMİZDE ÜRETİM DURUMU 3
2.2. KİRAZIN YETİŞME KOŞULLARI 6
2.3. KİRAZIN SİSTEMATİĞİ 7
2.3.1. *Cerasus mahaleb* (L.) Mill. 11
2.3.2. *Cerasus vulgaris* Mill. 14
2.3.3. *Cerasus avium* (L.) Moench 16
2.3.4. *Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Boiss 18
2.3.5. *Cerasus hippophaeoides* (Bornm.) Bornm. 21
2.3.6. *Cerasus erzincanica* Yıld. 22
2.3.7. *Cerasus angustifolia* (Spach) Browicz 24
2.3.8. *Cerasus incana* (Pall.) Spach 26
2.3.9. *Cerasus brachypetala* Boiss. 29
2.3.10. *Cerasus prostrata* (Labill.) Ser. 31
2.4. ÜLKEMİZDE YETİŞEN BAŞLICA KİRAZ ÇEŞİTLERİNİN ÖZELLİKLERİ 34
2.4.1. 0900 Ziraat 34
2.4.2. Bing 34
2.4.3. Sweetheart 35
2.4.4. Regina 36
2.4.5. Stella 36
2.4.6. Lapins 37
2.4.7. Van 38

2.4.8. Starks Gold 38
2.4.9. Lambert 39
2.4.10. Early Burlat 40
2.5. EKSTRAKSİYON VE EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİ 40
2.5.1. Ekstraksiyon 40
2.5.2. Ekstraksiyona Etki Eden Faktörler 41
2.5.3. Ekstraksiyon Yöntemleri 42
2.5.3.1. Maserasyon 42
2.5.3.2. İnfüzyon 42
2.5.3.3. Dekoksiyon 42
2.5.3.4. Soxhlet 42
2.5.3.5. Dijestiyon 43
2.5.3.6. Perkülasyon 44
2.5.3.7. Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon 44
2.5.3.8. Ses Dalgası Destekli Ekstraksiyon Sistemi 46
2.5.3.9. Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu 47
2.6. FİTOKİMYASAL ANALİZLERDE KULLANILAN BAŞLICA SPEKTROFOTOMETRİK YÖNTEMLER 48
2.6.1. Toplam Fenol İçeriğini Belirleme 48
2.6.2. Toplam Flavonoid İçeriğini Belirleme 49
2.6.3. Toplam Monomerik Antosiyanin Pigment Miktarı Tayini 51
2.6.4. CUPRAC 53
2.6.5. ABTS 54
2.6.6. FRAP 55
2.6.7. CERAC 56
2.6.8. DPPH 57
2.7. KİRAZLA YAPILMIŞ FİTOKİMYASAL ÇALIŞMALARIN LİTERATÜR ÖZETLERİ 58
3. MALZEME VE YÖNTEM 64
3.1. MALZEME 64
3.1.1. Bitkisel materyal 64
3.1.2. Kimyasallar ve Cihazlar 65
3.2. YÖNTEM 66
3.2.1. Ekstraksiyon 66
3.2.1.1. Geleneksel Ekstraksiyon Yöntemi İle Ekstrelerin Hazırlanması 66

3.2.1.2. Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Yöntemi İle Ekstrelerin Hazırlanması *67*
3.2.1.3. Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Yöntemi İle Ekstrelerin Hazırlanması *67*
3.2.2. Deneylerde Gözlemlenen Absorbans Değerlerinin Ağırlığa Çevrilmesi 68
3.2.3. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini 69
3.2.4. Toplam Flavonoid Miktarı Tayini 70
3.2.5. Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı Tayini 70
3.2.6. CUPRAC 71
3.2.7. Modifiye CERAC 71
3.2.8. FRAP 72
3.2.9. ABTS 72
3.2.10. DPPH 73
3.2.11. DPPH-HPTLC 73
3.2.12. LC-MS/MS 77
4. BULGULAR 79
4.1. TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARI TAYİNİ 79
4.2. TOPLAM FLAVONOİD TAYİNİ 82
4.3. TOPLAM MONOMERİK ANTOSİYANİN TAYİNİ 85
4.4. CUPRAC 90
4.4. CERAC 93
4.5. FRAP 96
4.6. DPPH 99
4.7. ABTS 103
4.8. DPPH-HPTLC 107
4.9. LC-MS/MS 114
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 116
KAYNAKLAR 128
ÖZGEÇMİŞ 140

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: Serbest Radikal ve Antioksidanlar (Villines, 2017)…….. 1
Şekil 2.1: Roma Döneminde Doğu Karadeniz Bölgesi (Arslan, 2007)..... 3
Şekil 2.2: 2017 Verilerine Göre Dünya da Kiraz Üretimi 4
Şekil 2.3: Ülkemizdeki Yıllara Göre Kiraz Üretimi 5
Şekil 2.4: Kirazda Çift Meyve Oluşumu (Engin ve Ünal, 2003)..... 6
Şekil 2.5: *Cerasus mahaleb* (L.) Mill Yaprak ve Çiçeği (Mamıkoğlu, 2015)..... 11
Şekil 2.6: *Cerasus mahaleb* (L.) Mill Meyvesi (Mamıkoğlu, 2015)..... 12
Şekil 2.7: *Cerasus mahaleb var. mahaleb* Türkiye'de Yayılışı..... 13
Şekil 2.8: *Cerasus mahaleb var. alpina* Türkiye'de Yayılışı..... 13
Şekil 2.9: *Cerasus vulgaris* Mill. Türkiye'de Yayılışı..... 14
Şekil 2.10: *Cerasus vulgaris* Mill. Yaprak ve Çiçeği (Mamıkoğlu, 2015)..... 15
Şekil 2.11: *Cerasus vulgaris* Mill. Meyvesi (Mamıkoğlu, 2015)..... 15
Şekil 2.12: *Cerasus avium* (L.) Moench Türkiye'de Yayılışı..... 16
Şekil 2.13: *Cerasus avium* (L.) Moench Yaprak ve Meyvesi 17
Şekil 2.14: *Cerasus avium* (L.) Moench Çiçeği (Mamıkoğlu, 2015)..... 18
Şekil 2.15: *Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Boiss Bitkisi (Mamıkoğlu, 2015)..... 18
Şekil 2.16: *Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Çiçek ve Meyvesi (Mamıkoğlu, 2015)..... 19
Şekil 2.17: *Cerasus microcarpa subsp. tortuosa* (Boiss. & Hausskn.) Browicz Türkiye'de Yayılışı..... 20
Şekil 2.18: *Cerasus hippophaeoides* (Bornm.) Bornm. Türkiye'de Yayılışı..... 21
Şekil 2.19: *Cerasus hippophaeoides* (Bornm.) Bornm. Meyvesi..... 22
Şekil 2.20: *Cerasus erzincanica* Yıld. Türkiye'de Yayılışı..... 23
Şekil 2.21: *Cerasus angustifolia* (Spach) Browicz Bitkisi (Aksoy, 2018)..... 24
Şekil 2.22: *Cerasus angustifolia var. angustifolia* Türkiye'de Yayılışı..... 25
Şekil 2.23: *Cerasus angustifolia var. sintenisii* (C.K.Schneid.) Browicz Türkiye'de Yayılışı..... 26
Şekil 2.24: *Cerasus incana* (Pall.) Spach Bitkisi (Aksoy, 2018)..... 26
Şekil 2.25: *Cerasus incana var. incana* Türkiye'de Yayılışı..... 28
Şekil 2.26: *Cerasus incana var. velutina* Browicz Türkiye'de Yayılışı..... 28
Şekil 2.27: *Cerasus brachypetala* Boiss. Bitkisi (Aksoy, 2018)..... 29
Şekil 2.28: *Cerasus brachypetala var. Brachypetala* Türkiye'de Yayılışı..... 30

Şekil 2.29: *Cerasus brachypetala var. bornmuelleri* (Schneider) Türkiye'de Yayılış..... 31
Şekil 2.30: *Cerasus prostrata* (Labill.) Ser. Meyvesi (Aksoy, 2018)..... 31
Şekil 2.31: *Cerasus prostrata var. prostrata* Türkiye'de Yayılışı..... 33
Şekil 2.32: *Cerasus prostrata var. glabrifolia* (Moris) Browicz Türkiye'de Yayılışı..... 33
Şekil 2.33: 0900 Ziraat Çeşidinin Meyvesi (Engin, 2013)..... 34
Şekil 2.34: Bing Çeşidinin Meyvesi (Engin, 2013)..... 35
Şekil 2.35: Sweetheart Çeşidinin Meyvesi (Long ve diğ., 2007)..... 35
Şekil 2.36: Regina Çeşidinin Meyvesi..... 36
Şekil 2.37: Stella Çeşidinin Meyvesi (Engin, 2013)..... 37
Şekil 2.38: Lapins Çeşidinin Meyvesi..... 37
Şekil 2.39: Van Çeşidinin Meyvesi (Anonim, 2010)..... 38
Şekil 2.40: Starks Gold Çeşidinin Meyvesi..... 39
Şekil 2.41: Lambert Çeşidinin Meyvesi..... 39
Şekil 2.42: Early Burlat Çeşidinin Meyvesi..... 40
Şekil 2.43: Soxhlet Ekstraksiyon Sistemi..... 43
Şekil 2.44: Silindirik Perkolatör (Balakrishha ve diğ., 2016)..... 44
Şekil 2.45: Açık Sistem Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Sistemi..... 45
Şekil 2.46: Ses Dalgası Destekli Ekstraksiyon Cihazı..... 46
Şekil 2.47: Süperkritik Akışkan Ekstraksiyon Sistemi (Camel, 2000; Büyüktuncel, 2012)..... 47
Şekil 2.48: Toplam Fenol Tayininde Oluşan Renk Değişimi..... 49
Şekil 2.49: Toplam Flavonoid Tayininde Oluşan Reaksiyonlar (Zhu ve diğ., 2010)..... 50
Şekil 2.50: Taflan Meyvesinde *(Laurocerasus officinalis* M.Roem.) Bulunan Antosiyaninlerin Değişik pH Değerlerindeki Renk Değişimleri..... 51
Şekil 2.51: Antosiyaninlerde Değişik pH Oranlarındaki Yapısal Değişiklikler (Lee ve diğ., 2005)..... 52
Şekil 2.52: Antosiyaninlerde pH 1 ve 4,5 Ortamındaki Absorbans Değerleri (Giusti ve Wrolstad, 2001)..... 53
Şekil 2.53: CUPRAC Reaksiyonu (Özyürek ve diğ., 2011b)..... 54
Şekil 2.54: ABTS Reaksiyonu (Boligon ve diğ., 2014)..... 55
Şekil 2.55: FRAP Reaksiyonu (Büyüktuncel, 2013)..... 56
Şekil 2.56: DPPH Reaksiyonu..... 57
Şekil 3.1: Çalışmada Kullanılan Kiraz Örnekleri..... 64
Şekil 3.2: Geleneksel Ekstraksiyon Yönteminde Kullanılan Çalkalayıcı..... 67
Şekil 3.3: Homojenizatörde Kirazların Parçalanması..... 68
Şekil 3.4: HPTLC Örnek Tatbik Cihazı..... 74

Şekil 3.5: HPTLC Örnek Tarayıcısı..... 75
Şekil 3.6: HPTLC Görüntüleyici..... 76
Şekil 4.1: Toplam Fenol Tayininde Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi…….. 80
Şekil 4.2: Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Fenol Oranları..... 82
Şekil 4.3: Toplam Flavonoid Tayininde Kateşin Kalibrasyon Eğrisi…… 83
Şekil 4.4: Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Flavonoid Oranları..... 85
Şekil 4.5: Siyanidin-3-sophorosit Klorit Kalibrasyon Eğrisi..... 88
Şekil 4.6: Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Antosiyanin Oranları..... 90
Şekil 4.7: CUPRAC Deneyinde Troloks Kalibrasyon Eğrisi…… 91
Şekil 4.8: CUPRAC Deneyinde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması..... 93
Şekil 4.9: CERAC Deneyinde Oluşturulan Kalibrasyon Eğrisi……..... 95
Şekil 4.10: CERAC Yönteminde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması……. 96
Şekil 4.11: FRAP Deneyinde Belirlenen Kalibrasyon Eğrisi..... 98
Şekil 4.12: FRAP Deneyinde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması…….. 99
Şekil 4.13: DPPH Deneyinde Troloks Kalibrasyon Eğrisi..... 101
Şekil 4.14: DPPH Deneyinde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması..... 103
Şekil 4.15: ABTS Deneyinde Troloks Kalibrasyon Eğrisi..... 105
Şekil 4.16: ABTS Yönteminde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırması…….. 106
Şekil 4.17: Referans Maddelerin Plaka Üzerindeki Yerleri..... 107
Şekil 4.18: Geleneksel Ekstraksion Örneklerin Beyaz Işık Plaka Resmi..... 108
Şekil 4.19: Geleneksel Ekstraksion Örneklerin NP/PEG 366nm Plaka Resmi…….. 108
Şekil 4.20: Hidroksisinnamik Asit Sınıfı Maddelerin Spektrumları…….. 109
Şekil 4.21: Geleneksel Ekstraksion Örneklerin DPPH Sonrası Plaka Resmi..... 110
Şekil 4.22: Mikrodalga Destekli Ekstraksion Örneklerin Beyaz Işık Plaka Resmi..... 110
Şekil 4.23: Mikrodalga Destekli Ekstraksion Örneklerinin NP/PEG 366nm Plaka Resmi... 111
Şekil 4.24: Mikrodalga Destekli Ekstraksion Örneklerinin DPPH Sonrası Plaka Resmi..... 111
Şekil 4.25: Ultrasonik Destekli Ekstraksion Örneklerinin Beyaz Işık Plaka Resmi..... 112
Şekil 4.26: Ultrasonik Destekli Ekstraksion Örneklerinin NP/PEG 366nm Plaka Resmi..... 112
Şekil 4.27: Ultrasonik Destekli Ekstraksion Örneklerinin DPPH Sonrası Plaka Resmi..... 113
Şekil 5.1: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Fenol Miktarları. 116
Şekil 5.2: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Flavonoid Miktarları..... 117
Şekil 5.3: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Antosiyanin Miktarları..... 118
Şekil 5.4: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre FRAP Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları..... 120

Şekil 5.5: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre ABTS Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları..... 121
Şekil 5.6: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre CUPRAC Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları..... 121
Şekil 5.7: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre CERAC Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları..... 122
Şekil 5.8: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre DPPH Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları..... 123
Şekil 5.9: Kiraz Çeşitlerinde Antosiyaninlerin Ayrımı..... 124

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: 2018-2019 Yıllarında Türkiye'de En Fazla İhracatı Yapılan Yaş Meyveler….. 5

Tablo 2.2: Yetiştirilen Kiraz Çeşidine Göre Uygun Tozlayıcı Çeşitler (Anonim, 2016)..... 7

Tablo 2.3: Aktif Birleşen Ekstraksiyonu İçin Uygun Çözücüler..... 41

Tablo 2.4: Bazı Gıdalarda Toplam Fenolik Madde İçeriği (El, 2008)..... 59

Tablo 2.5: Yaş Kiraz Meyvelerinin Yapısındaki Maddelerin Miktarları (Gündoğdu ve Bilge, 2012) 60

Tablo 2.6: Kiraz Meylerinin Toplam Fenol, Antosiyanin ve Antioksidan Sonuçları (Hayaloğlu ve Demir, 2015)……..... 61

Tablo 2.7: Kiraz Meyvelerinin Yapısında ki Bazı Maddelerin Oranları (Kelebek ve Selli, 2011)..... 62

Tablo 3.1: Kullanılan Kimyasallar..... 65

Tablo 3.2: Kullanılan Cihazlar..... 66

Tablo 4.1: Toplam Fenol Tayini Deneyinde Elde Edilen Absorbans Değerleri..... 79

Tablo 4.2: Hazırlanan Seyreltik Gallik Asit Solüsyonlarının Oranları ve Absorbansları.... 80

Tablo 4.3: Kiraz Örneklerinin Toplam Fenol Miktarları 81

Tablo 4.4: Toplam Flavonoid Tayininde Örnek Çözeltilerinin Absorbans Değerleri…….. 82

Tablo 4.5: Seyreltik Kateşin Solüsyonlarının Oranları ve Absorbans Değerleri..... 83

Tablo 4.6: Kiraz Örneklerinin Toplam Flavonoid Miktarları 84

Tablo 4.7: Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini Ölçümünde Absorbans Değerleri..... 86

Tablo 4.8: Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini Ölçümünde Belirlenen Absorbansı Değerleri..... 87

Tablo 4.9: Seyreltilmiş Siyanidin-3-sophorosit Klorit Solüsyonlarının Oranları ve Absorbans Değerleri..... 88

Tablo 4.10: Kiraz Örneklerindeki Antosiyanin Miktarı..... 89

Tablo 4.11: CUPRAC Yönteminde Ölçülen Absorbsiyon Sonuçları..... 90

Tablo 4.12: CUPRAC Deneyinde Seyreltilmiş Troloks Solüsyonlarının Absorbansları..... 91

Tablo 4.13: CUPRAC Deneyinde Elde Edilen Antioksidan Miktarları..... 92

Tablo 4.14: CERAC Deneyinde Ölçülen Absorbans Değerleri..... 93

Tablo 4.15: CERAC Deneyinde Ölçülen Kör Değerinden Çıkarılmış Absorbans Değerleri..... 94
Tablo 4.16: CERAC Deneyinde Seyreltik Troloks Çözeltilerinin Oranları ve Absorbans Değerleri..... 94
Tablo 4.17: CERAC Deneyi Sonucu Hesaplanan Antioksidan Miktarları..... 95
Tablo 4.18: FRAP Deneyinde Ölçülen Absorbans Değerleri..... 97
Tablo 4.19: Seyreltilmiş Troloks Solüsyonlarının Molarite ve Absorbans Değerleri..... 97
Tablo 4.20: FRAP Deneyinde Elde Elde Edilen Antioksidan Miktarları..... 98
Tablo 4.21: DPPH Deneyinde Örneklerin Absorbans Değerleri..... 100
Tablo 4.22: DPPH Deneyinde Örneklerin Kör Absorbansı Çıkarılmış Değerleri..... 100
Tablo 4.23: DPPH Deneyinde Seyreltik Troloks Solüsyonlarının Absorbansları..... 101
Tablo 4.24: DPPH Deneyine Elde Edilen Antioksidan Miktarları..... 102
Tablo 4.25: ABTS Deneyinde Ölçülen Dalga Boyları..... 103
Tablo 4.26: ABTS Deneyinde Kör Solüsyon Çıkarılmış Absorbanslar..... 104
Tablo 4.27: ABTS Deneyin Troloks Çözeltilerinin Absorbansları..... 104
Tablo 4.28: ABTS Deneyine Göre Hesaplanan Toplam Antioksidan Miktarları..... 105
Tablo 4.29: LC-MS/MS Sonuçlarına Göre Ölçülen Madde Miktarları..... 114
Tablo 5.1: Yapılan Bazı Antioksidan Deneylerinde Elde Edilen En Yüksek Sonuçlar..... 119
Tablo 5.2: Kiraz Meyvesi İle Yapılmış Miktar Tayini Çalışmaları..... 125
Tablo 5.3: Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Elde Edilen Sonuçların Ortalamaları……. 126

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

°C : Derece
% : Yüzde
± : Eksik-fazla

Kısaltmalar **Açıklama**

µL : Mikrolitre
M : Molar
µM : Mikromolar
CUPRAC : Cupric Reducing Antioxidant Capacity
CERAC : Ceric Reducing Antioxidant Capacity
DPPH : 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
FRAP : Ferric Reducing Ability of Plasma
mM : Milimolar
HCl : Hidroklorik asit
HPLC : High performance liquid chromatography
HPTLC : High performance thin layer chromatography
Kg : Kilogram
KHz : Kilohertz
mg : Miligram
mL : Mililitre
Nc : Neocuproine
NP : Natural product
PEG : Polietilen glikol
pH : Power of hydrogen
ppb : Part per billion (Milyarda bir kısım)
rpm : Revolutions per minute

ÖZET

GİRESUN VE ÇEVRESİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN KİRAZ GEN KAYNAKLARININ FİTOKİMYASAL ANALİZLERİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN TAYİNİ

DOKTORA TEZİ

Mehmet Ali OÇKUN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Gül Cevahir ÖZ

II. Danışman : Prof. Dr. Hüsnü DEMİRSOY

Ülkemizin en fazla tüketilen meyvelerinden biri olan kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench), aynı zamanda ülkemizin tarımsal olarak da en önemli ihraç ürünlerinden birisidir. Bu çalışmada Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde ıslah edilen 13 kiraz çeşidinin (Regina, A8, T4, T2, GM5, Sweetheart, E5, A1, GM4, 1-1, Ş2, GM6, GM11) meyvelerinin, 3 farklı ekstraksiyon yöntemine (geleneksel, ultrasonik ve mikrodalga destekli) göre fitokimyasal ve antioksidan özellikleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toplam fenolik miktarları 0,808-9,850 mg gallik asit/g yaş ağırlık, toplam flavonoid miktarları 0,664-2,825 mg kateşin/g yaş ağırlık arasında çıkarken, toplam antosiyanin miktarları 0,008-1,207 mg siyanidin-3-sophorosit/g yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Antioksidan kapasitelerinde ise CUPRAC 0,853-10,623; CERAC 1,535-16,729; FRAP 0,981-10,362; DPPH 9,081-16,337 ve ABTS 0,228-10,327 mg troloks/g yaş ağırlık aralığında gözlemlenmiştir. HPTLC-DPPH

analizinde kirazdaki en önemli antioksidan özelliğine sahip maddelerin antosiyanin sınıfı maddeler (özellikle siyanidin-3-rutinosit), rutin ve hidroksisinnamik asit sınıfı (klorojenik asit, neoklorojenik asit ve p-kumaril kinik asit) maddeler olduğu tespit edilmiştir. LC-MS/MS sonuçlarına göre incelenen maddeler arasında en yoğun olanların klorojenik asit (ort. 0,62 mg/100 g), kateşin (0,11 mg/100 g) ve rutin (0,59 mg/100 g) olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak T2 ve E5 çeşitleri diğer çeşitlere göre üstün sonuçlar verdiği saptanmıştır. Ayrıca ekstraksiyon yöntemleri de kendi aralarında karşılaştırılmış ve aralarında istatistiki bir fark olmadığı ancak ekstraksiyon süresi bakımından ultrasonik ve mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemlerinin geleneksel ekstraksiyon yöntemine göre daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Mart 2020, 158 sayfa.

Anahtar kelimeler: Kiraz, fitokimyasal içerik, *Cerasus avium* L., DPPH-HPTLC, LC-MS/MS

SUMMARY

PHYTOCHEMICAL ANALYSIS AND DETERMINATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF CHERRY GENE SOURCES IN GIRESUN AND ITS SURROUNDINGS

Ph.D. THESIS

Mehmet Ali OCKUN

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Biology

Supervisor : Prof. Dr. Gul Cevahir OZ

Co-Supervisor : Prof. Dr. Husnu DEMIRSOY

Sweet cherry (*Cerasus avium* (L.) Moench) which is one of the most consumed fruit in our country is also one of the most exported products agriculturally in Turkey. In this study, phytochemical and antioxidant properties of 13 sweet cherry fruits (Regina, A8, T4, T2, GM5, Sweetheart, E5, A1, GM4, 1-1, Ş2, GM6, GM11) grown in Karadeniz Agricultural Research Institute were compared according to three extraction methods (conventional, ultrasonic assisted and microwave assisted). According to the obtained results; total phenol content between 0,808-9,850 mg gallic acid/g fresh weight, total flavonoid content ranged from 0,664-2,825 mg catechin/g fresh weight were observed, while total anthocyanin content between 0,008-1,207 mg cyanidin-3-sophoroside/g fresh weight was determined. In antioxidant test results, CUPRAC 0,853-10,623; CERAC 1,535-16,729; FRAP 0,981-10,362;

DPPH 9,081-16,337 and ABTS 0,228-10,327 mg troloks/g fresh weight amounts were obtained. In the HPTLC-DPPH experiment, the most important antioxidant substances in cherry were determined to be anthocyanin class substances (especially cyanidin-3-rutinoside), rutin and hydroxycinnamic acid class substances (chlorogenic acid, neochlorogenic acid and p-coumaroylquinic acid). Among the examined cultivars; chlorogenic acid (0.62 mg / 100 g), catechin (0.11 mg / 100 g) and rutin (0.59 mg / 100 g) were determined to be the most intense phytochemicals accoding to LC-MS/MS results. As a result, T2 and E5 cherries were observed give better result compared to other cultivars. Extraction methods were also compared, consequently while there is no statistical differences between them, it has been observed that ultrasonic and microwave assisted extraction methods are more advantageous than conventional extraction method in terms of extraction time.

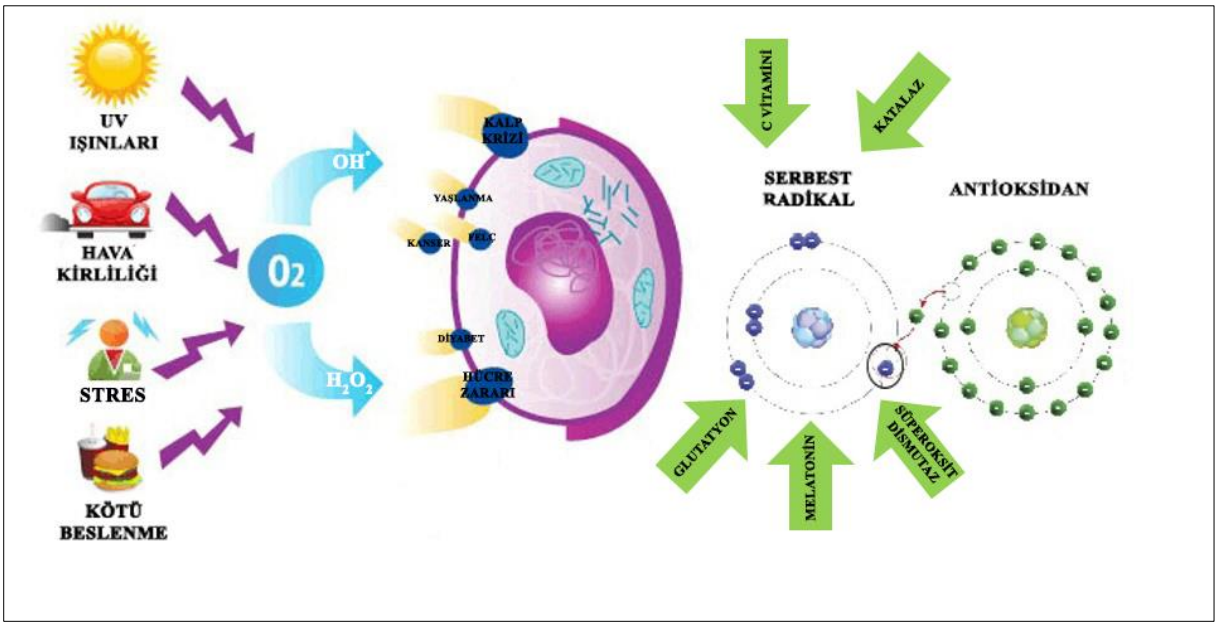
March 2020, 158 pages.

Keywords: Sweet cherry, phytochemical content, *Cerasus avium* L., DPPH-HPTLC, LC-MS/MS

1. GİRİŞ

Yaşam standartlarının yükselmesi ile birlikte insanlar, tükettikleri gıdaların kalitelerini sorgulamaya başlamışlardır. Özellikle kronik kalp rahatsızlıkları, kanser gibi hastalıklardan ölüm oranlarının artması, araştırmacıları alkol, sigara, stres gibi faktörlerin yanı sıra gıda ürünlerini de mercek altına almayı zorunlu kılmıştır (Meral ve diğ., 2012).

Serbest radikaller, yapılarında eşleşmemiş bir ya da birden fazla elektron barındıran atom ya da moleküllerdir. Serbest radikallerin düşük miktarlarda zararları olmamasına rağmen, yüksek oranlarda başka moleküller ile reaksiyona girerek vücutta özellikle lipit, karbonhidrat, DNA ve protein yapısına zarar verdikleri belirtilmektedir. Antioksidanlar, serbest radikallerin eşleşmemiş elektronlarına bağlanarak bu yapıları temizleyen ve hücreye zararlarını engelleyen maddelerdir (Şekil 1.1). Vücudumuzda üretilebilen antioksidanlar ayrıca eksojen olarak ekstre ya da gıda olarak da alınabilmektedir (Karabulut ve Gülay, 2016). Öğüt (2014), antioksidanların doğal olarak sebze ve meyvelerde yoğun olarak bulunduğunu, yapısında yüksek oranda antioksidan bulunan bazı besinlerin; domates, kayısı, elma, soğan, kiraz, üzüm, sarımsak ve incir olduğunu belirtmiştir.



Şekil 1.1: Serbest Radikal ve Antioksidanlar (Villines, 2017)

Son yıllarda teknolojik gelişmelerin ilerlemesiyle birlikte mikrodalga destekli ekstraksiyon, ses dalgası destekli ekstraksiyon, süperkritik sıvı ekstraksiyonu gibi yenilikçi ekstraksiyon sistemlerinin kullanımı artmıştır (Büyüktuncel, 2012). "Yeşil kimya" anlayışıyla bu yeni ekstraksiyon sistemlerinin kullanım artışının başlıca sebepleri; daha az kimyasal kullanımı, daha yüksek verim, daha kısa işlem süresi ve geleneksel yöntemlere göre daha çevresel süreç sağlamasıdır (Cravotto ve diğ., 2011). Chemat ve diğ. (2012) tanımına göre yeşil kimya; enerji tüketimini azaltacak, alternatif çözücü ve yenilenebilir doğal ürünlerin kullanımını sağlayan, güvenli ve yüksek kaliteli ürün ekstraksiyon süreçlerinin dizaynı ve keşfine dayanmaktadır.

Bu tezde yapılan çalışmada, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde kültürü yapılan 13 farklı kiraz ağacından toplanan meyvelerin; geleneksel, mikrodalga destekli ve ses dalgası destekli ekstraksiyonları yapılmıştır. Elde edilen ekstrelerde toplam fenol, toplam flavonoid, toplam antosiyanin, toplam antioksidan (CUPRAC, CERAC, ABTS, FRAP, DPPH), DPPH-HPTLC ve LC-MS/MS analizleri gerçekleştirilmiştir.

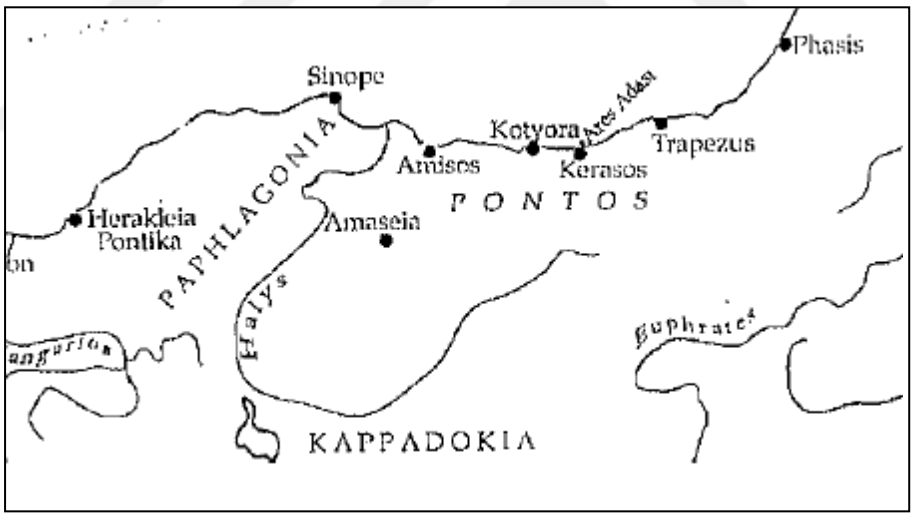
Gözlemlenen sonuçlara göre kiraz meyvelerinin fitokimyasal özellikleri kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan çeşitler arasında, yurtiçi piyasada en fazla bulunan çeşitlerden Sweetheart ve Regina gibi çeşitlerde bulunmaktadır. Böylece fitokimyasal özellikleri yüksek kiraz çeşitleri belirlenmiş ve bunların Sweetheart ve Regina çeşitlerine alternatif olabilirliği sonuç bölümünde tartışılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre aynı zamanda kullanılan ekstraksiyon yöntemleri de kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Belirlenen sonuçlara göre ekstraksiyon yöntemlerinin birbirlerine karşı verimlilik durumları belirlenmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. KİRAZIN TARİHİ VE ÜLKEMİZDE ÜRETİM DURUMU

Ülkemizde en fazla kültürü yapılan meyvelerden biri olan kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench) aynı zamanda ülkemizin birçok yerinde doğal olarak yetişmektedir. Kirazın anavatanı Kuzey Doğu Anadolu, Kafkasya, Hazar Denizi arasındaki bölgeler olup, ilk isimlendirilmesi M.Ö. 3000 yılına dayanmaktadır. Theaophrastus'un o dönem kirazı Giresun'un eski ismi olan "Kerasus" olarak isimlendirdiği, aynı zamanda kirazın buradan İtalya'ya oradan da tüm Avrupa'ya yayıldığı bildirilmektedir (Şekil 2.1). Günümüzde ise kiraz Avrupa, Anadolu, Kuzey Afrika ve Batı Asya'da doğal olarak yetişmektedir (Umar, 2000; Russell, 2003; Arslan, 2005; Başkaya, 2013; Welk ve diğ., 2016).

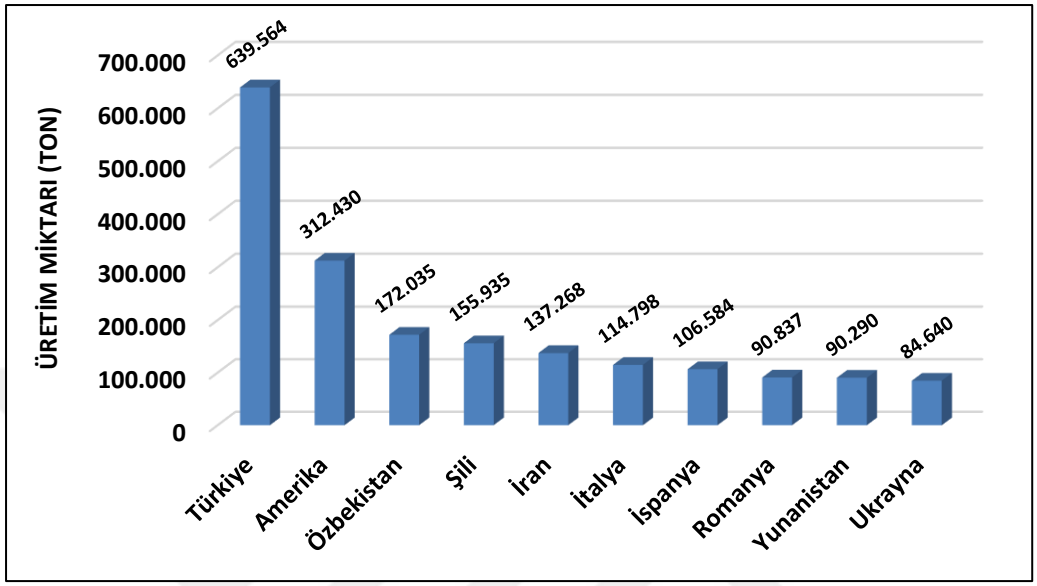


Şekil 2.1: Roma Döneminde Doğu Karadeniz Bölgesi (Arslan, 2007)

Ülkemiz dünya kiraz üretiminde 2018 verilerine göre 639.564 ton ile birinci durumdadır. Ülkemizi 312.430 ton ile A.B.D., 172.035 ton ile Özbekistan izlemektedir (Şekil 2.2). 2018 verilerine göre ülkemizde yaklaşık 840.846 dekar üzerinde 27 milyon kiraz ağacı bulunmakta ve ortalama ağaç başına 31 kg verim alınmaktadır[1]. Ülkemizde kiraz üretimi yapılan illere

[1] https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr. (Ziyaret tarihi: 10.02.2019)

bakıldığında ise, Konya 68.204 ton ile en fazla kiraz üretimi yapılan ildir. Konya'dan sonra 57.892 ton ile İzmir ve 52.235 ton ile Bursa gelmektedir (Demirsoy, 2015).

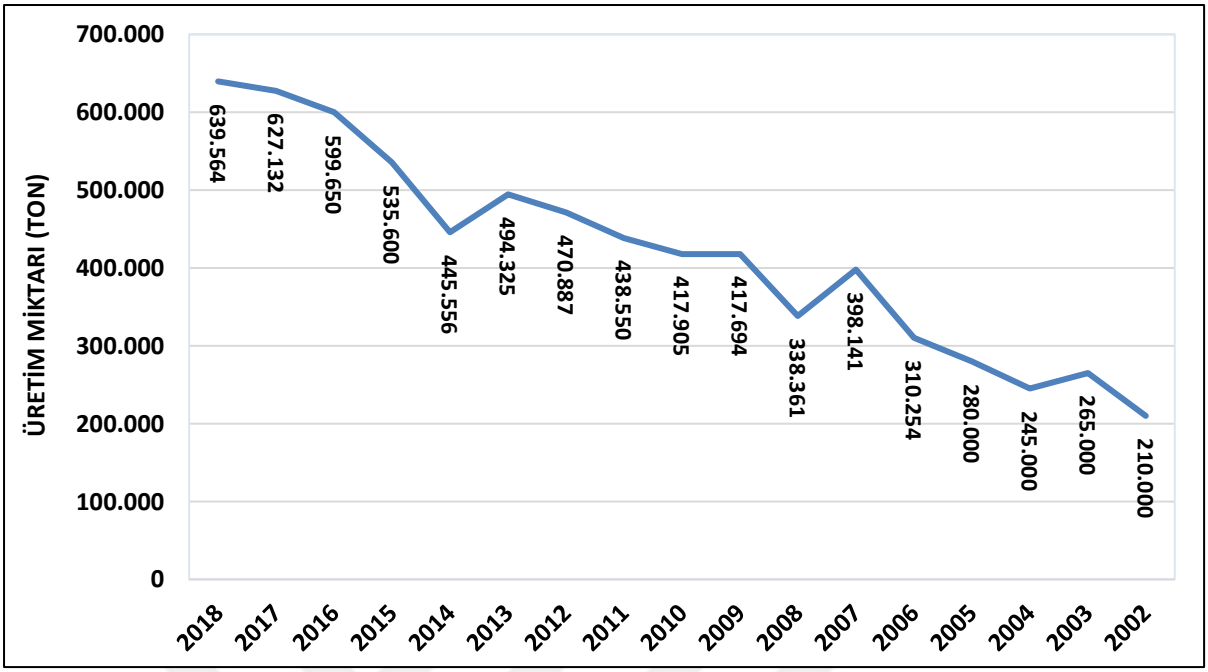


Şekil 2.2: 2018 Verilerine Göre Dünyada Kiraz Üretimi [2]

Ülkemizde sebze meyve ihraç rakamları incelendiğinde, 2018-2019 verilerine göre kiraz ve vişne 2018 yılında 161.679 milyon dolar gelir getirirken, 2019 yılında 183.068 milyon dolar ihraç değerine sahip olmuştur (Tablo 2.1). Kiraz ve vişne aynı zamanda ülkemizde en yüksek ihraç değerine sahip yaş meyve olurken, ülkemizde en fazla ihracatı yapılan meyve-sebzeler arasında ise dördüncü tarım ürünüdür. 2018-2019 yıllarında en yüksek ihraç geliri sağlayan ilk üç tarım ürünü ise domates, mandarin ve limon olduğu belirtilmiştir[3].

[2] http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity. (Ziyaret tarihi: 17.01.2020)

[3] http://www.yms.org.tr/files/downloads/istatistikler/2019/ocak-aralik-2019.pdf. (Ziyaret Tarihi: 12.01.2020)



Şekil 2.3: Ülkemizdeki Yıllara Göre Kiraz Üretimi [2]

Tablo 2.1: 2018-2019 Yıllarında Türkiye'de En Fazla İhracatı Yapılan Yaş Meyveler[3]

		OCAK-ARALIK 2018		OCAK-ARALIK 2019	
	ÜRÜN	**MİKTAR (KG)**	**DEĞER (DOLAR)**	**MİKTAR (KG)**	**DEĞER (DOLAR)**
1	**KİRAZ.VİŞNE**	**76.131.470**	**161.679.144**	**80.376.727**	**183.068.644**
2	ÜZÜM	182.090.452	121.835.791	207.322.195	150.643.685
3	NAR	207.428.651	114.652.141	155.657.193	97.434.784
4	ŞEFTALİ	128.543.262	87.519.254	105.831.240	89.917.506
5	ELMA	245.155.648	95.450.716	256.647.066	89.862.265
6	İNCİR	17.032.431	38.896.600	20.334.431	48.945.680
7	KAYISI	71.435.325	41.119.024	68.735.389	38.056.166
8	KESTANE	12.963.625	43.248.567	14.297.094	35.990.947
9	ÇİLEK	20.112.839	23.973.257	25.894.148	25.102.310
10	ARMUT	48.444.275	22.022.486	43.984.480	24.115.670
	TOPLAM YAŞ MEYVE	**1.177.735.865**	**825.364.673**	**1.122.694.147**	**845.467.518**

2.2. KİRAZIN YETİŞME KOŞULLARI

Ilıman iklim bitkisi olan kiraz özellikle kışın belli bir süre soğuklamaya ihtiyaç duymaktadır. Kışın yaprağını döktüğünde dormansi dönemine giren kiraz kış dönemi boyunca toplam 900-1.500 saat, yaklaşık 5-7°C soğuklama ihtiyacını karşılaması, yaz döneminde bitkideki çiçeklenme oranını arttırmaktadır (Seif ve Gruppe, 1985). Kiraz kışın belli bir soğuklama ihtiyacına sahip olsa da, şiddetli kış soğukları ve özellikle ilkbahar donlarından zarar görebilmektedir. Kiraz gövdesi (-26) – (-28)°C'lere dayanabilmekteyken, bu sınır çiçek tomurcuklarında -2,4°C, çiçeklerde ise -2°C'dir. Kirazın optimum gelişim sıcaklığı ise 20-25°C arasıdır. Şiddetli soğukların yanında, yüksek sıcaklıkların da kiraz gelişimi üzerine olumsuz etkisi bulunmaktadır. Özellikle 30°C ve üzeri sıcaklıklar bitkide döllenme sorunları, çift dişi organ oluşumu ve bununla birlikte ikiz meyve oluşumu (Şekil 2.4) gibi durumlara sebebiyet verebilmektedir (Anonim, 2010; Demirtaş ve Sarısu, 2011).

Şekil 2.4: Kirazda Çift Meyve Oluşumu (Engin ve Ünal, 2003)

Toprak özelliği bakımından 5,5-7 arası pH'a sahip tınlı, su tutma kapasitesi yüksek, drenajı iyi olan topraklarda bitki gelişimi iyi olmaktadır (Anonim, 2010; 2016). Kirazlarda yaşanan en büyük sorunlardan biri de kendine döllenme sorunudur. Kirazda kendine uyuşmazlık S-allel genleri tarafından belirlenmekte ve dişicik borusuyla polen tanesi aynı allel genleri taşıyorsa döllenme gerçekleşememektedir. Son yıllarda Stella, Sweetheart gibi kendine döllenebilen çeşitler artsa da bahçeye dikilen ana çeşide göre uygun dölleyici çeşitler, toplam ağaç sayısının %15-20 oranında kullanılmalıdır (Tablo 2.2). Aynı zamanda 2 dönüme 1 arı kovanı yerleştirilmesi de tozlaşma oranını arttırmaktadır (Erdem ve diğ., 2013; Demirsoy, 2015).

Tablo 2.2. Yetiştirilen Kiraz Çeşidine Göre Uygun Tozlayıcı Çeşitler (Anonim, 2016)

1. Edirne : 6, 9, 11, 12, 15, 18, 19, 23	13. Bing : 6, 7, 10, 11, 12
2. Turfanda : 3, 7, 11	14. Bigarreau Napoleon : 6, 7, 10, 11, 12
3. Early Burlat : 2, 7, 11	15. Bigarreau Gaucher : 1, 5, 9, 16, 17, 18, 19, 22, 23
4. Starking Hardy Giant : 6, 10, 11	16. Noble : 9, 15, 19, 22, 23
5. Durona di Cesena : 6, 11, 15	17. Bella di pistoia : 6, 11, 15
6. Vista : 1, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 17, 24	18. Karabodur : 1, 9, 12, 15, 23
7. Merton Premier : 2, 3, 11, 12, 13, 14	19. Merton Marvel : 1, 9, 16, 23
8. Larian : 10, 12, 13	20. Karagevrek : 6, 15
9. Merton Bigarreau : 1, 15, 18, 19, 22, 23	21. 0900 Ziraat : 15, 22,23, Stark's Gold, Regina
10. Berryessa : 4, 6, 12, 13, 14	22. Lambert : 9, 12, 15, 21, 23
11. Noir de Guben : 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 17, 24	23. Merton late : 1, 9, 15, 18, 19, 22
12. Van : 1, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 22	

2.3. KİRAZIN SİSTEMATİĞİ

Bitki gen kaynağı bakımından oldukça zengin olan ülkemizde, 167 bitki ailesi, 1.320 bitki cinsi ve 9.753'de doğal bitki türleri bulunmaktadır. Kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench), Gülgiller (Rosaceae) ailesinin, Kiraz (*Cerasus* Mill.) cinsine aittir. Ülkemizde Gülgiller ailesine ait 36 cins ve 289 tür bulunmakta, kiraz cinsi de kendi içinde 10 tür, 16 taksona ayrılmaktadır (Güner ve diğ., 2012).

Dünyada yaklaşık 3000'in üzerinde türe sahip olan Gülgiller ailesi; ağaç, çalı ya da çok yıllık ot formundadır. Etrafı çoğunlukla dikenlerle kaplı bu bitki ailesine ait bitkilerin yapraklarında stipüller genellikle görünür haldedir. Dişli yaprakları basit, palmat birleşik ya da pinnat birleşik olabilir. Çiçek durumu rasemoz ya da kimoz olabilir. 4-5 çanak yaprak, 4-5 taç yaprağa sahiptir. Taç yapraklar rosaceous düzenli-koripetal durumundadır. Erkek organlar 1'den sayısıza kadar değişir. Ovaryum üst durumlu ya da alt durumlu olabilir. Karpel sayısı 1 ya da 1'den fazla olabilir. Meyveleri aken, pome, drupa ya da folikül tipli olabilir (Zomlefer, 1994; Glimn-Lacy ve Kaufman, 2006; Küçüker, 2015).

Kiraz cinsi botanik özellik bakımından; ağaç ya da çalı formunda, dikensiz ya da nadiren dikenlidir. Kışın yapraklarını döker, yapraklar gözde boyuna katlanmış (konduplikat) durumdadır. Stipüller çoğunlukla kalıcıdır. Çiçekler tekli ya da demet şeklindedir. Çiçeklenme durumu olarak şemsiye tipi (umbella) ya da salkım (rasemus) durumundadır. 5

adet çanak yaprak (sepal) ve taç yaprak (petal) sayısına sahiptir. Erkek organların (stamen) sayısı 50'ye kadar çıkabilmektedir. Eriksi tipli meyvesi (drupa) etli ve suludur. Meyve olgunlaştığında tohumunu salmak için açılmaz. Çekirdek küresel ya da oval şeklinde, yüzeyi düz ya da siğillidir (Browicz, 1972; Dönmez, 1997; Güner ve diğ., 2014).

Kiraz cinsinin taksonomik sınıflandırması aşağıda gösterildiği gibi olup, endemik taksonların altları çizilmiştir[4] (Güner ve diğ., 2012);

Bölüm (Divisio): Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta)

Sınıf (Classis): Çiftçenekliler (Dicotyledoneae)

Takım (Ordo): Güller (Rosales)

Aile (Familia): Gülgiller (Rosaceae)

Cins (Genus): Kiraz (*Cerasus* Mill.)

Tür (Species):

1) Kızıl kiraz "*C. angustifolia* (Spach) Browicz"

Cerasus angustifolia var. angustifolia

Cerasus angustifolia var. sintenisii (C.K.Schneid.) Browicz

2) Kiraz *"Cerasus avium* (L.) Moench"

3) Yırtık kiraz "*Cerasus brachypetala* Boiss."

Cerasus brachypetala var. bornmuelleri (Schneider) Browicz

Cerasus brachypetala var. brachypetala

4) Erzincan kirazı *"Cerasus erzincanica* Yıld."

5) İğde kirazı *"Cerasus hippophaeoides* (Bornm.) Bornm."

[4] https://www.bizimbitkiler.org.tr/v2/hiyerarsi.php?c=Cerasus. (Erişim tarihi: 26.02.2019)

6) Dağ kirazı "*Cerasus incana* (Pall.) Spach"

Cerasus incana var. incana

Cerasus incana var. velutina Browicz

7) Mahlep *"Cerasus mahaleb* (L.) Mill."

Cerasus mahaleb var. alpina Browicz

Cerasus mahaleb var. mahaleb

8) Yaban kirazı *"Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Boiss"

Yaban kirazı *"Cerasus microcarpa subsp. microcarpa"*

Sarıdağ kirazı *"Cerasus microcarpa subsp. tortuosa* (Boiss. & Hausskn.) Browicz"

9) Taş kirazı "*Cerasus prostrata* (Labill.) Ser."

Cerasus prostrata var. glabrifolia (Moris) Browicz

Cerasus prostrata var. prostrata

10) Vişne *"Cerasus vulgaris* Mill."

Kiraz cinsinin tür düzeyinde tayin anahtarı aşağıda belirtildiği gibidir (Stearn, 1974; Dönmez, 1997; Güner ve diğ., 2014; Küçüker, 2015);

1) Kulakçıklar (stipül) dökülücü, yaprakların şekli elips biçiminde, boyutları 20x15 mm, ağaç ve ağaççıklar.

2) Rasemoz çiçek durumuna sahip, pedünkül belirgindir. **(mahalep)**

2) Çiçek durumu 2-5 çiçekli demet şeklinde çiçek durumu sapı (pedünkül) bulunmaz.

3) Meyveler brakteli, yapraklar derimsi. **(vulgaris)**

3) Meyveler braktesiz, yapraklar derimsi değil. **(avium)**

1) Kulakçılar kalıcı, yaprakların şekli yumurtamsıdan (ovat), mızraksıya (lanseolat) kadar değişkenlik gösterir. Yaprakların boyutu en fazla 15x7 mm, sürünücü ya da dik çalı formdadırlar.

4) Yaprak sapı (petiyol), yaprak yüzeyinin (lamina) yarısı kadar, genellikle zayıf dikenli. **(microcarpa)**

4) Belirgin bir yaprak sapına sahip değil ya da uzunluğu yaprak yüzeyinin 1/5'i kadar, dikensiz.

5) Yaprak şekli ters mızraksı (oblanceolat), mızraksı (lanseolat). Yaprak boyu eninin en az 5 katıdır.

6) Yaprakların alt ve üst yüzeyi kısa, yoğun ve sert tüylerle (tomentose) tüylerle kaplı. **(hippophaeoides)**

6) Yaprakların alt yüzeyi genellikle kısa, yoğun ve sert tüylü, üst tarafı yumuşak, dik, uzun ve cılız tüylerle (piloz) kaplı ya da tüysüzdür.

7) Çiçek sapı (pedisel), çukurlaşmış çiçek tablasının (hipantiyum) veya meyvenin 1,5-2 katı uzunlukta. **(erzincanica)**

7) Çiçek sapı, çukurlaşmış çiçek tablası veya meyveden kısa veya nadiren eşit boyda **(angustifolia)**

5) Yapraklar ters yumurtamsı (obovat) – elips biçiminde (eliptik), boyu eninin en fazla 4 katı.

8) Dik çalı formunda, yaprakların ucu çoğunlukla geniş-keskin uçlu (akut), yaprakların alt ve üst yüzeyi çoğunlukla kısa, yoğun ve sert tüylerle kaplıdır. **(incana)**

8) Yatık, nadir yükselici çalı formda, yaprak ucu küt (obtus) veya dairesel (rotundate), üst yüzey tüysüz ya da yumuşak, dik, uzun ve cılız tüylü, alt taraf kısa, yoğun ve sert tüylü, yeşilimsi.

9) Yaprak yüzeyi 10-15 x 7-12 mm, orta kısım en geniş.
(brachypetala)

9) Yaprak yüzeyi 5-8 x 4-6 mm veya daha küçük, çoğunlukla üst taraf en geniş. **(prostrata)**

2.3.1. *Cerasus mahaleb* (L.) Mill.: Mahlep ya da halk dilinde İdris ağacı olarak bilinir. Türkiye'de ki kiraz ağaçlarının yaklaşık %75-80'i mahlep anacı üzerine aşılıdır (İlisulu, 1992). Anavatanı, Avrupa ve Batı Asya'dır (Mamıkoğlu, 2015). Çalı ya da küçük ağaç şeklinde olup uzunluğu yaklaşık 10-15 m uzunluğundadır. Genç sürgünler ince olup, üzeri tüysüz ya da seyrek şekilde ince ve kısa tüylerle kaplıdır (pubescent). Kulakçıklar 3-6 x 0,3-0,4 mm uzunluklarda olup, dökülücüdür. Yapraklar daireselden (orbikulat), geniş yumurtamsıya (ovat) değişmekte olup boyutları 26-80 x 15-60 mm arasındadır. Yapraklar tüysüz ya da alt yüzeyi orta damar boyunca ince tüylerle kaplı olup, kenarları oymalı dişlidir (krenat). Yaprak sapı yaklaşık 3 cm uzunluğundadır (Şekil 2.5).

Şekil 2.5: *Cerasus mahaleb* (L.) Mill Yaprak ve Çiçeği (Mamıkoğlu, 2015)

Rasemoz tipi çiçeklenmeye sahip olup 6-12 çiçeğe sahiptir. Çiçek sapı yaklaşık 2 cm uzunluğundadır. Çukurlaşmış çiçek tablası (hipantiyum) çan şeklindedir. Taç yapraklar beyaz renkli olup, 8 mm uzunluğundadır (Şekil 2.6). Ovaryum tüysüzdür. Eriksi (drupa) meyve türü oval şeklinde olup, 6-12 x 4-10 mm boyutlarındadır. Meyve ilk önce sarı renkte olup olgunlaşmayla birlikte kırmızı sonrada siyah renge dönüşür (Browicz, 1972).

Şekil 2.6: *Cerasus mahaleb* (L.) Mill Meyvesi (Mamıkoğlu, 2015)

Mahaleb 2 varyeteye sahiptir ;

* Yapraklar 60-80 x 50-60 mm uzunluğunda, yaprak sapı yaklaşık 30 mm, meyve 7-12 x 6-10 mm **var. *mahaleb***

Cerasus mahaleb var. *mahaleb* taksonu ülkemizin Çatalca-Kocaeli, Karadeniz, Ege, Yukarı Sakarya, Yukarı Fırat, Yukarı Murat-Van, Hakkâri, Adana ve Dicle bölümlerinde yetişmektedir (Şekil 2.7).

Şekil 2.7: *Cerasus mahaleb var. mahaleb* Türkiye'de Yayılışı[5]

* Yapraklar yaklaşık 25-30 x 15-20 mm, yaprak sapı 10-12 mm uzunluğunda, meyveler 6x4 mm boyutundadır.

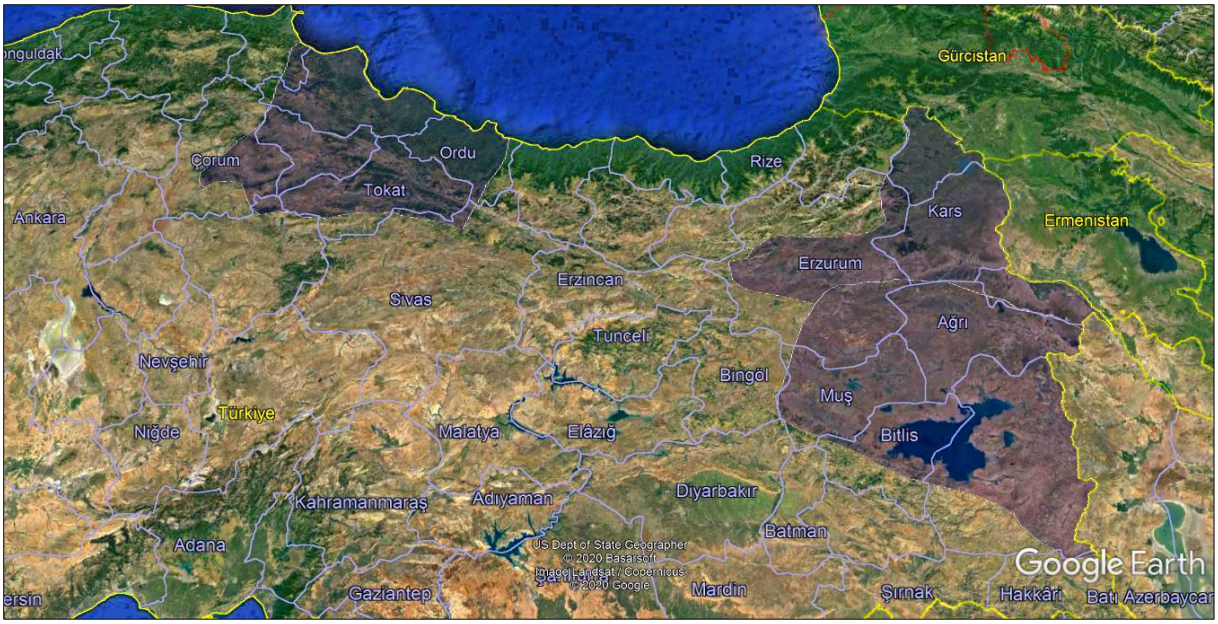
var. *alpina*

Cerasus mahaleb var. *alpina* ülkemizin sadece Adana bölümünde yetişmektedir (Şekil 2.8).

Şekil 2.8: *Cerasus mahaleb* var. *alpina* Türkiye'de Yayılışı[5]

[5] https://www.bizimbitkiler.org.tr/v2/sonuc.php. (Erişim tarihi: 23.05.2019)

2.3.2. *Cerasus vulgaris* Mill.: Ülkemizde vişne olarak adlandırılan *C. vulgaris* Mill., anaç olarak ülkemizde kullanılan 3 türden birisidir. Fakat fidanlıklarda üretim güçlüğü, aşılandığı çeşidi bodurlaştırması ve uyum problemleri sebebiyle *C. avium* (L.) Moench. ve *C. mahaleb* (L.) Mill. türlerine göre anaç olarak daha az tercih edilir (Anonim, 2010). Güner ve diğ. (2012)'nin belirttiğine göre bu tür ülkemizin Orta Karadeniz, Erzurum-Kars ve Yukarı Murat-Kars bölümlerinde doğal olarak yetişmekle birlikte, ülkemizin birçok yerinde kültürü yapılmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: *Cerasus vulgaris* Mill. Türkiye'de Yayılışı[5]

Botanik özellikleri bakımından, çalı ya da ağaç formunda olup boyu yaklaşık 10 metreyi bulabilmektedir. Genç sürgünler tüysüzdür. Yaprak diplerindeki kulakçıklar dökülücü formda, uzunluğu 5-15 mm uzunluğundadır. Yaprak ayası genellikle eliptik olup, 60-120 x 30-60 mm boyutlarındadır. Yaprak kenarları testere dişli (serrat), yaprak ucu ince uçludur (kuspidat). Yaprakların yüzeyi genellikle tüysüz olup, nadiren alt yüzey tüylü olabilir. Yaprak sapı 1-2 cm uzunluğundadır. Tomurcuklardan şemsiye tipli (umbella) 2-4 çiçek çıkar ve bunlara bağlı 2 küçük brakte bulunmaktadır (Şekil 2.10).

Şekil 2.10: *Cerasus vulgaris* Mill. Yaprak ve Çiçeği (Mamıkoğlu, 2015)

Çiçek sapı 2,5-5 cm uzunluğundadır. Çukurlaşmış çiçek tablası çan şeklinde, 3-5 x 3-4 mm boyutlarındadır. Çanak yapraklar 3-4 x 2-3 mm, şekil olarak dairesel ya da kenarları yuvarlaklaşmış dikdörtgen (oblong) şeklindedir. 5 adet beyaz renkli taç yaprağa (petal) sahiptir; 1-1,2 cm uzunluğundadır. Erkek organlar 25-32 tane olup hipantiyumun kenarlarından çıkar. Meyve küre şeklinde olup, 1,5 cm çapında, tepesinden hafif basık, kırmızı ya da siyah renklidir (Şekil 2.11). Çiçeklenme nisan-mayıs aylarında olur (Browicz, 1972; Dönmez, 1997; Mamıkoğlu, 2015).

Şekil 2.11: *Cerasus vulgaris* Mill. Meyvesi (Mamıkoğlu, 2015)

2.3.3. *Cerasus avium* (L.) Moench: Ülkemizde kiraz olarak adlandırılan bu tür, yöresel olarak kuş kirazı ve yabani kiraz olarak da bilinmektedir (Tuzlacı, 2011). Şekil 2.12'de görüldüğü üzere ülkemizde Istranca ve Çatalca-Kocaeli Bölümü, Karadeniz ve İç Batı Anadolu Bölümleri'nde doğal olarak yetişmekle birlikte, ülkemizin birçok yerinde de kültürü yapılmaktadır (Güner ve diğ., 2012).

Şekil 2.12: *Cerasus avium* (L.) Moench Türkiye'de Yayılışı[5]

Ağaç formunda olup, uzunluğu 25-35 m kadardır. Genç sürgünler sert ve tüysüzdür. Yaprak diplerindeki kulakçıklar dökülücüdür. Yapraklar yumurtamsı (ovat), ters yumurtamsı-dikdörtgenimsi (obovat-oblong) ya da eliptiktir. Yaprak uzunluğu 16 x 8 cm boyutlarında olup, kenarları düzensiz testere dişlidir (serrat). Yaprakların alt yüzeyi ilk önce kahverengimsi olup, dik cılız tüylerle kaplıdır (piloz). Yeşil renge döndüğünde ya tamamen tüysüz ya da damarların dip bölgelerinde tüylere rastlanır. Yaprak sapı yaklaşık 5 cm'dir (Şekil 2.13).

Şekil 2.13: *Cerasus avium* (L.) Moench Yaprak ve Meyvesi

Çiçekler tomurcuklardan 2-5'li olarak çıkarlar. Şemsiye tipi çiçeklenme (umbella) vardır. Çiçeğe bağlı brakte yaprak görülmez. Çiçek sapı 3-6 cm uzunluğundadır. Çanak yapraklar 3-4 x 2-3 mm uzunluğunda olup; taç yapraklar 12-15 x 5-8 mm boyutlarında ve beyaz renklidir (Şekil 2.14). Meyve yaklaşık 1 cm çapında, küresel ya da hafif yumurtamsıdır. Rengi kırmızı, sarı ya da bordo renginde, parlaktır (Browicz, 1972; Dönmez, 1997).

Şekil 2.14: *Cerasus avium* (L.) Moench Çiçeği (Mamıkoğlu, 2015)

2.3.4. *Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Boiss: Yaban kirazı isimli bu tür, halk dilinde dağ eriği, Zerdelak veya Zerdelok isimleriyle de bilinir. 3 m'ye kadar boylanabilen çalıdır. Dikensiz ya da zayıf dikenli, genç sürgünler tüylü ya da tüysüz olabilir (Şekil 2.15).

Şekil 2.15: *Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Boiss Bitkisi (Mamıkoğlu, 2015)

Kulakçıklar kalıcı, şekil olarak tığ şeklinde tepeye doğru sivrilir (subulate). Yapraklar dairesel (orbiculat) ya da elips biçiminden (eliptic), yumurtamsı-mızraksı (ovate-lanceolate) şekillerinde değişiklik göstermektedir. Kısa sürgün üzerinde ki yapraklar yaklaşık 2 cm, uzun sürgün üzerindekiler yaklaşık 5 cm uzunluğundadırlar. Tomurcuklarda 1-2 çiçek çıkar. Çiçek sapı yaklaşık 1,5-2 cm uzunluğundadır. Çukurlaşmış çiçek tablası olan hipantiyum silindirik şekilli olup, yaklaşık 5-6 mm uzunluğundadır. Çanak yapraklar 1-1,5 x 0,5-0,7 mm boyutlarında, mızraksı ya da üçgensi şekillidir. Taç yapraklar beyazdan pembemsiye değişir, 4-5 mm uzunluğundadır (Şekil 2.16). Erkek organlar 18-30 tane olup, ovaryumun üst tarafına düzensiz şekilde tutunmuşlardır. Ovaryumu tüysüzdür. Meyve oval ya da küremsi olup; siyah, kırmızı, turuncu ya da sarı renklerde olabilir (Browicz, 1972; Dönmez, 1997; Tuzlacı, 2011; Mamıkoğlu, 2015).

Şekil 2.16: *Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Çiçek ve Meyvesi (Mamıkoğlu, 2015)

İki tane alt türü bulunmaktadır (Browicz, 1972; Güner ve diğ., 2014);

* Yaprakların alt yüzeyi tüysüz ya da hafif tüylü, ucu dairesel **subsp. *microcarpa***

* Yaprakların çoğunlukla iki yüzeyi tüylü, tepesi geniş-keskin uçlu (akut) **subsp. *tortuosa***

Cerasus microcarpa subsp. *microcarpa* alt türü, yaban kirazı olarak bilinir. Ülkemizin Yukarı Fırat, Adana ve Güney Doğu Anadolu Bölümleri'nde bulunmaktadır.

Cerasus microcarpa subsp. *tortuosa* (Boiss. & Hausskn.) Browicz, Sarıdağ Kirazı olarak bilinmektedir. Ülkemizde Yukarı Fırat, Yukarı Murat-Van ve Hakkâri Bölümleriyle, Adana ve Güney Doğu Anadolu Bölümleri'nde yetişmektedir (Şekil 2.17).

Şekil 2.17: *Cerasus microcarpa* subsp. *tortuosa* (Boiss. & Hausskn.) Browicz Türkiye'de Yayılışı[5]

2.3.5. *Cerasus hippophaeoides* (Bornm.) Bornm.: Endemik kiraz türlerinden biri olan *Cerasus hippophaeoides* (Bornm.) Bornm., ülkemizde İğde Kirazı olarak bilinmektedir. Yayılış olarak Yukarı Kızılırmak Bölümü'nde bulunan bu tür (Şekil 2.18), bulunduğu yerlerde halk arasında Ceraz olarak da isimlendirilir (Tuzlacı, 2011; Güner ve diğ., 2012).

Şekil 2.18: *Cerasus hippophaeoides* (Bornm.) Bornm. Türkiye'de Yayılışı[5]

Browicz (1972)'e göre bu tür *Cerasus angustifolia* (Spach) Browicz türünün ekstrem bir formu olup, aralarında ki farkları şu şekilde belirtmiştir; daha kısa yapraklara sahiptir (Kısa sürgün üzerinde 15 x 2 mm, uzun sürgün üzerinde 35 x 4-6 mm). Yaprakların alt ve üst yüzeyi kısa, yoğun ve sert tüylerle kaplıdır (Şekil 2.19). Daha uzun çanak yapraklara sahiptir (1-1,5 x 0,8-1 mm). Meyveler daha küçüktür (yaklaşık 7 mm). Çiçeklenmesi mayıs-haziran ayları arasında olup, meyve olgunlaşması temmuz-ağustos aylarında olmaktadır (Dönmez, 1997).

Şekil 2.19: *Cerasus hippophaeoides* (Bornm.) Bornm. Meyvesi[6]

Dönmez (2000)'e göre ise bu tür sadece *Cerasus angustifolia* (Spach) Browicz türü ile değil aynı zamanda *Cerasus incana* (Pall.) Spach türü ile de ortak özellikler taşımaktadır. Bu sebeple *C. hippophaeoides***,** *C. angustifolia*'nın ekstrem formu olmayıp; *C. angustifolia* ile *C. incana* arasında bir geçiş formudur.

2.3.6. *Cerasus erzincanica* Yıld.: Erzincan Kirazı olarak bilinen bu kiraz türü, yayılış alanı olarak Yukarı Fırat Bölümü'nde doğal olarak yetişmektedir (Şekil 2.20). Endemik türlerimiz arasındadır (Güner ve diğ., 2012).

[6] https://turkiyebitkileri.com/tr/fotoğraf-galerisi/view-album/5325.html. (Erişim tarihi: 02.04.2019)

Şekil 2.20: *Cerasus erzincanica* Yıld. Türkiye'de Yayılışı[5]

Dallanması olmayan çalı ya da küçük ağaç formundadır. Gövde kabukları gri-kahverengi rengindedir ve uzunlamasına yarılma görülür. Genç sürgünlerde tüy bulunmamaktadır. Yapraklar 3-6 x 0,5-1 cm boyutlarında, elips biçiminden, şeritsi-eliptiğe değişir, kenarları testere biçiminde dişlidir. Yapraklar gençken üst tarafı tüysüz, alt tarafı yünlü olup olgunlaşma aşamasında tüysüz duruma gelmektedir. Yaprak sapı 3 cm uzunluğundadır. Yaprak stipülleri bizsi formda olup, geniş tabandan uca doğru incelir. 7-10 mm uzunluğunda olup kalıcıdır. Çiçek sapı 6-8 mm uzunluğundadır. Çukurlaşmış çiçek tablası diğer türler gibi silindirik olup, 6 mm uzunluğundadır. Çanak yapraklar 4 mm uzunluğunda, yeşil renklidir. Taç yapraklar 4-5 x 1,5-2 mm uzunluğunda, pembe renkli, ters mızraksıdır. Erkek organlar 28-30 tanedir. Ovaryum ve dişicik borusu tüysüzdür (Zielinskj, 2001).

Dönmez (1997) ise bu türün tayini için yeteri kadar örnek toplanmadığını ve bu türün yeni türden ziyade *Cerasus angustifolia* (Spach) Browicz'nın besince zengin ve gölgelik ortamında oluşan popülasyonu olduğunu ileri sürmektedir.

2.3.7. *Cerasus angustifolia* (Spach) Browicz: Kızıl kiraz olarak adlandırılan bu bitki yaklaşık 2 m boyunda olup, dik çalı formundadır. Stipüller tabandan uca doğru incelir, kalıcı formdadır. Yaprakların şekli şeritsi-mızraksıdan, dar mızraksıya değişiklik gösterir. Yaprak ayası kısa sürgünlerde 30 x 4 mm, uzun sürgünlerde ise 70 x 12 mm boyutlarındadır. Yaprak kenarları birbirinden uzak testere dişli olup alt tarafa doğru kıvrıktır (Şekil 2.21). Yaprakların üst tarafı tüysüzdür, alt tarafı ya tüysüz veya damarları beyaz ince tüyler barındırmaktadır. Yaprak sapı yaklaşık 5 mm uzunluğundadır. Çiçekler tekli ya da çiftler halinde çıkabilir. Çiçek sapı yaklaşık 2-6 mm uzunluğundadır. Çanak yapraklar 1-2 x 1-2 mm boyutlarında, üçgensi ucu sivri şekillidir. Petaller 3-4 x 1-2,5 mm boyutlarında, pembe renkli, ters mızraksıdan yumurtamsıya değişmektedir. Ovaryum üst tarafta tüylüdür. Meyve kırmızı renkli, yumurtamsıdır (Browicz, 1972; Dönmez, 1997).

Şekil 2.21: *Cerasus angustifolia* (Spach) Browicz Bitkisi (Aksoy, 2018)

İki tane varyetesi bulunmaktadır (Browicz, 1972; Güner ve diğ., 2012);

* Genç sürgünler kısa ve az tüylerle kaplı ya da tüysüzdür, yaprakların alt tarafı beyaz kaba tüylerle kaplıdır, meyveler hemen hemen tüylüdür. **var. *angustifolia***

* Genç sürgünler tüysüz, yaprakların alt tarafı hemen hemen tüysüzdür, meyveler tüysüz. **var. *sintenisii***

Cerasus angustifolia var. *angustifolia* ülkemizin Yukarı Fırat ve Erzurum-Kars Bölümleri'nde yetişmektedir (Şekil 2.22).

Şekil 2.22: *Cerasus angustifolia* var. *angustifolia* Türkiye'de Yayılışı[5]

Cerasus angustifolia var. *sintenisii* (C.K.Schneid.) Browicz ülkemizin Doğu Karadeniz, Yukarı Fırat, Erzurum-Kars ve Yukarı Murat-Van Bölümleri'nde yetişmektedir (Şekil 2.23).

Şekil 2.23: *Cerasus angustifolia* var. *sintenisii* (C.K.Schneid.) Browicz Türkiye'de Yayılışı[5]

2.3.8. *Cerasus incana* (Pall.) Spach: Dağ kirazı olarak bilinen bu kiraz türü dünyada Himalayalar, Kafkaslar, Avrupa'nın güney doğusu ve Türkiye'de bulunur (Güner ve diğ., 2012; Aksoy, 2018).

Şekil 2.24: *Cerasus incana* (Pall.) Spach Bitkisi (Aksoy, 2018)

Botanik özellikleri bakımından, yaklaşık 2 m boylanabilen, dik gelişen çalı formundadır (Şekil 2.24). Dallar ilk oluştuğunda ince, dik ve tüylüdür. Daha sonraları tüysüz duruma gelir. Stipüller kalıcı ve ucu doğru daralır. Yapraklar elips biçiminden, mızraksıya kadar değişir. Kısa sürgünlerde 20 x 7 mm, uzun sürgünlerde ise 40 x 15 mm boyutlarındadır. Kenarları testere biçiminde ya da çentikli-testere biçimdedir. Yaprakların üst yüzeyi tüysüz ya da ilk önce az kısa beyaz tüylere sahip olup, ileri gelişim aşamalarında bu tüyler dökülür. Yaprakların alt tarafı ise kısa beyaz tüylerle kaplıdır. Bazen yaprakların iki tarafı da tüysüz olabilir. Çiçekler tomurcuklardan 1-2 sayıda çıkar. Çiçek sapı yaklaşık 2 mm'dir. Hipantiyum silindirik ve 5-8 mm uzunlundadır. Çanak yapraklar 2-3 x 1-1,5 mm boyutlarında, taç yapraklar 5-7 mm uzunluğunda olup pembe renklidir. Meyve koyu kırmızı, şekil olarak hemen hemen küremsi olup 6-7 mm çapındadır. Çekirdek hafif oluklu yapıdadır (Browicz, 1972; Dönmez, 1997).

İki tane varyetesi bulunmaktadır;

* Ovaryum, hipantiyum tüysüz, yaprakların üst yüzeyi genellikle tüysüz **var. *incana***

* Ovaryum kadife tüylü (velutinous), hipantiyum az sayıda kısa, ince tüylerle kaplıdır. Yaprakların iki tarafıda kısa, ince tüylerle kaplıdır. **var. *velutina***

Cerasus incana var. *incana*, ülkemizin Orta Karadeniz Bölümü, Yukarı Sakarya, Orta Kızılırmak, Erzurum-Kars ve Adana Bölümleri'nde yetişmektedir (Şekil 2.25).

Şekil 2.25: *Cerasus incana* var. *incana* Türkiye'de Yayılışı[5]

Cerasus incana var. *velutina* Browicz, endemik taksonlardan biri olup ülkemizin Orta Kızılırmak Bölümü'nde bulunmaktadır (Şekil 2.26).

Şekil 2.26: *Cerasus incana* var. *velutina* Browicz Türkiye'de Yayılışı[5]

2.3.9. *Cerasus brachypetala* Boiss.: Yırtık kiraz olarak bilinen bu kiraz türü dünyada İran, Irak ve Türkiye'de yetişmektedir (Güner ve diğ., 2012; Mamıkoğlu, 2015).

Botanik özellikleri bakımından, yatık çalı formunda ve yoğun dallanma göstermektedir. Bir ve iki yaşlı sürgünler ince ve kısa tüylere kaplıdırlar. Stipüller tabandan uca doğru ince şekilli ve kalıcıdır. Yaprakların şekli eliptikten, dairesele değişir. Uzunluğu genişliğinin 1-2 katı kadardır. Kısa sürgünlerde 1 cm, uzun sürgünlerde 2 cm'ye kadar uzayabilmektedir. Yaprak kenarları derin bölünmelere sahip testere şekillidir. Seyrek loblu olup, alt yüzey sık kaba tüylerle, nadiren ince tüylerle kaplıdır. Yaprakların alt yüzeyinde tüylenme daha yoğundur. Yaprak sapı 1-2 mm uzunluğundadır (Şekil 2.27).

Şekil 2.27: *Cerasus brachypetala* Boiss. Bitkisi (Aksoy, 2018)

Çiçekler tomurcuklardan tekli çıkar. Çiçek sapı 2 mm'ye kadar uzayabildiği gibi bazen çiçek sapı olmayabilir. Hipantiyum silindirik, 6 mm uzunluğunda, kısa seyrek tüylü ya da tüysüzdür. Çanak yapraklar 1,5-2,5 x 0,6-1,2 mm uzunluğunda, şekli üçgensiden mızraksıya kadar değişir. Taç yapraklar 5-6 mm uzunluğunda, rengi pembeden kırmızımsıya değişir. Erkek organ 20-25 tane. Dişicik borusunun alt yarısı ve ovaryumun üst tarafı ince, kısa tüylerle kaplıdır. Meyveler kırmızı, yaklaşık 8 mm çapında, yumurtamsı-küremsi şekillidir. Çekirdekler hafif omurgalı ve olukludur (Browicz, 1972; Dönmez, 1997).

İki tane varyetesi bulunmaktadır (Dönmez, 1999; Güner ve diğ., 2012);

* Yaprak tepesi kör, bazen 3 loblu, hipantiyum 4-4,5 mm **var. *brachypetala***

***** Yaprak tepesi genellikle sivri, loblanma yok, hipantiyum 5-6,5 mm **var. *bornmuelleri***

Cerasus brachypetala var. *brachypetala* ülkemizin Yukarı Murat-Van Bölümleri'nde yetişmektedir (Şekil 2.28).

Şekil 2.28: *Cerasus brachypetala* var. *Brachypetala* Türkiye'de Yayılışı[5]

Cerasus brachypetala var. *bornmuelleri* (Schneider) Browicz ise ülkemizin Yukarı Fırat, Yukarı Murat-Van ve Hakkâri Bölümleri'nde yetişmektedir (Şekil 2.29).

Şekil 2.29: *Cerasus brachypetala* var. *bornmuelleri* (Schneider) Türkiye'de Yayılışı[5]

2.3.10. *Cerasus prostrata* (Labill.) Ser.: Türkçesi Taş Kirazı olan bu kiraz türü, dünyada Avrupa'nın güneyi, İspanya, Balkanlar; Kuzey Afrika'da Fas ve Tunus ile Himalayalar'dan Balkanlara kadar yaygın bir alanda bulunmaktadır (Güner ve diğ., 2012; Mamıkoğlu, 2015).

Şekil 2.30: *Cerasus prostrata* (Labill.) Ser. Meyvesi (Aksoy, 2018)

Botanik özellikleri bakımından; yaklaşık 1 m boyunda, yatık, dış bükey biçimde yastık şeklindedir (prostrate). Genç sürgünler kısa, ince ve seyrek tüylerden oluşup sonra tüysüzleşir. Stipüller dipten uca doğru sivrileşir, kalıcıdır. Yapraklar yumurtamsı biçiminden, elips-ters yumurtamsıya değişiklik gösterir. Uzunluğu genişliğinin yaklaşık 1,5-2,5 katı kadardır. Yapraklar kısa sürgün üzerinde yaklaşık 10-12 mm, uzun sürgünler üzerinde ise yaklaşık 20 mm uzunluğundadır. Yaprak kenarları derin testere dişli, bazen özellikle kısa sürgünlerde, yaprakların alt tarafı koyu yeşil üzerine beyaz tüylerle kaplı olabilir veya iki tarafıda tüysüzdür. Yaprak sapı 1-2 mm uzunluğundadır (Şekil 2.30). Çiçekler genellikle tekli olarak çıkar, çiçek sapı yaklaşık 1-2 mm'dir. Hipantiyum silindirik ve 4-5 mm uzunluğundadır. Çanak yapraklar 1,5-2,5 x 0,6-1,2 mm boyutlarında, taç yapraklar ise 6-7 mm uzunluğunda ve kırmızımsı-pembe renktedirler. Ovaryum ve dişicik borusu tüysüzdür. Meyveler hemen hemen küresel, çapı yaklaşık 7 mm kadar, tüysüz ya da üst tarafı hafif tüylü olabilir. Çekirdekler hafif oluklu yapıdadırlar (Browicz, 1972; Dönmez, 1997).

İki tane varyeteye sahiptir (Browicz, 1972; Güner ve diğ., 2012);

* Yaprakların üst tarafı ince, seyrek tüylerle kaplı olabilir ya da tüysüzdür; alt tarafı ise gri ve donuk kaba tüylerle kaplıdır. **var. *prostrata***

* Yaprakların iki yüzeyi de tüysüzdür. **var. *glabrifolia***

Cerasus prostrata var. *prostrata* ülkemizde Ege Bölümü ve Akdeniz Bölgesi'nde yetişmektedir (Şekil 2.31).

Şekil 2.31: *Cerasus prostrata* var. *prostrata* Türkiye'de Yayılışı[5]

Cerasus prostrata var. *glabrifolia* (Moris) Browicz ülkemizin Akdeniz Bölümü'nde yetişmektedir (Şekil 2.32).

Şekil 2.32: *Cerasus prostrata* var. *glabrifolia* (Moris) Browicz Türkiye'de Yayılışı[5]

2.4. ÜLKEMİZDE YETİŞEN BAŞLICA KİRAZ ÇEŞİTLERİNİN ÖZELLİKLERİ

2.4.1. 0900 Ziraat: Ülkemizin en önemli kiraz çeşitlerinin başında gelmektedir. İhraç edilen kiraz çeşitlerimizin neredeyse tamamını 0900 Ziraat çeşidi oluşturmaktadır. Avrupa pazarında Türk Kirazı olarak bilinen bu çeşit, Amerika'da ise Zing ismiyle bilinmektedir.

Şekil 2.33: 0900 Ziraat Çeşidinin Meyvesi (Engin, 2013)

Meyve kalp şeklinde olup, rengi koyu kırmızıdır (Şekil 2.33). Oldukça geçci bir çeşit olan 0900 Ziraat çeşidi taşımaya dayanıklıdır. Bu çeşidin en büyük sorunu kendine verimli olmamasıdır. Bu sebeple bahçelerde ayrıca tozlayıcı çeşit bulunmalıdır (Anonim, 2010; Demirsoy, 2015).

2.4.2. Bing: Amerika kökenli bir çeşittir. Koyu kırmızı kabuk rengine sahip olup, orta mevsim çeşitlerden birisidir (Şekil 2.34). Meyve rengi kalp biçiminde olup, eti serttir. Yüksek verime sahip olup, meyveleri yüksek kalitelidir. Taşımaya dayanıklıdır. 0900 Ziraat çeşidinde olduğu gibi kendine kısır olup tozlayıcı kullanılmalıdır. Bu çeşidin en büyük olumsuzluklarından birisi de meyvelerinin çatlamaya çok hassas oluşudur. Bu sebeple hasat zamanı yağış riski olan yerlerde bu çeşit tavsiye edilmez (Anonim, 2010; Özçağıran ve diğ., 2011).

Şekil 2.34: Bing Çeşidinin Meyvesi (Engin, 2013)

2.4.3. Sweetheart: Kanada kökenlidir**.** Bing çeşidinden 20-22 gün sonra hasat olgunluğuna erişir. Rengi parlak kırmızı, meyvesi kaliteli, eti sert ve lezzetli bir çeşittir (Şekil 2.35). Geç mevsim çeşidi olup kendine döllenebilir. Anaç olarak Mazzard anacı önerilir. Budama aksatılırsa Mazzard gibi kuvvetli bir anaç üzerindeyken bile devrilebilir. Taşımaya dayanıklı değildir, bu sebeple uzun mesafelerde çürümeler oluşabilir (Long ve diğ., 2007; Demirsoy, 2015).

Şekil 2.35: Sweetheart Çeşidinin Meyvesi (Long ve diğ., 2007)

2.4.4. Regina: Alman çeşididir. Bing çeşidinden 14-17 gün sonra hasat olgunluğuna erişir. Rengi kızıl kahverengidir. Olgunluk arttıkça rengi daha da koyulaşır (Şekil 2.36.) Kendine verimli olmayıp, tozlayıcıya ihtiyacı vardır. Anaç olarak Gisela 6 ve 12 anaçları önerilir. Meyve çapı geniş olup, eti serttir. Tat olarak hafif tadı vardır. Çatlamaya dayanıklıdır. Taşımaya en dayanıklı çeşitlerden birisidir. En büyük sorunu düşük verim vermesidir. Bu sebeple verimli anaçlar kullanılıp, çok sayıda tozlayıcı çeşit kullanılması önerilmektedir (Nugent ve diğ., 2005; Long ve diğ., 2007).

Şekil 2.36: Regina Çeşidinin Meyvesi[7]

2.4.5. Stella: Kanada kökenli, kendine verimli bir çeşittir. Rengi koyu kırmızı, şekli fıçı biçiminde ve eti serttir (Şekil 2.37). Verimli bir çeşittir. Güçlü ve dik büyür. Çatlama eğilimi olup, %8 oranında çatlama yapar (Anonim, 2010; Engin, 2013).

[7] http://tridenal.md/en/products/saplings/regina-very-large-dark-red-firm-late-season-sweet-cherry. (Ziyaret Tarihi:20.03.2019)

Şekil 2.37: Stella Çeşidinin Meyvesi (Engin, 2013)

2.4.6. Lapins: Kanada kökenli bir çeşittir. Hasat zamanı Bing çeşidinden 10-14 gün sonradır. Rengi kızıl kahverengidir (Şekil 2.38). Kendine verimli bir çeşit olup, anaç olarak Mazzard önerilmektedir. Verimli, soğuklara ve çatlamaya dayanıklıdır. Fakat salkımlarının ağır ve sık olması hem hasadı zorlaştırmakta hem de ilaçlama yapıldığında ilacın iç kısımlara tesir etmesi azalmaktadır. Aynı zamanda çürüme problemi fazla olduğu için hasat ve paketlemeye dikkat edilmelidir (Long ve diğ., 2007; Demirsoy, 2015).

Şekil 2.38: Lapins Çeşidinin Meyvesi[8]

[8] https://www.groworganic.com/cherry-lapins-dwarf.html. (Erişim Tarihi: 22.03.2019)

2.4.7. Van: Kanada kökenli bir kiraz çeşididir. Meyve kabuğu parlak kırmızı renkli, meyve eti sert ve fazla sulu değildir (Şekil 2.39). Meyve vermesi için dölleyici çeşitlere ihtiyacı vardır. Hasadı haziranın ortasından itibaren başlar. Van çeşidi %9 oranında çatlama yapar fakat çatlaklar büyük olmadığından ekonomik değerini önemli oranda olumsuz etkilemez. Bing çeşidine göre çatlamaya daha az hassastır. Meyve sapı kısa olduğu için hasat zordur. Meyveler erken zamanda olgunlaştığı için istenilen büyüklükte olmayabilir (Slingerland ve Lay, 2002; Anonim, 2010; Demirsoy, 2015).

Şekil 2.39: Van Çeşidinin Meyvesi (Anonim, 2010)

2.4.8. Starks Gold: Amerika kökenli bir çeşittir. Kabuk rengi sarıdır (Şekil 2.40). Sofralık kalitesi yüksek olmayan, daha çok sanayiye uygun bir çeşittir. Meyveleri orta iriliktedir. Soğuklara en fazla dayanabilen çeşitler arasındadır. Geç çiçeklenir, haziran sonu olgunlaşır. 0900 Ziraat çeşidi için iyi bir tozlayıcıdır (Anonim, 2010; Demirsoy, 2015).

Şekil 2.40: Starks Gold Çeşidinin Meyvesi[9]

2.4.9. Lambert: Amerika kökenli bir kiraz çeşididir. Meyvesi kaliteli ve çok iri olup, yaklaşık 7,6 g'dır. Meyve kabuğu koyu kırmızı, eti serttir ve et rengi parçalı morumsu kırmızıdır (Şekil 2.41). Bing çeşidinden 10-12 gün sonra olgunlaşır. Kendine verimli değildir. Meyveler %18 oranında çatlama yapar. Bu sebeple hasat zamanı yağış olan yerlerde tavsiye edilmez (Demirsoy ve Demirsoy, 2003; Anonim, 2010; Demirsoy, 2015).

Şekil 2.41: Lambert Çeşidinin Meyvesi[10]

[9] http://fafard.com/growing-cherry-trees/. (Erişim Tarihi: 23.03.2019)
[10] http://www.parlarfidan.com/tag/lambert/. (Erişim Tarihi: 23.03.2019)

2.4.10. Early Burlat: Amerika kökenlidir (Micke ve diğ., 1970). Meyve kabuğu parlak kırmızı olup meyve eti serttir (Şekil 2.42). İsminden de anlaşılacağı şekilde erkenci bir çeşittir ve 24 Mayıs'tan itibaren hasat zamanı başlar. %25 oranında meyve çatlaması yaptığı için, hasat zamanı yağış olan yerlerde önerilmez. Dölleyiciye ihtiyacı vardır (Anonim, 2010). İkiz meyve eğilimi vardır. Sapı kısa ve kalındır. Bing için iyi bir dölleyici çeşittir (Demirsoy, 2015).

Şekil 2.42: Early Burlat Çeşidinin Meyvesi[11]

2.5. EKSTRAKSİYON VE EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİ

2.5.1. Ekstraksiyon

Ekstraksiyon; hayvan, çoğunlukla da bitki dokularında bulunan tıbbi olarak aktif kısımların, uygun çözücü aracılığıyla, aktif olmayan bölümlerinden ekstraksiyon yöntemleriyle ayırma sürecinin bütünüdür (Handa, 2008). Ekstraksiyon yapılacak analiz işlemlerinin çok önemli bir parçasıdır. Teknolojinin ilerlemesiyle ekstraksiyon prensiplerinde de değişiklikler olmaya başlamıştır. Geçmişte en çok kullanılan yöntem olan soxhlet ekstraksiyonu yerine mikrodalga, ses dalgası destekli ekstraksiyon gibi uygulamalar kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür yöntemlerinin daha çok kullanılmasının sebebi zamandan ve kimyasaldan tasarruf sağlamalarıdır (Büyüktuncel, 2012).

[11] http://www.davewilson.com/product-information-commercial/product/Cherries. (Erişim Tarihi: 23.03.2019)

2.5.2. Ekstraksiyona Etki Eden Faktörler (Pandey ve Tripathi, 2014; NN, 2015)

*** Bitkinin Kuru ya da Yaş Olması**: Çalışmanın amacına göre kullanılacak bitki materyali kuru ya da yaş olabilir. Özellikle bozulma, küflenme gibi olumsuzluklar yüzünden kurutulmuş materyal, ekstraksiyon aşamalarında daha çok tercih edilmektedir. Fakat kurutulmuş materyal ile çalışmanın olumsuzlukları arasında, kurutma için belli bir zaman gerektirmesi ve kurutma yöntemine dikkat edilmesi gerekmektedir. Kurutma aşamasında bitki materyali özellikle doğrudan güneş ışığı almayan gölgelik alanda bekletilmelidir. Bu sayede bitki materyalinde oluşabilecek bozulma, kararma gibi durumların önüne geçilir.

*** Bitki Materyalinin Kısmı:** Çalışılacak bitkinin tamamı ya da etken maddeye sahip kısımları ayrılarak kullanılabilir. Örnek olarak adaçayı bitkisinin uçucu yağı ile yapılacak bir çalışmada yaprak yerine kök ile çalışılması çalışmayı olumsuz etkileyecektir.

*** Bitkinin Tane Büyüklüğü:** Düşük tane büyüklüğü bitki yüzeyinin çözücü ile temasını arttırmakta bu da çözücüye geçen madde miktarını arttırmaktadır. Bu sebeple bitki örneğinin öğütülmesi ekstraksiyon verimliliği arttırmaktadır. Özellikle partikül büyüklüğünün 0,5 mm'den ufak olması ideal ekstraksiyon için önerilmektedir.

*** Çözücü Tercihi:** İdeal ekstraksiyon için uygun çözücü seçimi büyük önem taşımaktadır. İstenilen birleşiği çözebilmek için uygun polaritede çözücü tercih edilmelidir (Tablo 2.3). Bunun yanında kullanılacak çözücünün düşük toksik özelliğe sahip olmalı. Aynı zamanda düşük sıcaklıklarda buharlaşabilmelidir.

Tablo 2.3: Aktif Birleşen Ekstraksiyonu İçin Uygun Çözücüler

Su	Etanol	Metanol	Kloroform	Eter	Aseton
Antosiyanin	Tanen	Antosiyanin	Terpenoid	Alkaloid	Fenol
Nişasta	Polifenol	Terpenoid	Flavonoid	Terpenoid	Flavonoid
Tanen	Poliasetilen	Saponin		Kumarin	
Saponin	Flavonol	Tanen		Yağ Asidi	
Terpenoid	Terpenoid	Lakton			
Polipeptid	Sterol	Flavon			
Lektin	Alkoloid	Fenon			
		Polifenol			

2.5.3. Ekstraksiyon Yöntemleri

***2.5.3.1. Maserasyon*:** Toz ya da kaba öğütülmüş bitki parçalarının çözücü ile ağzı kapalı bir kap içerisinde oda sıcaklığında bekletilme işlemidir. Bu işlemin en az üç gün sürmesi tavsiye edilir ve bu süre içerisinde kap sürekli çalkalanır. Bu süreçte bitki hücre duvarları yumuşayarak fitokimyasalların çözücüye geçmesi sağlanır. Daha sonra kap içerisindeki bitki posası sıkılır ve çıkan çözücü süzülür ya da dekante edilir. Bu yöntem özellikle ısıya hassas maddeler ile çalışmak için en iyi yöntemdir (Handa, 2008; Pandey ve Tripathi, 2014; NN, 2015).

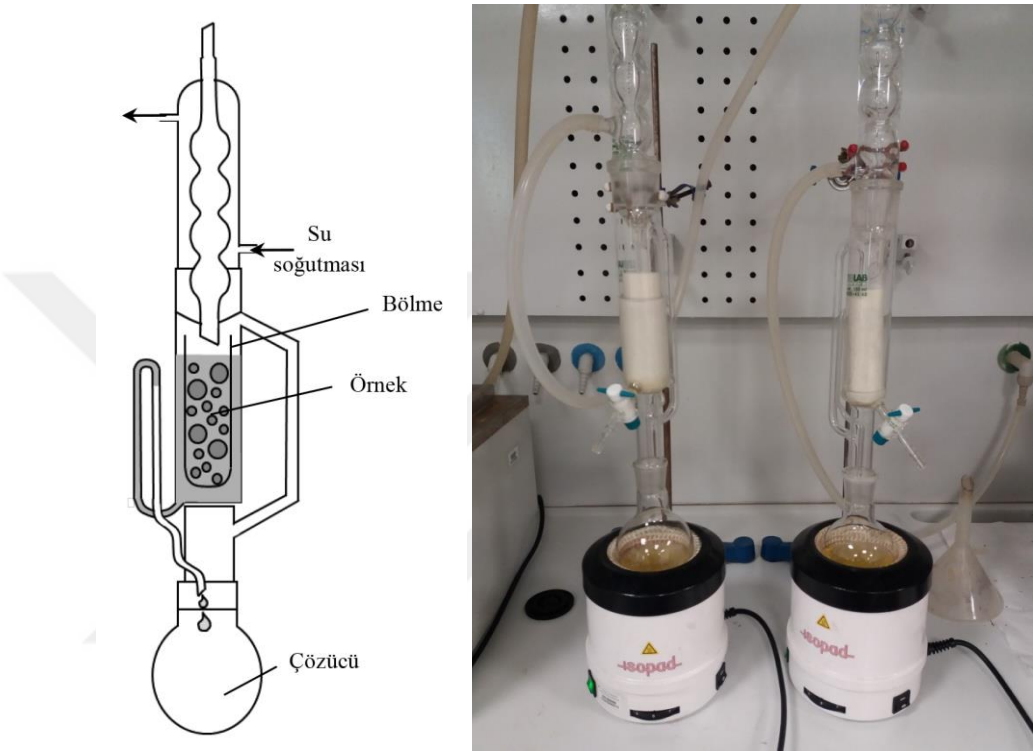
***2.5.3.2. İnfüzyon*:** Toz bitki parçalarının üzerine kaynar ya da soğuk su eklenerek kısa süreli (yaklaşık 5 dakika) maserasyon yapılan ekstraksiyon şeklidir. Bu yöntem suda çözünebilen maddelerin ekstraksiyonu için tavsiye edilmektedir. Elde edilen çözelti seyreltik bir çözelti olup, bitki/çözücü oranı ortalama 1/10 oranında olmalıdır (Handa, 2008; Balakrishna ve diğ., 2016).

***2.5.3.3. Dekoksiyon*:** Temel olarak infüzyon ile aynı mantığa sahip olup, bitki üzerine soğuk su dökülüp su banyosu gibi ortamda yaklaşık 15 dakika kaynatılıp süzülmesiyle yapılan ekstraksiyon yöntemidir. Isıya dayanıklı birleşenler için uygundur (Handa, 2008; Pandey ve Tripathi, 2014; NN, 2015).

***2.5.3.4. Soxhlet*:** En eski ekstraksiyon yöntemlerinden birisidir. Soxhlet ekstraktorü ile yapılır. Bu ekstraksiyon sistemi, çözücü sıvının konduğu balon, bitkinin konduğu soxhlet ekstraktörü ve soğutucu kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2.43).

Bu sistemde ekstraksiyonu yapılması istenen bitki, çözücü ile etkileşime girmeyen selüloz bir kartuş içinde, soxhlet ekstraktörü içine konur. Balon içindeki çözücü ısı ile buharlaştırılır. Buhar soxhlet ekstraktöründeki boruların içinden geçerek sistemin üstündeki soğutucu kısma gelir. Buradan yoğunlaşarak soxhlet ekstraktörü içindeki selüloz kartuşa damla halinde temas eder. Sıvı selüloz kartuşun içine geçerek bitkideki birleşenleri absorbe etmeye başlar. Damlayan sıvılar soxhlet ekstraktöründe birikir ve sifon denen kısımdan balona döner. Bu sirkülasyon ekstraksiyon bitene kadar devam eder. Çözücü sifon aracılığı ile balona her döndüğünde, balon içine bitkiden absorbe ettiği birleşenleri bırakır ve buharlaşma-

yoğunlaşma ile temiz halde tekrar tekrar bitkiye temas eder. Bu sistem, çözücünün bitkide bulunan yapıları çözme süresinin uzun sürdüğü bitkilerde tavsiye edilmektedir. Bunun haricinde soxhlet ekstraksiyon sistemi bitkilerden sabit yağların elde edilmesinde de sürekli olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.43: Soxhlet Ekstraksiyon Sistemi

Bu sistemin avantajları; basit ve ucuz olması, bitkinin az miktar çözücü ile sürekli temas halinde olması, işlem bittiğinde filtrasyona gerek olmamasıdır. En büyük dezavantajı ise yüksek ısıdan olumsuz etkilenen birleşenler için tavsiye edilmemektedir (Büyüktuncel, 2012; Balakrishna ve diğ., 2016).

***2.5.3.5. Dijestiyon*:** Genel olarak maserasyon metoduna benzer olup, ekstraksiyon sürecinde belirli bir sıcaklık (30-50°C) ve basınç bulunmaktadır. İşlem dijestör adı verilerin metal bir aparat içerisinde gerçekleşmektedir. Bitki bütün olarak içinde çözücü bulunan aparatın içine konur ve kapağı kapatılıp, somun aracılığı ile sıkıştırılır. Bitki çözücü ile temas ederek sıcaklık ve basınç etkisiyle bitkide ki materyaller sıvıya geçer (Handa, 2008; Balakrishna ve diğ., 2016).

***2.5.3.6. Perkülasyon*:** Bu prosedür perkolatör adı verilen cam, porselen ve çelikten yapılmış farklı büyüklükteki bir malzemede yapılır (Şekil 2.44). Toz halindeki bitki nemlendirilerek perkolatöre konur üzerine belli bir miktar çözücü eklenerek yaklaşık 24 saat beklenir. Bu süre sonunda perkolatörün altından sıvı alınır, bu sıvıya perkolat adı verilir. Eğer bitkide etken madde kalmışsa işleme devam edilir. Bu yöntemin en büyük dezavantajı fazla çözücü harcanmasıdır (Handa, 2008; Anonim, 2015).

Şekil 2.44: Silindirik Perkolatör (Balakrishna ve diğ., 2016)

***2.5.3.7. Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon*:** Mikrodalga destekli ekstraksiyon, elektrik ve manyetik alanlar arasında ki dikey salınımın 0,3-300 Ghz arası bir frekans ile elektromanyetik radyasyon üretmesiyle ortaya çıkan, mikrodalga enerjinin kullanımına dayanan bir ekstraksiyon yöntemidir. Eğer mikrodalga bir madde ile etkileşime geçerse enerjinin madde tarafından emilimi ve ortaya çıkan ısının yayılımının yoğunluğuna bağlı olarak bir ısı oluşumu gerçekleşir (Ballard ve diğ., 2010; Chan ve diğ., 2011).

Büyüktuncel (2012)'e göre mikrodalga enerjisi kullanılarak ısı oluşumu, iyonların iletimi ve dipol rotasyonu vasıtasıyla moleküller üzerine mikrodalganın direk etkisi şeklinde gerçekleşmektedir. İyonik iletim, elektrofrorez mantığıyla manyetik bir alan içerisinde iyonların yer değiştirmesidir. Ekstraksiyonda kullanılan çözücünün bu iyon akışına direnci sonucu çözeltide ısınma oluşur. Dipol rotasyonu ise, manyetik alanda dipollerin yer

değiştirmesidir. Bu yer değişimi sonucunda ise dipollerin aralarında ki sürtünme sonucunda ısı ortaya çıkar.

Mikrodalga destekli ekstraksiyonda çözücü seçimi çok önemlidir. Apolar tipteki çözücülerin dipol momenti düşük olduğundan ısınmayacaktır. Bu sebeple çalışma amacına bağlı olarak apolar çözücülerin polar özellikli çözücüler ile karıştırılarak kullanılması tavsiye edilmektedir (Chan ve diğ., 2011; Büyüktuncel, 2012).

Mikrodalga destekli ekstraksiyon sistemleri, atmosferik basınçtan yüksek sistemler (kapalı sistem) ve atmosferik basınçtan düşük sistemler (açık sistem) olarak ikiye ayrılır. Açik sistemlerde (Şekil 2.45) ısı, çözücünün kaynama derecesiyle sınırlıyken; kapalı sistemlerde basıncın etksi ile çözücü ısısı, kaynama derecesinin üzerine çıkabilir. Bu sebeple ısıdan etkilenen maddeler için açık sistem önerilirken, terpenler gibi ısıya daha dayanıklı maddeler için kapalı sistemler önerilmektedir (Camel, 2000). Mikrodalga destekli ekstraksiyon sisteminin geleneksel ekstraksiyon yöntemine göre en büyük avantajları ise işlem süresinin daha kısa olması ve daha az çözücü kullanılmasıdır. Aynı zamanda ekstraksiyon sonucu elde edilen biyokimyasal ekstrelerin miktar olarak kayıplarını azaltmaktadır (Kingston ve Jessie, 1989; Costa ve diğ., 2013).

Şekil 2.45: Açık Sistem Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Sistemi

***2.5.3.8. Ses Dalgası Destekli Ekstraksiyon Sistemi*:** Ultrasonik destekli ekstraksiyonda denilen bu ekstraksiyon yöntemi 20 Khz üzerindeki ses dalgalarının hücre duvarlarına zarar vererek, çözücü olarak kullanılan solvanın bitki hücrelerine nüfus etmesi arttırarak biyokimyasal maddeleri absorbe etmesi temeline dayanmaktadır (Şekil 2.46). Bu sistem laboratuvarlarda en fazla kullanılan sistemlerden birisidir. Bunun sebebi kullanımın kolay ve diğer gelişmiş ekstraksiyon sistemlerine göre nispeten daha ucuz olmasıdır (Garcia-Salas ve diğ., 2010; De Monte ve diğ., 2014).

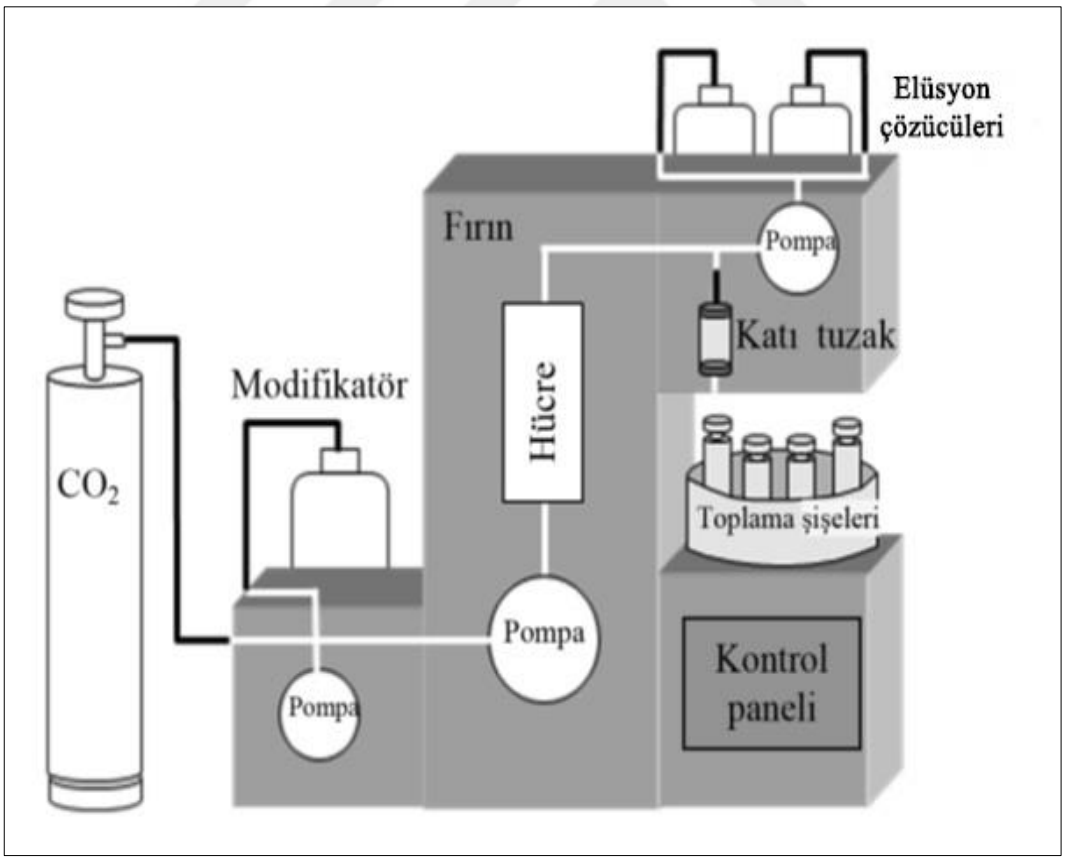
Ses dalgası destekli ekstraksiyon sistemi, basit şekilde ses dalgası veren sonikatörlerde de yapılabilir fakat daha etkili sistem, çözeltiye ses dalgasını gönderen prob ile zaman-ses dalgası oranını belirleyen kontrol panelinden oluşan sistemdir (Lesueur ve diğ., 2008).

Şekil 2.46: Ses Dalgası Destekli Ekstraksiyon Cihazı

Ses dalgası destekli ekstraksiyon sisteminde çalışmanın amacına göre farklı çeşit çözücüler kullanılabilmektedir (Corrales ve diğ., 2008). Sistemde ısı fazla yükselmemekte bu da daha kaliteli ekstre edilmesine olanak vermektedir. Bu sistemin geleneksel ekstraksiyon yöntemlerine göre en büyük avantajı az çözücü kullanımı ve ekstraksiyon süresinin kısalığıdır (De Monte ve diğ., 2014). Fakat bu sistemin en büyük olumsuzluğu, ses dalgası sağlayan

probun zamanla aşınabilmesi bu sebeple ekstrelerde istenmeyen maddelerin oluşumuna sebep olabilmektedir.

***2.5.3.9. Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu*:** Süperkritik akışkan ekstraksiyon tekniği özellikle bitkilerden uçucu yağ elde edilmesini sağlayan yeni ekstraksiyon tekniklerinden birisidir. Bu sistemde (Şekil 2.47) ekstraksiyon çözücüsü süperkritik haldedir. Yani ne sıvı ne gaz formundadır. Süperkritik maddeler hem sıvılar gibi yüksek çözme gücüne hem gazlar gibi düşük yüzey gerilimi ve yüksek difüzyon özelliklerine sahiptirler. Çözücü olarak en fazla kullanılan madde karbondioksittir. Karbondioksit düşük basınç ve sıcaklıkta (74 bar - 32°C) süperkritik halde bulunabilmektedir. Karbondioksitin bu sistemde kullanılmasının sebepleri; ucuz olması, çok fazla ve rahat bulunabilmesi, yanıcı olmaması, işlem bittiğinde kolayca uzaklaştırılabilmesidir (Büyüktuncel, 2012; De Monte ve diğ., 2014). Son zamanlarda CO_2'in yerine argon gazı da kullanılabilmektedir (Handa, 2008).



Şekil 2.47: Süperkritik Akışkan Ekstraksiyon Sistemi (Camel, 2000; Büyüktuncel, 2012)

Süperkritik akışkan ekstraksiyon sistemi sıcaklık, basınç, yan çözücüler, örnek hacmine bağlıdır. Sıcaklık-basınç değerleri değiştirilerek CO_2'in yoğunluğu değiştirilerek çözücü gücü değiştirilebilir. CO_2 apolar bir madde olarak kendi polaritesine yakın maddeleri çözebilmektedir. Daha polar maddeleri çözmek için sisteme düşük oranlarda polaritesi fazla kimyasallar eklenebilmektedir. En fazla kullanılan yan çözücüler metanol ve diklorometandır. Bu sistemin geleneksel ekstraksiyon sistemlerine göre avantajları; işlemin düşük sıcaklıklarda gerçekleşmesi sebebiyle ısıdan zarar göre birleşenleri olumsuz etkilememesi, ekstraksiyon süresinin kısa olması, çözücü kalıntısının olmaması ve çevre dostu olmasıdır (Akanda ve diğ., 2012; Fornari ve diğ., 2012).

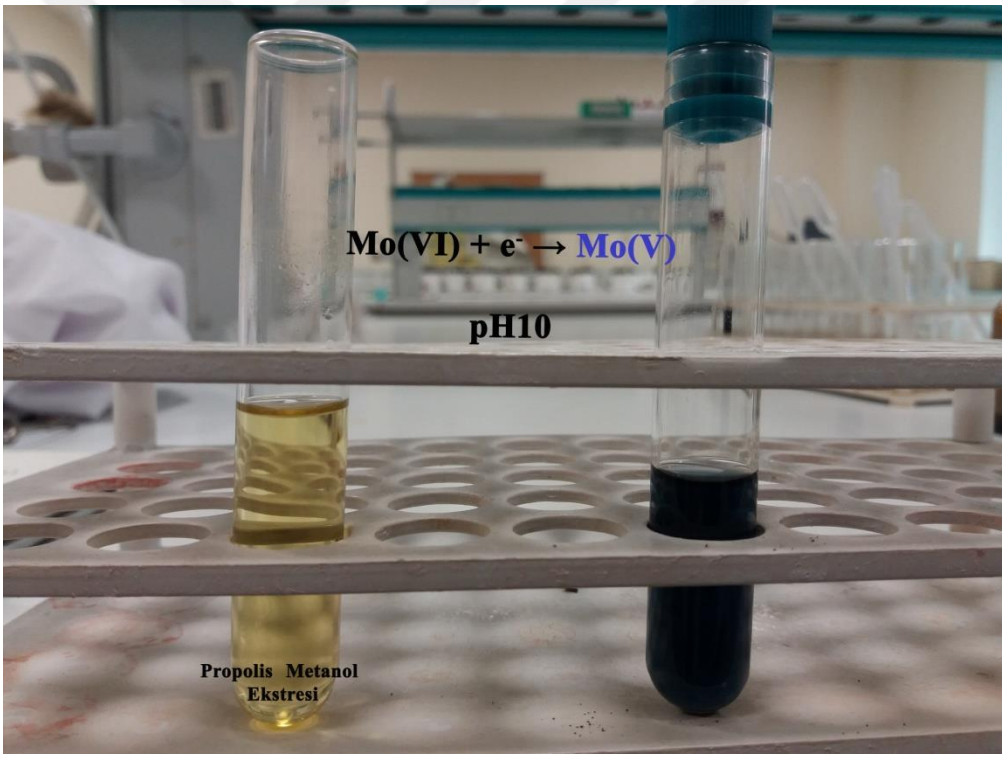
2.6. FİTOKİMYASAL ANALİZLERDE KULLANILAN BAŞLICA SPEKTROFOTOMETRİK YÖNTEMLER

2.6.1. Toplam Fenol İçeriğini Belirleme: Folin-Ciocalteu yöntemi olarak da bilinen bu metod ilk olarak Folin-Denis yöntemi olarak tyrosine ve tryptophan miktarının ölçülerek toplam protein miktarını belirleme amacıyla kullanılmaktaydı. Daha sonra Swain ve Hillis, Folin-Denis yöntemini erikte toplam fenol içeriğini belirlemek için; Singleton ve Rossi de şaraptaki toplam fenol miktarını belirleme amacıyla geliştirmiştir. İki yöntem arasında ki temel fark Folin-Ciocalteu yönteminde, Folin-Denis yönteminde gözlemlenen beyaz çökeltileri önlemek amacıyla molibdat oranının arttırılmasıdır. Folin-Ciocalteu yöntemi Folin-Denis yöntemine göre daha hassas ve tekrar edilebilirliği fazladır (Folin ve Denis, 1912; Folin ve Ciocalteau, 1927; Swain ve Hillis, 1959; Singleton ve Rossi, 1965; Rangel ve diğ., 2013)

Folin-Ciocalteu reaktifi piyasada hazır olarak bulunabilmesine rağmen hazırlanışı şu şekildedir; 100 g sodyum tungstat dihidrat ve 25 g sodyum molibdat dihidrat 700 mL su, 100 mL konsantre hidroklorik asit ve 50 mL içerisinde 150 g lityum sülfat hidrat olan %85'lik fosforik asit karışımında çözünür. Bu reaktif çok stabil olup, ışıktan korunduğu sürece uzun süreler kullanılabilmektedir (Agbor ve diğ., 2014).

Folin-Ciocalteu yöntemi bazik ortamda gerçekleşen bir yükseltgenme-indirgenme reaksiyonudur. Folin reaktifi fenolik birleşiklerle reaksiyona girdiğinde, fenolik birleşikteki bir fenolik proton ayrışır ve bu proton folin reaktifini indirgenmesine sebep olan bir fenolat anyonunu oluşturur. Bu reaksiyon sonucunda folin reaktifi indirgenerek sarıdan mavi renge

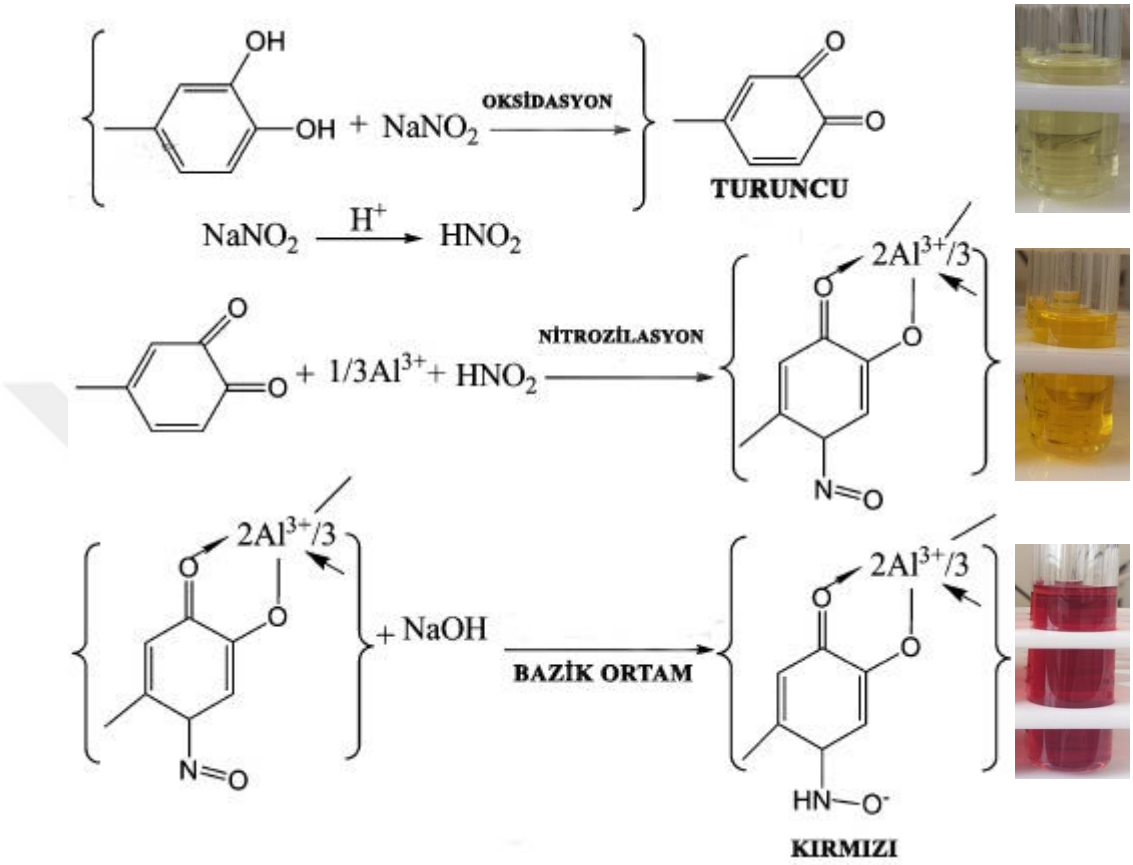
döner (Şekil 2.48). Folin reaktifinin indirgenmesine sebep olan molekülün yapısındaki molibdenyum (Mo(VI)) olduğu düşünülmektedir. Bazik ortam bu reaksiyonu hızlandırır. Bazik ortamı sağlamak için sodyum karbonat (prosedüre göre değişebilir) ile ortam pH'ı yaklaşık 10'e getirilir. Reaksiyon sonuncunda oluşan yapı 765 nm'de ölçümü yapılır. Kalibrasyon eğrisi için genellikle gallik asit kullanılmaktadır (Huang ve diğ., 2005; Agbor ve diğ., 2014). Deneyde görülebilecek en büyük sorun, test solüsyonu hazırlandığında oluşan çökmelerdir. Bunun için test solüsyonu ya santrifüj yapılmalı ya da kullanılan bazın oranı düşürülmelidir. Bunun yanında metanol gibi çözücüler, suya göre daha fazla çökme yapmaktadır. Bu sebeple özellikle kalibrasyon eğrisi hazırlanmasında gallik asidin suyla çözülmesi çökeltilerin önüne geçilmesini sağlayacaktır.



Şekil 2.48: Toplam Fenol Tayininde Oluşan Renk Değişimi

2.6.2. Toplam Flavonoid İçeriğini Belirleme: Geçmişte o-diphenol içeriğini belirlemede kullanılan bu yöntem günümüzde toplam flavonoid içeriğini saptamada kullanılmaktadır (Barnum, 1977). Yöntemin temeli sterik olarak bloke edilmemiş 3 ya da 4 pozisyona sahip bir

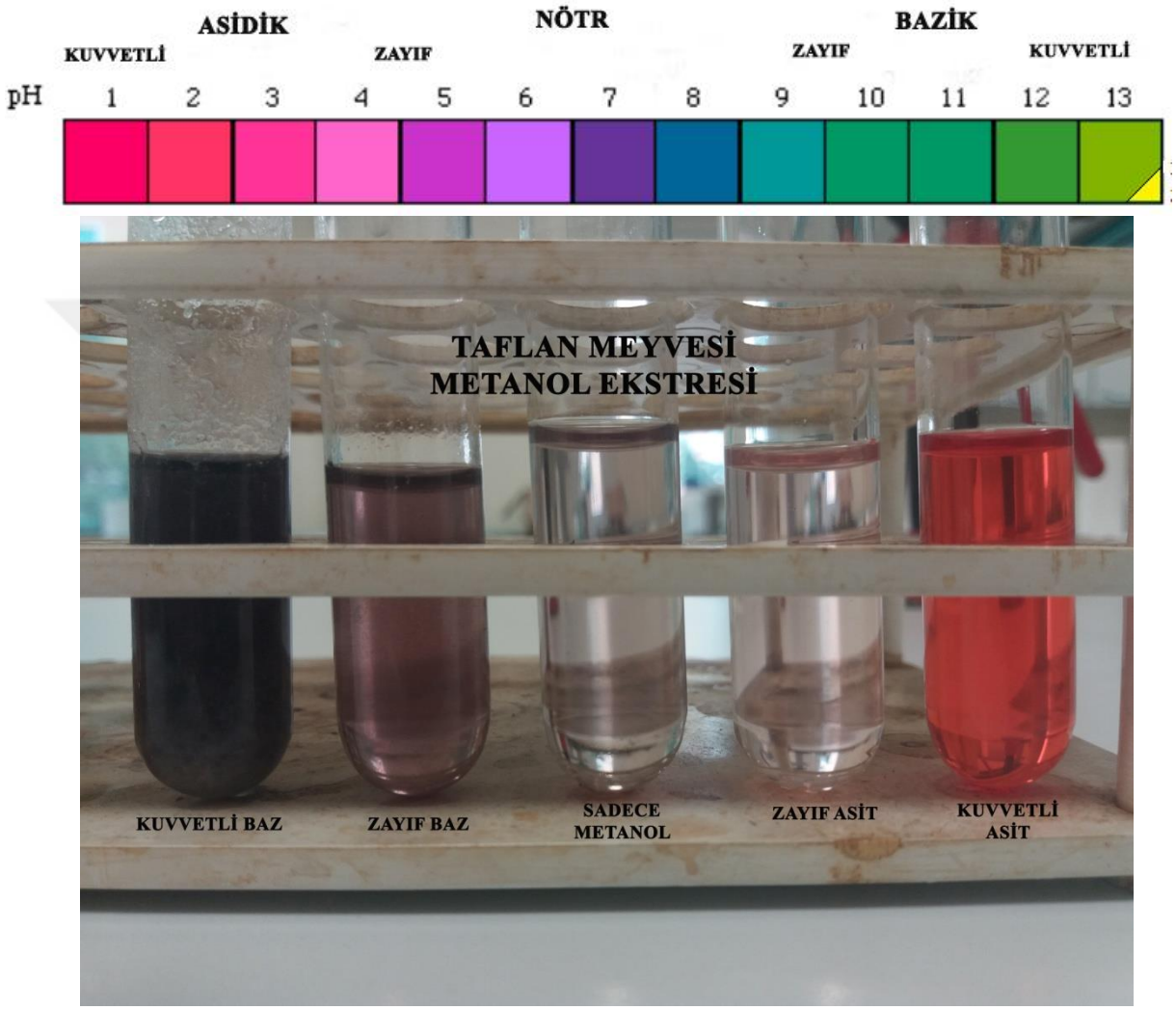
katekol grubu taşıyan herhangi aromatik halkanın nitrasyonuna dayanmaktadır (Pękal ve Pyrzynska, 2014).



Şekil 2.49: Toplam Flavonoid Tayininde Oluşan Reaksiyonlar (Zhu ve diğ., 2010)

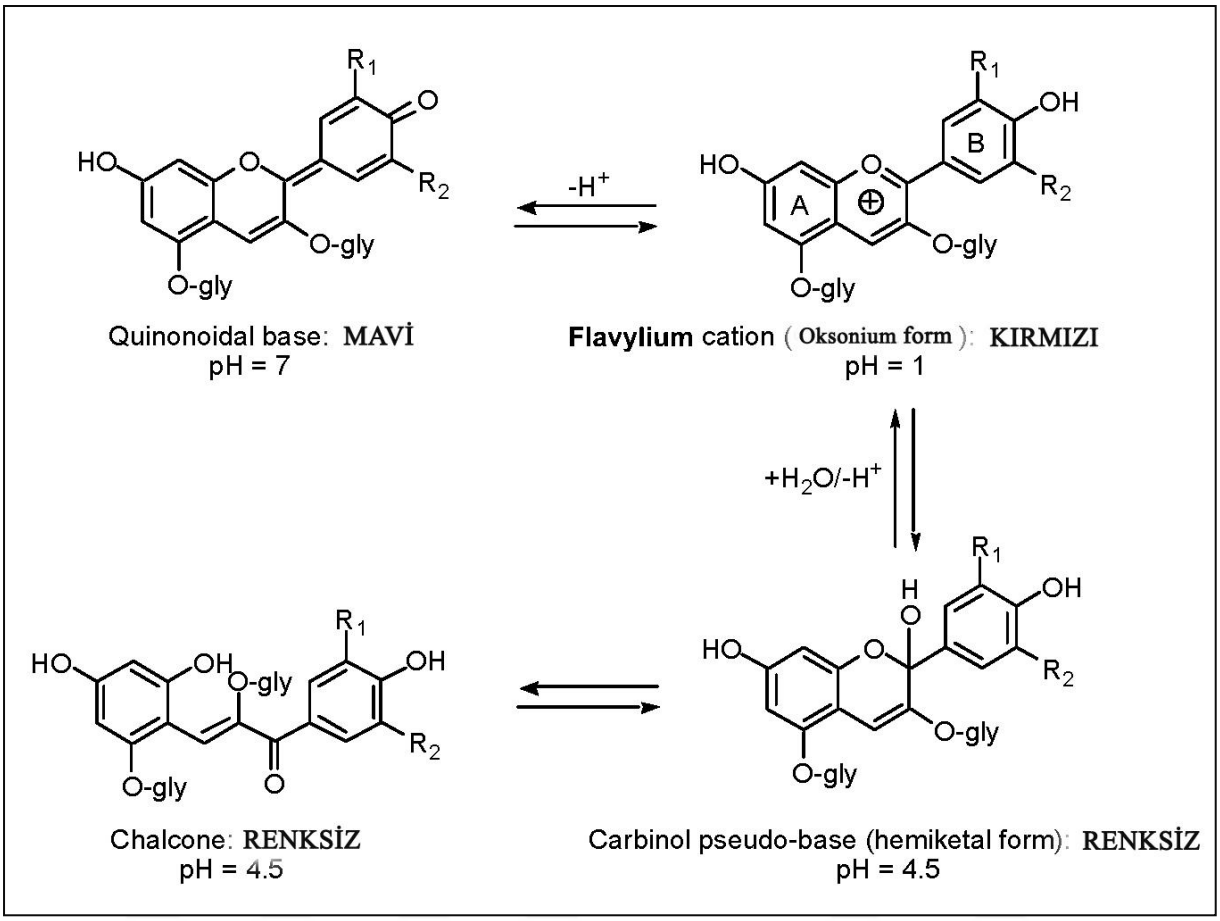
İlk aşamada test solüsyona sodyum nitrik eklenerek oluşan oksidasyon reaksiyonu sonucu nitröz asit ortaya çıkar. İkinci aşamada solüsyona eklenen $AlCl_3$, nitröz asidin nitrozilasyona uğramasına sebep olur ve yapısına Al molekülü eklenir. Son olarak solüsyona eklenen NaOH ortamın bazikleşmesini sağlayarak Al^{+3}'ün flavonoidlerle kırmızı renkte şelat oluşturmasını sağlar (Şekil 2.49). Oluşan bu yapı 510 nm'de en yüksek absorbansı vermektedir. Kalibrasyon eğrisinde genellikle kersetin kullanılmaktadır (Zhu ve diğ., 2010; Pękal ve Pyrzynska, 2014; Huang ve diğ., 2018).

2.6.3. Toplam Monomerik Antosiyanin Pigment Miktarı Tayini: Toplam monomerik antosiyanin pigment miktar tayini yöntemi, bitkinin yapısındaki antosiyaninlerin pH 1 ve pH 4,5 olan ortamlardaki yapısal değişikliklerine dayanmaktadır (Lee ve diğ., 2005).



Şekil 2.50: Taflan Meyvesinde (*Laurocerasus officinalis* M.Roem.) Bulunan Antosiyaninlerin Değişik pH Değerlerindeki Renk Değişimleri

Antosiyaninler sadece asidik koşullarda kararlı renk oluştururlar. Kuvvetli asidik ortamda flavium katyonları (oksonium form) rengin kırmızı olmasına yol açar (Şekil 2.50). pH'ın 4,5 olması antosiyaninlerin renksiz hemiketal formuna dönüşmesine sebep olur (Şekil 2.51). Ortamın pH değeri yükseldikçe antosiyaninlerin kararlı olmayan farklı yapıları ortaya çıkmaktadır (Ağçam ve Asiye, 2015; Keleş, 2015).

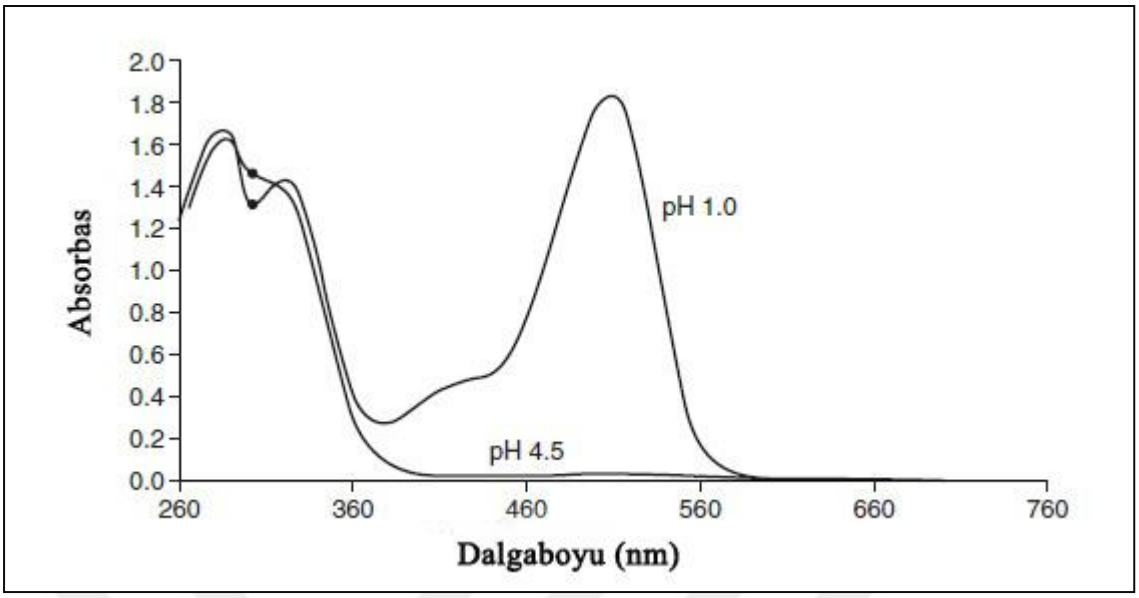


Şekil 2.51: Antosiyaninlerde Değişik pH Oranlarındaki Yapısal Değişiklikler (Lee ve diğ., 2005)

Antosiyaninler pH 1 ortamında ve 520 nm dalga boyunda en yüksek absorbansı verirler (Şekil 2.52). pH 4,5 ortamında ise renksizdirler. 520 nm dalga boyunda pH 1 ve 4,5 ortamlarında ölçülen absorbans değeri farkı antosiyanin miktarının ölçümü için kullanılmaktadır. Absorbans farkı şu şekilde bulunmaktadır;

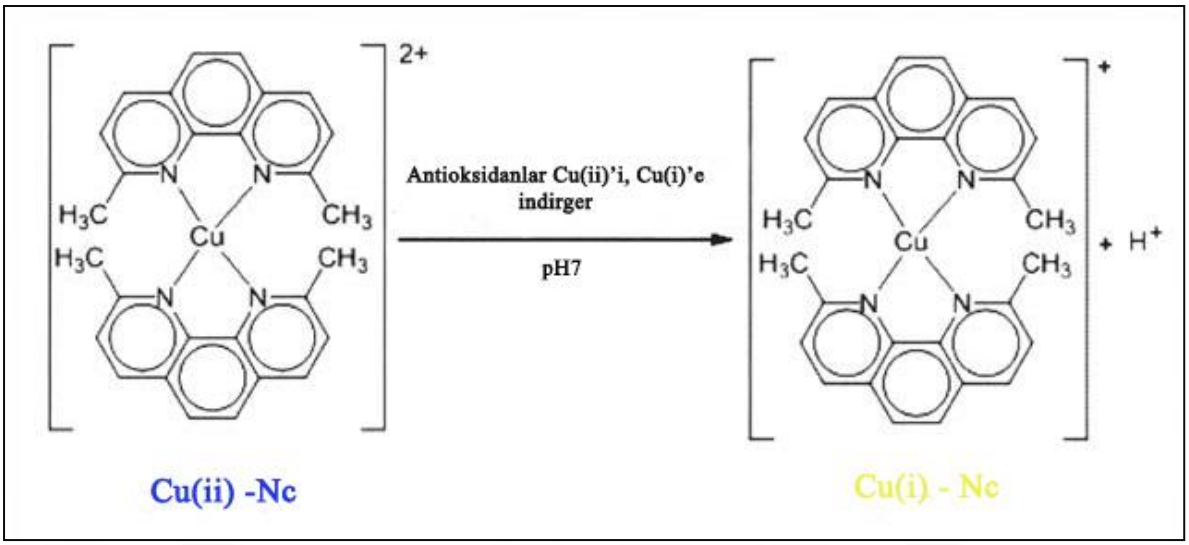
Abs.= $(A_{520nm} - A_{700nm})pH_1 - (A_{520nm} - A_{700nm})pH_{4,5}$.

Absorbans ölçümünde hazırlanan çözelti berrak olmalıdır. Bazı kollodial çözeltilerde ise süspansiyon oluşumu olabilmekte bu da ışığın dağılmasına ve bulanık bir yapının oluşmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple formülde bu durumu belirlemek için 700 nm gibi numunenin absorbans veremeyen bir dalga boyunda ölçümü yapılmaktadır. Kalibrasyon eğrisinin belirlenmesi için genellikle siyanidin-3-glikozit kullanılır (Giusti ve Wrolstad, 2001).



Şekil 2.52: Antosiyaninlerde pH 1 ve 4,5 Ortamındaki Absorbans Değerleri (Giusti ve Wrolstad, 2001)

2.6.4. CUPRAC: Kısaca Cuprac (Cupric Reducing Antioxidant Capacity) olarak bilinen bu antioksidan tayin yöntemi Apak ve diğ. (2004) tarafından dünya literatürüne kazandırılmıştır. Yöntemin temeli, prosedürde uygulanan bakırın antioksidanlarla etkileşime geçtiğinde indirgenmesine dayanmaktadır. Prosedürde belirtilen oranda hazırlanan Bakır (II) klorür, alkolde hazırlanmış neokuprain ile karıştırılarak bir kelat yapısı oluşur. Neocuprain hazırlanmasında alkol kullanılmasının amacı neokuprain kimyasalının polar sıvılarda çözülememesidir. Neocuprain kullanılmasının sebebi; Cu(II)-Neokuprain kelatının, sırf Cu(II) kimyasalına göre antioksidanları daha hızlı ve etkili biçimde oksitleyebilmesidir. Reaksiyon pH 7 ortamında gerçekleşmektedir. Bu da amonyum asetat tampon çözeltisiyle sağlanmaktadır. Reaksiyon sonucunda Cu(II), Cu(I)'e indirgenir ve bunun sonucunda mavi renkten sarı renge dönen yapı 450 nm'de en yüksek absorbans değerini vermektedir (Şekil 2.53). Kalibrasyon eğrisi için çoğunlukla standart troloks kimyasalı kullanılmaktadır (Özyürek ve diğ., 2011a).

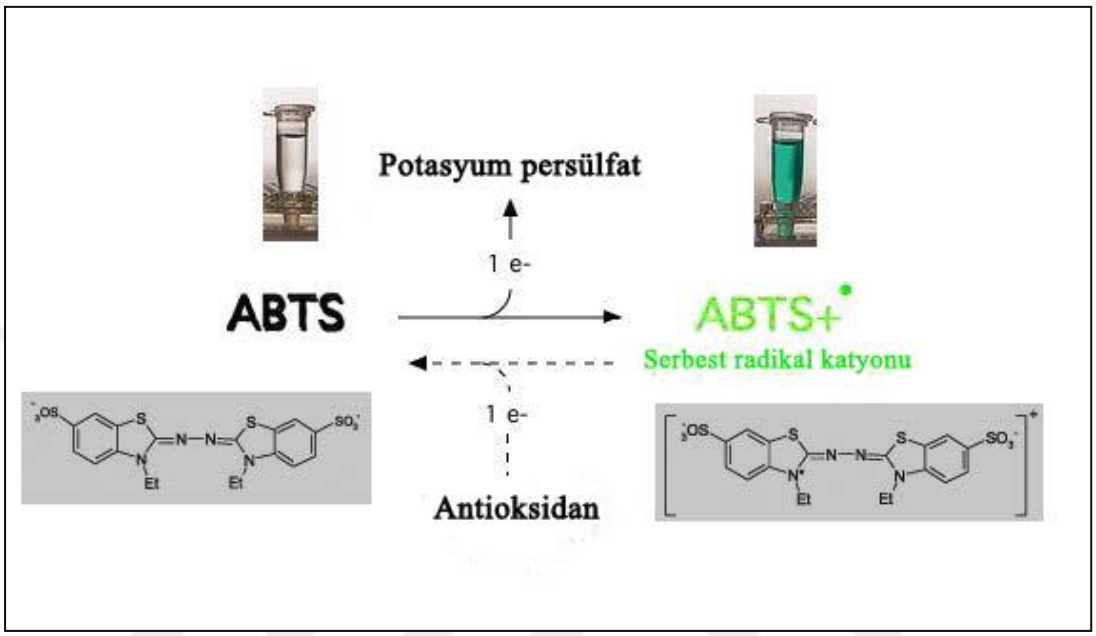


Şekil 2.53: CUPRAC Reaksiyonu (Özyürek ve diğ., 2011b)

CUPRAC yöntemi avantajları; ABTS, DPPS gibi yöntemlere göre daha kararlıdır. Redoks reaksiyonu sonucu ortaya çıkan Cu(II)-Nc şelatı hava, gün ışığı, nem ve pH gibi dış etkenlerden olumsuz etkilenmez. Bu yöntemle tiyol tipi antioksidanların ölçümü yeterince hızlıyken, FRAP antioksidan ölçüm yönteminde glutatyon gibi tiyol tipi antioksidanlar ölçülememektedir. Reaksiyon süresi 50°C inkübasyonla kısa sürede tamamlanabilir. Bu yöntemle eş zamanlı olarak hidrofilik antioksidanları ölçtüğü gibi lipofilik antioksidanlarda ölçülebilir. CUPRAC yönteminin dezavantajları; reaksiyon zamanının belirlenmesinde sıkıntı vardır. Gallik asit, askorbik asit, kersetin gibi antioksidanlarla reaksiyon birkaç dakika içinde tamamlanırken daha kompleks antioksidanlarda bu süre 30-60 dakikaya çıkmaktadır. Ferulik ve p-kumarik asitlerin izole edilmiş hidrokarbon çift bağları Cu(II)-Nc ile reaksiyona giremezler (Ou ve diğ., 2001; Apak ve diğ., 2004; Prior ve diğ., 2005; Buyuktuncel, 2013).

2.6.5. ABTS: TEAC (Troloks Equivalent Antioxidant Capacity) ismiyle de bilinen bu yöntem ilk olarak Miller ve diğ. (1993) tarafından yayınlanmıştır. Bu yöntem, ABTS varlığında metmiyoglobin ile hidrojen peroksidin etkileşime geçerek radikal katyonu oluşturması temeline dayanmaktaydı. Daha sonra bu yöntem Re ve diğ. (1999) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemde ABTS [2,29-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)], potasyum persülfat ile tepkimeye girerek oksidasyona uğrar. Bu reaksiyon sonucunda yeşil renkli radikal katyonu oluşur. Oluşan bu radikal, antioksidan ile tepkimeye girdiğinde indirgenir ve renk açılır. Yöntemin temeli bu renk açılımının spektrofometrik olarak ölçülerek

antioksidan miktarının belirlenme dayanmaktadır (Şekil 2.54). Ortaya çıkan yapı 734 nm'de en yüksek absorbansı vermektedir (Sekher Pannala ve diğ., 2001; Buyuktuncel, 2013; Boligon ve diğ., 2014).

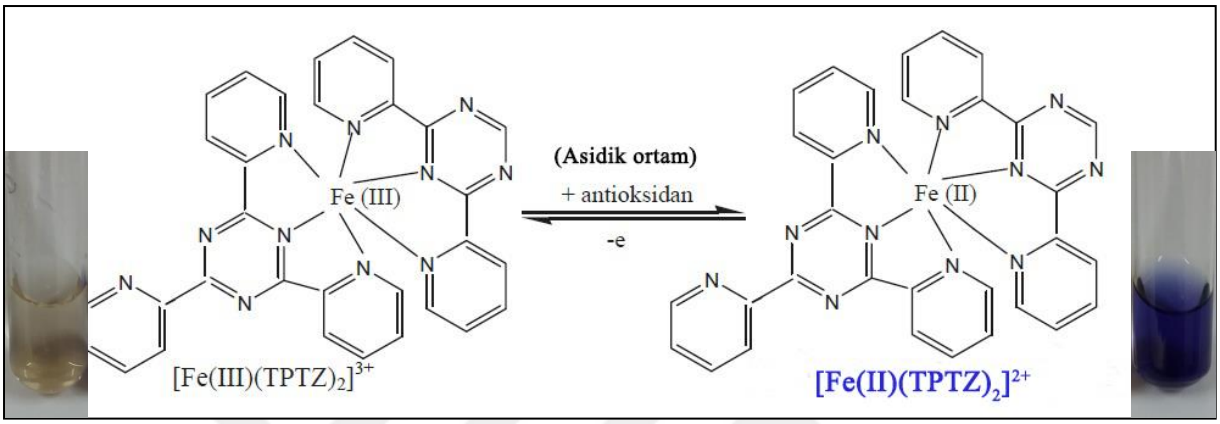


Şekil 2.54: ABTS Reaksiyonu (Boligon ve diğ., 2014)

ABTS yönteminin avantajları; yöntemin kolay olması sebebiyle pek çok laboratuvarda antioksidan ölçüm çalışmalarında kullanılabilir. $ABTS^+$ radikali geniş bir pH aralığında stabil kalabilir. Lipofilik ve hidrofilik antioksidanlarla çalışma olanağı sağlar. Düşük redoks potansiyeli sebebiyle, fenolik antioksidanlarla reaksiyona girebilir. En büyük dezavantajı, bazı antioksidanların reaksiyona girmesi uzun zaman alabilir. Bu sebeple 6 dakika sonunda yapılan ölçümler olması gerekenden düşük değerler verebilmektedir (Lemanska ve diğ., 2001; Osman ve diğ., 2006; Buyuktuncel, 2013; Boligon ve diğ., 2014).

2.6.6. FRAP: Benzie ve Strain (1996) tarafından geliştirilen FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) yöntemi demirin indirgenmesine dayanan bir antioksidan ölçüm metodudur. Yöntemde Fe(III) molekülü TPTZ (2,4,6-tripyridyl-S-triazine) ile asidik ortamda (pH 3,6) bir şelat oluşturur. Ortamın asidik olmasının sebebi demirin çözünürlüğünü sağlayarak reaksiyonun gerçekleşmesidir. Fe(III)-TPTZ şelatı antioksidan ile reaksiyona girdiğinde Fe(III) indirgenerek Fe(II)'ye dönüşür. Bu indirgenme sonucunda ortaya çıkan demir iyonları

TPTZ'ye bağlanarak reaksiyon sonunda ortaya çıkan yapının mavi renge dönmesi sağlar (Şekil 2.55). Ortaya çıkan bu yapı 595 nm dalga boyunda en yüksek absorbansı vermektedir. Kalibrasyon eğrisini belirlemek için $FeSO_4$, troloks ya da askorbik asit gibi antioksidanlar kullanılabilir (Celik ve diğ., 2010; Klepo ve diğ., 2016).



Şekil 2.55: FRAP Reaksiyonu (Buyuktuncel, 2013)

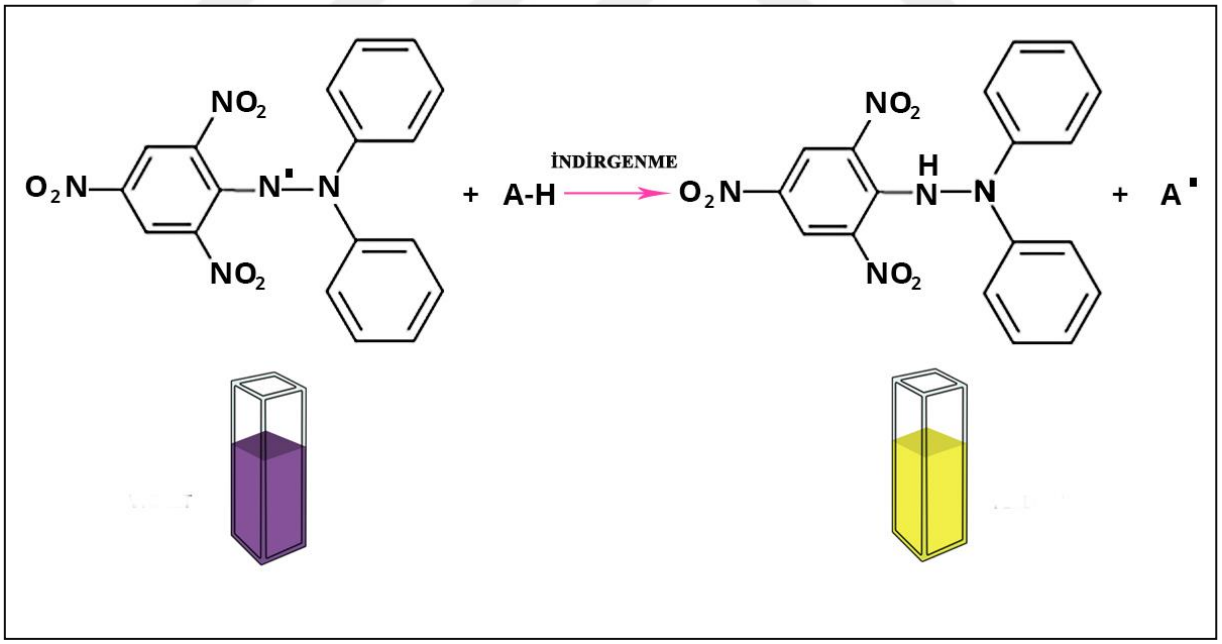
FRAP yöntemini en büyük avantajı basitliği, hızı ve ucuzluğudur. Lipofilik ve hidrofilik antioksidanlarla çalışılabilir. Mikroplakaya adapta edilebilen bir yöntemdir. Dezavantajları glutatyon gibi antioksidanlar bu yöntemle ölçülemezler. Yöntemin geliştirilme amacı plazmanın antioksidan kapasitesini ölçmekken, bitkisel materyallerde kullanılmaktadır. Reaksiyonun fizyolojik olmayan pH ortamda gerçekleşmektedir. Reaksiyonun tamamlanması için gereken süre beklenenden fazla olabilmektedir (Pulido ve diğ., 2000; Ou ve diğ., 2001; Pérez-Jiménez ve diğ., 2008; Buyuktuncel, 2013; Boligon ve diğ., 2014).

2.6.7. CERAC: Ozyurt ve diğ. (2007) tarafından geliştirilen CERAC (Ceric Reducing Antioxidant Capacity) yöntemi Ce(IV)'ün indirgenmesine dayanmaktadır. Sülfürik asitli ortamda Ce(IV) antioksidanla reaksiyona girdiğinde indirgenir ve Ce(III) formuna dönüşür. Sülfürik asit amacı hem seryum sülfatın çözünmesini sağlama hem hazırlanan solüsyonun stabilitesini korumaktır. Reaksiyon tamamlandığında oluşan yapı 320 nm'de en yüksek absorbansı vermektedir (Ozyurt ve diğ., 2011). CERAC uygulaması kolay, ucuz bir antioksidan ölçüm metodu olması rağmen en büyük sorunu sadece antioksidanlarla değil aynı zamanda sitrik asit ve basit şekerlerle de reaksiyona girmesidir. Bu sebeple bu yöntem Ozyurt ve diğ. (2010) tarafından modifiye edilmiştir. Modifiye yöntemde ortama sodyum sülfat

eklenerek, H_2SO_4–Na_2SO_4 ortamında oluşan yapının seçiciliği arttırılmış, böylece basit şeker ve sitrik asitle tepkimeye girmesinin engellenmesi sağlanmıştır.

2.6.8. DPPH: DPPH yöntemi Blois (1958) tarafından geliştirilen, serbest bir radikal olan 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, $C_{18}H_{12}N_5O_6$, M_A=394,33) kullanılarak bitkilerin antioksidan aktivitesinin ölçülmesini sağlayan bir antioksidan ölçüm metodudur. DPPH kimyasalı piyasada hazır olarak bulunabilmekte ve ABTS radikali gibi deneyden önce hazırlanmasına gerek yoktur (Contreras-Guzman ve Strong, 1982; Prior ve diğ., 2005).

Yöntemin temeli DPPH radikalinin indirgenmesine dayanmaktadır. Metanol çözeltisinde hazırlanan DPPH kimyasalı mor renktedir. Bu çözelti antioksidan ile tepkimeye girdiğinde DPPH radikalinde bulunan azot atomu, antioksidan çözeltisinden gelen hidrojen atomu ile eşleşerek indirgenir (Şekil 2.56). İndirgenme sonucunda mor olan çözeltinin rengi açılarak antioksidanın indirgeme kuvvetine göre sarıya ve tonlarına döner (Kedare ve Singh, 2011).



Şekil 2.56: DPPH Reaksiyonu[12]

Reaksiyon sonucunda oluşan yapı 517 nm'de ölçülerek, radikal süpürülme yüzdesi aşağıdaki hesaplanmaktadır;

[12] http://chimactiv.agroparistech.fr/en/aliments/antioxydant-dpph/principe. Erişim tarihi: 12.05.2019

%DPPH=[(Ölçülen $_{\text{Kör Absorbası}}$ – Ölçülen $_{\text{Örnek Absorbans}}$)/Ölçülen $_{\text{Kör Absorbansı}}$] x 100

DPPH yöntemi kolay, çabuk ve tekrar edilebilirliği yüksek bir antioksidan ölçüm metodudur (Pérez-Jiménez ve diğ., 2008). Bunlara karşın; ışık, asidik pH ve oksijenden olumsuz etkilenmektedir. DPPH'in 517 nm'de ki absorbansı 120 dk ışık altında kaldığında %20-30 oranında azalmaktadır. DPPH radikali organik solvanlarda çözülebildiği için hidrofilik antioksidanların ölçülmesinde sorun yaratabilmektedir. Proteinler alkolik ortamda çökme yaptığı için plasmaların ölçümünde kullanışlı değildir (Arnao, 2000; Ozcelik ve diğ., 2003; Kedare ve Singh, 2011).

2.7. KİRAZLA YAPILMIŞ FİTOKİMYASAL ÇALIŞMALARIN LİTERATÜR ÖZETLERİ

Prvulovic ve diğ. (2011), Sırbistan'da 17 kiraz çeşidinin yaprak saplarını kurutularak toplam polifenol, tanen, flavonoid ve antioksidan kapasitelerini araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, polifenol miktarları 12,96-31,85 mg gallik asit/g, tanen miktarı 6,18-9,77 mg gallik asit/g, toplam flavonoid miktarı 0,44-1,94 mg rutin/g arasında bulunmuştur. Antioksidan belirleme yöntemi olarak da DPPH kullanılmış ve sonuç olarak, % 29,88-86,94 arası radikal indirgeme oranı elde edildiğini belirtmişlerdir (Prvulovic ve diğ., 2011).

Göksel ve Aksoy (2014), 0900 Ziraat, Regina ve Sweetheart kiraz çeşitleri üzerinde yaptığı çalışma sonucunda meyvede toplam fenolik madde (79,87 mg gallik asit/100 g) ve antioksidan (520,46 µmol troloks/100 g) içeriğinde en yüksek oranı Regina çeşidinin verdiğini, antosiyanin içeriğinde ise en yüksek oranı 0900 Ziraat çeşidinin (215 mg siyanidin-3-rutinosit/100 mg) verdiğini belirtmiştir.

Usenik ve diğ. (2008), 13 kiraz çeşidinde şeker, organik asit, toplam fenolik ve antioksidan içeriklerini HPLC cihazı sonuçlarına göre karşılaştırmıştır. Şeker içeriğinin 125-265 g/kg taze ağırlık, organik asit miktarının (malik asit, fumarik asit, sikimik asit ve sitrik asit) 3,67-8,66 g/kg taze ağırlık, total fenolik içeriğinin 44,3-87,9 mg gallik asit eşdeğeri/100 g taze ağırlık, DPPH prosedürüne göre yapılan antioksidan içeriğinin ise 8-17,2 mg askorbik asit eşdeğeri/100 g taze ağırlık değerleri arasında çıktığını belirtmiştir.

Romanya'da yapılan bir çalışmada, o bölgeye özgü 12 kiraz çeşidi üzerinde toplam fenol ve antioksidan çalışması yapılmıştır. Tür ismi belirtilmeden yapılan bu çalışmada toplam fenol içerikleri 0,7-4,58 µM gallik asit/100 g arasında, antioksidan sonuçları da CUPRAC prosedürüne göre 0,9-5,2 µM troloks/100 g arasında bulunduğunu tespit etmişlerdir (Popescu ve diğ., 2014).

Bazı gıdaların (Tablo 2.3) fenolik içerikleri üzerine yapılan bir çalışmada, kirazın kateşin cinsinden fenolik madde miktarı 1.054 ± 270 mg/kg bulunmuştur (El, 2008).

Tablo 2.3: Bazı Gıdalarda Toplam Fenolik Madde İçeriği

Sıvı gıdalar	TOPLAM FENOLİK MADDE mg kateşin/L	Sıvı gıdalar	TOPLAM FENOLİK MADDE mg kateşin/L	Katı Gıdalar	TOPLAM FENOLİK MADDE mg kateşin/kg	Katı Gıdalar	TOPLAM FENOLİK MADDE mg kateşin/kg
Siyah çay	1492± 191	Bögürtlen çayı	340±3	Kuru siyah erik	3679 ± 566	Kırmızıbiber salçası	1476 ± 408
Yesil çay	4070±38	Relaks çay	860±5	Siyah üzüm	2206 ± 612	Kırmızıbiber tursusu	901 ± 243
Türk kahvesi	2389± 350	Isırgan otu	Saptanamadı	Beyaz üzüm	1580 ± 371	Acı süs biberi	2814±445
Hazır kahve	1242± 148	Kırmızı sarap	2003± 66	Kuru beyaz üzüm	3994 ± 576	Tatlı yesilbiber	1302±348
Ihlamur	68± 19	Beyaz sarap	280 ±69	Üzüm pekmezi	4162 ± 490	Roka	1726±235
Adaçayı	291± 69	Kolalı mesrubat	834 ±178	Kayısı	735 ± 224	Havuç	628±80
Nane çayı	3750±30	Salgam suyu	772±119	Kuru kayısı	3075 ± 345	Mor havuç	3051±586
Kekik çayı	1510±10	Kayısı nektarı	736 ±151	Kiraz	1054 ± 270	Lahana	291±71
Pelin otu çayı	570± 10	Portakal nektarı	692±19	Nar	2046±853	Kırmızı lahana	1431±319
Hibisküs çiçegi	170±0	Visne suyu	797±34	Isırgan otu	1254 ± 221	Kestane	1483±93
Zeytin yapragı	70±0	Rakı	Saptanamadı	Kırmızıbiber	2039 ± 332	Ceviz	7052±1095
				Siyah erik	1435 ± 406	Tarhana	3717 ± 328

Skrzyński ve diğ. (2016), aralarında Regina'nın da olduğu 14 kiraz çeşidi üzerinde fitokimyasal çalışmalar yapmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre toplam antosiyanin miktarı 1,5-108,5 mg siyanidin-3-glikozit/100 g taze ağırlık, toplam fenol miktarı 101,1-557,6 mg klorojenik asit/100 g taze ağırlık, flavonoid miktarı 7,9-49,1 mg kersetin/100 g taze ağırlık olarak bulunmuştur. DPPH prosedürüne göre yapılmış antioksidan oranını 5 dk beklemeden sonra %10-%74, ABTS prosedürüne göre yapılan antioksidan oranını ise 5 dk beklemeden sonra %18-%70 arasında bulmuştur. Regina çeşidi ise bu çalışmada, antosiyanin miktarında 60 mg siyanidin-3-glikozit/100 g taze ağırlık, toplam fenol miktarında 237,66 mg klorojenik asit/100 g taze ağırlık, flavonoid miktarı olarak ise 19,51 mg kersetin/100 g taze ağırlık

değerleri vermiştir. Antioksidan kapasitesi olarak da DPPH prosedüründe %33, ABTS prosedüründe ise %31 radikal süpürme oranı vermiştir.

Martini ve diğ. (2017), 6 kiraz türünde sıvı kromatografi elektrosprey iyonizasyon iyon kapanı kütle spektrometresi (LC-ESI-IT-MS) ile yapılarındaki kimyasallarının oranlarını incelemiştir. Çalışmanın sonucuna göre kiraz çeşitlerinin yapılarında çoğunlukla hidroksisinnamik asit ve flavanol türevleri bulunurken, renklerine göre antosiyanin miktarı ise farklılık göstermektedir. Flavanol grubu arasında en yüksek oranı epikateşin verirken, antosiyaninler arasında ise en yüksek oranın siyanidin-3-rutinosit olduğu belirtilmiştir.

Gundogdu ve Bilge (2012), 4 farklı kiraz türünün yaş meyvesinde HPLC yöntemiyle yapılarındaki maddelerin oranlarını incelemişlerdir. Tablo 2.4'de gösterilen sonuçlar şu şekildedir:

Tablo 2.4: Yaş Kiraz Meyvelerinin Yapısındaki Maddelerin Miktarları

	Rutin (mg/100gr)	Quercetin (mg/100gr)	Vitamin C (mg/100gr)	Gallic acid (mg/100g)	Catechin (mg/100gr)	Chlorogenic acid (mg/100gr)	Caffeic acid (mg/100gr)	Ferulic acid (mg/100gr)
0900 Ziraat	5.45± 0.30	8.46± 0.45	6.94 ±0.06	95.51±0.49	2.42±0.45	1.14±0.20	29.02±0.23	20.9 ± 0.07
Beyrudi	6.33± 0.16	14.32± 0.28	6.01 ±0.02	67.64 ±0.99	1.76±0.18	1.50±0.01	9.73±0.20	15.24 ± 0.08
Kısa sap	26.76± 0.32	10.90± 0.14	11.44±0.11	50.33 ±0.74	1.87±0.35	0.98±0.04	12.40±0.39	13.42 ± 0.21
Uzun Sap	11.42± 0.25	8.58± 0.21	10.87 ±0.08	42.33 ±0.60	5.02±0.41	1.59±0.08	11.51±0.31	13.85 ± 0.09
	Glucose (g/kg)	Sucrose (g/kg)	Vanillic (mg/100gr)	Protocatechuic acid (mg/100gr)	Malic acid (gr/kg)	Succinic acid (g/kg)	Fumaric acid (mg/kg)	Fructose (gr/kg)
0900 Ziraat	119.84 ±0.35	7.60 ±0.04	20.33± 0.21	1.26± 0.25	10.92 ± 0.05	3.69 ± 0.16	2.51 ± 0.05	50.47 ±0.21
Beyrudi	151.91 ±0.10	3.17 ±0.04	32.49± 0.67	3.53± 0.20	11.10 ± 0.05	6.43 ± 0.09	3.63 ± 0.06	61.44 ±0.11
Kısa sap	215.90 ±0.95	1.73 ±0.01	17.06± 0.12	3.99± 0.11	13.91 ± 0.02	6.16 ± 0.02	2.04 ± 0.03	25.24 ±0.16
Uzun Sap	173.99 ±0.54	4.29 ±0.05	28.85± 0.19	5.32± 0.25	9.52 ± 0.02	7.89 ± 0.33	1.82 ± 0.01	58.70 ±0.26

Hayaloglu ve Demir (2015), aralarında 0900 Ziraat çeşidinin de olduğu 12 kiraz meyvesinde toplam fenol, antosiyanin ve antioksidan (ABTS, FRAP ve DPPH) özelliklerini incelemiştir. Sonuçlara göre 0900 Ziraat toplam fenol oranında 69,72 mg gallik asit/100 g taze ağırlık, antosiyanin oranında 24,56 mg siyanidin-3-O-rutinosit/100 g yaş ağırlık, antioksidan aktivite kapasitesi olarak ABTS deneyinde 5,44 mg, FRAP deneyinde 0,65 mg, DPPH deneyinde ise 5,52 mg troloks/100 g yaş ağırlık oranlarını vermiştir. Diğer çeşitlerin sonuçları tablo 2.58'de gösterilmiştir.

Tablo 2.5: Kiraz Meylerinin Toplam Fenol, Antosiyanin ve Antioksidan Sonuçları (mg/100 g)

	TOPLAM FENOL	TOPLAM ANTOSİYANİN	ABTS	FRAP	DPPH
Belge	115.41 ± 7.98	29.09 ± 1	5.28 ± 0.06	1.03 ± 0.14	6.02 ± 0.16
Bing	91.92 ± 18.56	26.33 ± 1.39	6.06 ± 0.02	0.44 ± 0.08	4.66 ± 0.05
Dalbasti	67.52 ± 7.94	20.37 ± 0.87	6.15 ± 0.04	0.97 ± 0.28	4.50 ± 0.10
D. di Cesena	78.92 ± 9.18	17.35 ± 0.83	5.90 ± 0.03	1.61 ± 0.12	5.78 ± 0.11
Lambert	83.64 ± 9.98	15.40 ± 0.75	6.14 ± 0.01	0.74 ± 0.05	5.38 ± 0.14
Merton Late	79.32 ± 6.39	26.17 ± 1.86	5.66 ± 0.01	0.63 ± 0.10	5.14 ± 0.21
Starks Gold	64.37 ± 3.90	0.61 ± 0.09	4.49 ± 0.04	0.62 ± 0.06	4.82 ± 0.22
Summit	62.16 ± 7.57	22.76 ± 0.75	5.57 ± 0.01	0.62 ± 0.08	4.77 ± 0.55
Sweetheart	64.31 ± 12.32	19.30 ± 0.59	4.92 ± 0.04	0.68 ± 0.07	5.19 ± 0.17
Van	58.31 ± 10.56	23.16 ± 0.42	5.90 ± 0.02	0.64 ± 0.04	5.30 ± 0.25
Vista	61.12 ± 3.57	14.84 ± 0.76	6.08 ± 0.04	1.06 ± 0.18	5.30 ± 0.38
0900 Ziraat	69.72 ± 9.97	24.56 ± 1.20	5.44 ± 0.04	0.65 ± 0.14	5.52 ± 0.26

Deniz (2016), yaptığı çalışmada *Cerasus mahaleb* (L.) Mill üzerine aşılı 12 kiraz çeşidinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre en yüksek toplam fenol oranı veren çeşit 95,8 mg/100 g ile Napolyon olurken, FRAP deneyine göre tespit edilen toplam antioksidan oranında ise en yüksek miktarı 15,19 µM/g ile Early Burlat vermiştir.

Chaovanalikit ve Wrolstad (2004), bir vişne ve üç kiraz çeşidi üzerine yaptığı çalışmada kiraz çeşitlerinden Royal Ann (Napolyon Kirazı) yenilebilir kısmının 2,29 mg/g gallik asit cinsinden toplam fenol oranı verdiği, Bing çeşidinin de FRAP antioksidan deneyinde yenilebilir kısmının 15,90 µM/g troloks cinsinden toplam antioksidan değeri verdiğini belirtmiştir.

Kelebek ve Selli (2011), 4 kiraz çeşidinin meyvesinde HPLC yöntemiyle yapılarındaki şeker, organik asit ve bazı fenolik birleşiklerin (Tablo 2.59) oranına bakmışlar, aynı zamanda bu dört çeşidin ABTS ve DPPH yöntemleriyle antioksidan kapasitelerini karşılaştırmışlardır. Sonuçlara göre 0900 Ziraat çeşidinde en yüksek şeker oranı glukoz (48,31 g/kg), en yüksek oragaik asitin ise malik asitin (9,91 g/kg) olduğu belirtilmiştir. Yapısındaki maddeler incelendiğinde ise yüksek oranda siyanidin-3-rutinosit (117,28 mg/100 g) olduğu

görülmüştür. Antioksidan kapasitesi olarakta ABTS prosedüründe 6,15 µM, DPPH prosedüründe ise 3,56 µM troloks/g yaş ağıklık oranlarını vermiştir.

Tablo 2.6: Kiraz Meyvelerinin Yapısında ki Bazı Maddelerin Oranları (mg/100gr yaş ağırlık)

	Van	**Noir de Guben**	**Larian**	**0900 Ziraat**
Hydroxycinnamic acids				
Neochlorogenic acid	17.31 ± 0.16	40.85 ± 2.68	57.89 ± 0.77	23.69 ± 0.56
p-Coumaroylquinic	4.15 ± 0.25	24.65 ± 1.96	26.60 ± 1.42	13.72 ± 0.44
Chlorogenic acid	5.77 ± 0.06	6.17 ± 0.15	8.73 ± 0.64	4.33 ± 0.15
Toplam	27.23d	71.67	93.22	41.74
Anthocyanins				
Cyanidin 3-glucoside	1.51 ± 0.01	10.61 ± 0.53	4.81 ± 0.03	7.92 ± 0.03
Cyanidin 3-rutinoside	43.57 ± 0.29	128.85 ± 1.43	65.18 ± 3.22	117.28 ± 3.81
Peonidin 3-glucoside	0.63 ± 0.01	0.16 ± 0.00	0.22 ± 0.05	0.29 ± 0.11
Pelargonidin 3-rutinoside	0.19 ± 0.00	0.55 ± 0.01	0.75 ± 0.19	1.00 ± 0.36
Peonidin 3-rutinoside	1.20 ± 0.03	2.46 ± 0.07	1.23 ± 0.01	2.03 ± 0.01
Toplam	47.10	142.64	72.19	128.51
Flavan-3-ols				
Catechin	4.51 ± 0.19	9.03 ± 0.06	7.18 ± 0.07	2.92 ± 0.12
Epicatechin	6.33 ± 0.29	10.34 ± 0.11	14.84 ± 0.45	9.95 ± 0.06
Total	10.84	19.37	22.01	12.87
Flavonol				
Rutin	3.55 ± 0.09	5.87 ± 0.12a	4.55 ± 0.09c	5.05 ± 0.09
Toplam	88.72	239.54	191.98	188.18

Elez Garofulić ve diğ. (2013), vişnede (*Cerasus vulgaris* var. Marasca) yaptığı çalışmada mikrodalga ekstraksiyon sisteminde antosiyanin ve fenolik asitlerin sonuçlarını yorumlamıştır. Buna göre farklı sıcaklık (50-70°C), zaman (5-12 dakika) ve güç (350-500W) değerlerinde ekstreler elde edilmiş ve buna göre düşük sıcaklık ve kısa sürenin antosiyanin verimini arttırdığı; fenolik asitlerin ise tam tersi yüksek sıcaklık ve uzun sürenin yüksek verim verdiğini belirtmiştir. Güç değişiminde ise herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

Kirazın genel fitokimyasal özelliklerinin anlattığı başka bir çalışmada, kirazın yapısında 5 antosiyanin olduğunu bunların 2 tanesinin (siyanidin-3-*O*-rutinosit ve siyanidin-3-*O*-glikozit) major, diğer üçünün ise (peonidin-3-*O*-rutinosit, pelargonidin-3-*O*-rutinosit ve peonidin-3-*O*-glikozit) ise minor olduğunu, ayrıca toplam fenol oranı açısından Güney Avrupa'nın (82–192

mg/100 gr), Kuzey Avrupa'ya (44,3–87,9 mg/100 gr) göre daha verimli çeşitlere sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu çalışmada kirazın yapısında temel 5 adet şeker olduğu (Glikoz, fruktoz, sorbitol, sukroz ve maltoz), bunlar arasında glikoz ve fruktozun kirazın toplam şeker miktarı içinde %90'lık orana sahip olduğunu belirtilmiştir (Chockchaisawasdee ve diğ., 2016; Serradilla ve diğ., 2016).

G. Leichtweis ve diğ. (2019), çakal eriği (*Prunus spinosa* L.) meyvesini ultrasonik destekli ekstraksiyon sistemiyle ekstre edip yapısındaki siyanidin-3-rutinosit and peonidin 3-rutinosit tipi antosiyanin miktarını HPLC sistemiyle belirleyerek optimum koşulları belirlemeye çalışmışlardır. Buna göre ultrasonik ekstraksiyon sistemi için en uygun koşulun 5 dk ve 500 W olduğunu belirtmişlerdir.

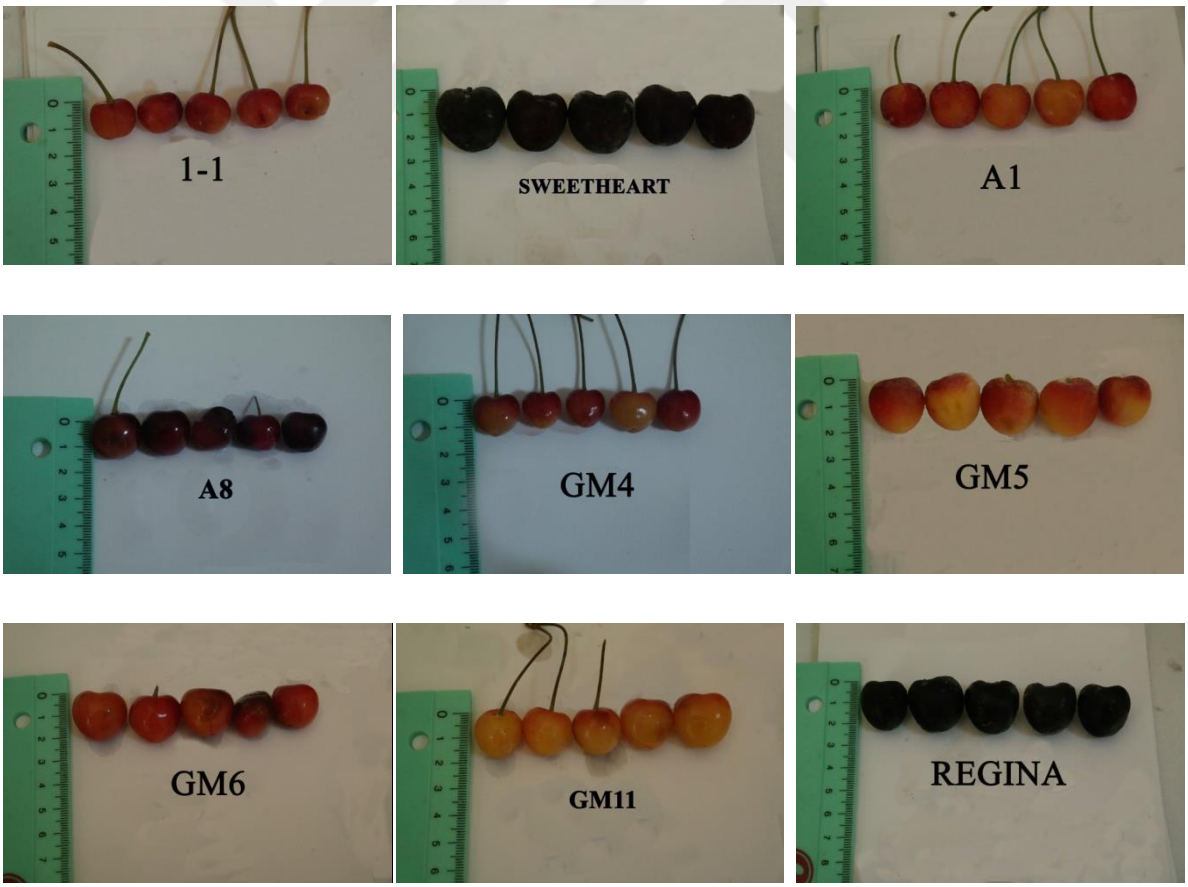
Lianfu ve Zelong (2008), mikrodalga ve ultrasonik ekstraksiyon sistemlerini karşılaştırmıştır. İki ekstraksiyon sisteminde domates meyvesi ekstresi elde edip bunda likopen miktarları analiz edilmiştir. Buna göre mikrodalga destekli ekstraksiyonun ultrasonik destekli ekstraksiyona göra daha verimli olduğunu ve bu ekstraksiyon sistemi için en uygun koşulun 98 W güç, 10,6/1 çözücü-bitki oranı ve 367 saniye ekstraksiyon süresi olduğunu belirtmişlerdir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

3.1.1. Bitkisel materyal

Giresun ve çevre bölgelerinden toplanıp, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (KTAE) deneme bahçesinde kültürü yapılmış kirazlar, 2018 yazında soğuk zincir ile getirilmiştir. Çalışılan kiraz meyveleri Mazzard anacı üzerine aşılı, 9 yaşındaki ağaçlardan toplanmış ve 13 faklı kiraz türüyle çalışılmıştır (Şekil 3.1). Deneyler başlayana kadar bitki örnekleri -20°C'de derin dondurucuda saklanmıştır.



Şekil 3.1: Çalışmada Kullanılan Kiraz Örnekleri

Şekil 3.1: Çalışmada Kullanılan Kiraz Örnekleri (Devam)

3.1.2. Kimyasallar ve Cihazlar

Tablo 3.1: Kullanılan Kimyasallar

KİMYASAL	MARKA	ÜRÜN KODU	KİMYASAL	MARKA	ÜRÜN KODU
Metanol	MERCK	1060072500	Troloks	SIGMA	238813
Hidroklorik asit	MERCK	1015140500	Gallik Asit	SIGMA	G7384
Folin Reaktifi	SIGMA	F9252	Kateşin Hidrat	SIGMA	C1251
Sodyum Hidroksit	SIGMA	6203	Siyanidin-3-sophorosit	SIGMA	42739
ABTS	SIGMA	10102946001	Klorojenik Asit	SIGMA	C3878
Potasyum Persulfat	SIGMA	216224	Rutin Hidrat	SIGMA	R5143
Seryum(IV) Sülfat	SIGMA	359009	Hiperozit	HWI	180585
Sülfürik Asit	MERCK	1007132500	Kafeik Asit	SIGMA	C0625
Bakır (II) Klorür	SIGMA	222011	Polietilen glikol 400	MERCK	8074851000
Amonyum Asetat	MERCK	1011151000	2-Aminoetil difenilborinat	SIGMA	42810
Neokuproin	SIGMA	N1501	Sodyum Nitrit	MERCK	1065441000
Demir (III) Klorür Hekzahidrat	GLENTHAM	GK2873	Alüminyum Klorür	SIGMA	237078
TPTZ	SIGMA	93285	Potasyum Klorür	SIGMA	12636
Sodyum Asetat	MERCK	1062680250	Sodyum Asetat	MERCK	1062680250
Asetik Asit	VWR	20104334	DPPH	SIGMA	D9132
Etil Asetat	SIGMA	27227	Formik Asit	SIGMA	27001
Diklorometan	MERCK	1060442500	Etanol	MERCK	1117272500

Tablo 3.2: Kullanılan Cihazlar

CİHAZ	MARKA- MODEL
Santrifüj Cihazı	SIGMA 3-30K
-80 Dondurucu	THERMO SCIENTİFİC 700 SERİSİ
Vorteks	FISONS WHIRLIMIXER
pH Metre	HANNA EDGE
Çalkalayıcı	N-BIOTEK NB-T101S
Ses Dalgası Destekli Ekstraksiyon Cihazı	SONICS VCX750
Saf Su Cihazı	ELGA PURELAB OPTİON
Sonikatör	KUDOS SK3310HP
Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Cihazı	ETHOS X
HPTLC Cihazı	CAMAG
LC/MS	AGILENT 6460
Hassas Terazi	OHAUS PA214C
Mikroplaka Okuyucu	Biotek Epoch
Buzdolabı	SAMSUNG

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Ekstraksiyon

%80'lik Metanol (%0,1 HCl içeren): 200 mL saf su üzerine toplamda %0,1 oranda HCl olacak şekilde, %30'luk hidroklorik asitten 3,33 mL eklenip, metanol ile 1 L'e tamamlanmıştır.

3.2.1.1. Geleneksel Ekstraksiyon Yöntemi İle Ekstrelerin Hazırlanması: Her kiraz meyvesi çekirdeklerinden ayrılıp, 2,5 g ± 0,01 tartılmıştır. Tartılan örnekler üzerine 40 mL %80'lik metanol çözeltisi eklenerek, homojenizatörde 10 saniye boyunca 735 rpm hızında parçalanmıştır. Hazırlanan örneklerin 1 saat boyunca 350 rpm hızında çalkalama işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Çalkalama bitince çözelti filtre kağıdından (Whatman No.40) süzülerek, kalan kalıntının üzerine tekrardan 40 mL çözücü eklenip 45 dakika çalkalayıcıda 350 rpm hızla çalkalanıp tekrar süzülmüştür.

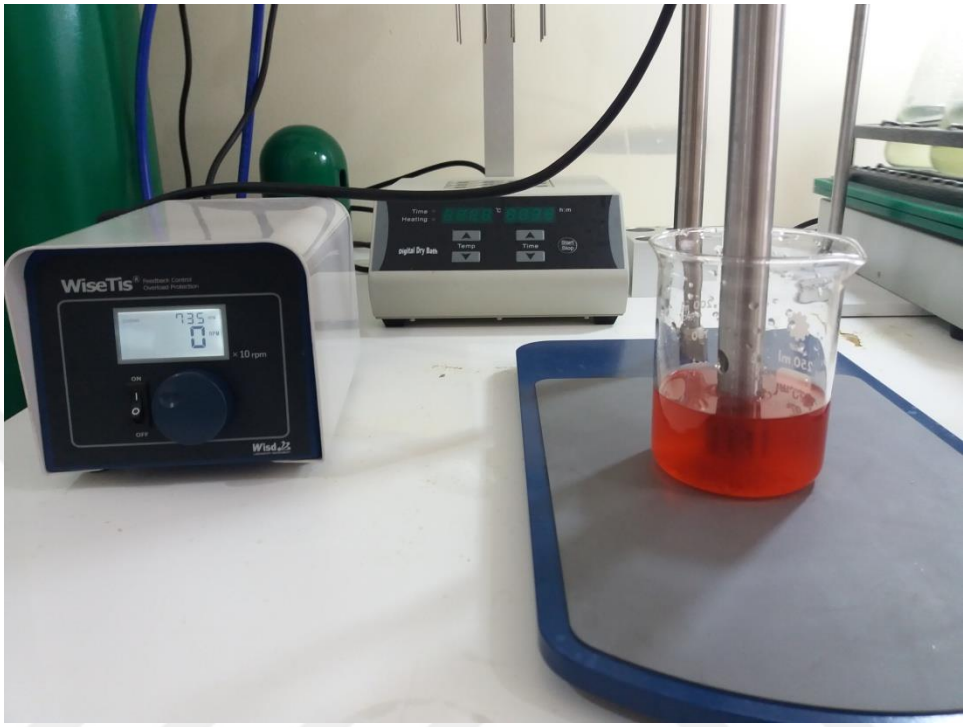
Şekil 3.2: Geleneksel Ekstraksiyon Yönteminde Kullanılan Çalkalayıcı

Son olarak kalıntının üzerine 20 mL çözücü eklenip 15 dakika, 350 rpm hızında çalkalandıktan sonra tekrar süzülüp, 3 süzülme sonunda toplam hacim çözücüyle 100 mL hacme tamamlanmıştır. Hazırlanan ekstre 100 mL hacimde ki amber şişelere aktarılıp -20°C'de saklanmıştır.

***3.2.1.2. Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Yöntemi İle Ekstrelerin Hazırlanması*:** Kiraz meyveleri çekirdeklerinden ayrılıp, 2,5 g ± 0,01 tartılmıştır. Tartılan örnekler üzerine 100 mL ekstraksiyon çözeltisinden bir miktar eklenip, homojenizatörde 10 saniye boyunca 735 rpm hızında parçalanmıştır. Parçalanan örneğin üzerine kalan çözücü eklenip, soğutma sistemine sahip çift boyunlu, dairesel tabanlı cam kaba konularak 4 dk boyunca, 200 watt gücünde mikrodalga ışınlarına maruz bırakılmıştır. Oda sıcaklığında soğutulan örnekler filtre kağıdından süzülüp, 100 mL hacimde amber şişelere aktarıldıktan sonra -20°C'de saklanmıştır.

3.2.1.3. Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Yöntemi İle Ekstrelerin Hazırlanması: Kiraz meyveleri önceki iki yöntemde olduğu gibi çekirdeklerinden ayrılıp, 2,5 g ± 0,01 tartılmıştır. Tartılan örnekler üzerine 100 mL ekstraksiyon çözeltisinden bir miktar eklenip, homojenizatörde 10 saniye boyunca, 735 rpm hızında parçalanmış (Şekil 3.3), sonrasında üzerine geri kalan çözücü eklenmiştir. Parçalanan örnekler behere konup %20 amptitude değerinde 5 dakika boyunca ekstraksiyonu sağlanmıştır. Oda sıcaklığında soğutulan örnekler,

filtre edilerek 100 mL hacimde amber şişelere aktarılmıştır. Hazırlanan ekstreler, -20°C soğukluğa sahip derin dondurucuda saklanmıştır.



Şekil 3.3: Homojenizatörde Kirazların Parçalanması

3.2.2. Deneylerde Gözlemlenen Absorbans Değerlerinin Ağırlığa Çevrilmesi

Yapılan toplam fenol, toplam flavonoid, toplam antosiyanin, CUPRAC, Modifiye CERAC, ABTS, FRAP ve DPPH deneyleri sonucunda elde edilen absorbans değerleri aşağıdaki formül kullanılarak gram yaş örnek başına mg olarak tespit edilmiştir.

(mg/g Yaş Örnek): (X) x (Vt/Vö) x (s.f.) x (Ve/m) x (R)

X : Kalibrasyon eğrisinde hesaplanan ağırlık miktarı

Vt : Örnek çözeltisinin toplam hacmi (mL)

Vö : Test solüsyonundan alınan hacim (mL)

s.f. : Seyreltme faktörü (Seyreltme yapılmamışsa "1" alınır)

Ve : Hazırlanan ekstrenin hacmi (mL)

m : Ekstraksiyonda kullanılan örnek ağırlığı (g)

R : Kullanılan referans maddenin molekül ağırlığı (g)

Bu formülde kalibrasyon eğrisi sonucu elde edilen (x) değeri yapılan deneyde hazırlanan test solüsyonu içerisindeki örnek miktarının ağırlık olarak değerini verir. Bu değer eğer kalibrasyon eğrisi molar olarak hesaplanmışsa molar, ağırlık/hacim (örneğin mg/ml) olarak hesaplanmışsa bu oranda bulunur. Bulunan (x) değeri, (Vt/Vö) ile çarpılarak örnek miktarının 1 mL hacimdeki değerini elde etmemizi sağlar. Test solüsyonlarının absorbanslarının genellikle 1-1,5 değerlerinin altında olması istenir, eğer ölçülen absorbans değeri bu değerlerin üzerine çıkarsa, kalibrasyon eğrisinin noktaları belli bir değerden sonra lineer çıkmamaya başlayacaktır, bu sebeple eğer gerekiyorsa hazırlanan test solüsyonuna seyreltme yapılır. Örneğin 5 mL hacmindeki test solüsyonunu 50 mL içerisinde seyreltilirse, burada seyreltme faktörü değeri 10 olur. Eğer seyrelme yapılmazsa bu değer 1 olarak verilir. (Ve/m) değeri ile çarpmamız, gram başına toplam hacimdeki değeri hesaplamamızı sağlayacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken (Ve/m) değerlerinin birimleridir. Hazırlanan ekstre hacmi değerinin mL olarak formülde kullanılması sonucun "mmol" olarak elde etmemizi sağlamaktadır. En son elde edilen gram başına mmol değerinin, kullanılan referansın molekül ağırlığı ile çarpılması, sonucu gram başına mg olarak hesaplanmasını sağlayacaktır. Eğer kalibrasyon eğrisi ağırlık/hacim olarak hazırlanmışsa, sonucun molekül ağırlığı ile çarpılmasına gerek yoktur.

3.2.3. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Maurya ve Singh (2009)'e göre yapılan bu deneyde 0,150 mL örnek üzerine 0,350 mL saf su eklenmiştir. Bunun üzerine saf su ile 10 kat seyreltilmiş 2,5 mL folin reaktifi ve sonrasında 2 mL %7,5 oranında hazırlanmış sodyum karbonat eklenerek vorteks ile karıştırılmıştır. Karanlık ortamda yarım saat 37°C'e bekletildikten sonra, 760 nm dalga boyunda ölçümleri yapılmıştır. Kör solüsyonun hazırlanması için örnek yerine saf su kullanılarak prosedür tekrar edilmiştir. Kalibrasyon eğrisini belirlemek için gallik asit kullanılmıştır. Kullanılan kimyasalların hazırlanışı şu şekildedir:

%10 Folin Reaktifi: 50 mL folin reaktifi üzerine 450 mL saf eklenerek 500 mL stok hazırlanmıştır. Hazırlanan reaktik ışık almayan amber şişeye aktarılmıştır.

%7,5 Sodyum Karbonat: 22,5 g sodyum karbonat, 300 mL saf suda çözünmüştür.

3.2.4. Toplam Flavonoid Miktarı Tayini

Zhishen ve diğ. (1999)'e göre yapılan deneyde, deney tüpleri içine x mL örnek üzerine (4-x) mL saf su eklenmiş, bunun üzerinde 0,3 mL %5 sodyum nitrit eklenerek tüpler vortex cihazında karıştırılıp oda ısında 5 dakika beklenmiştir. Beklemeden sonra 0,3 mL %10 oranında alüminyum klorür hekzahidrat eklenip tekrar vortekste karıştırılarak oda ısısında 6 dakika beklenmiştir. Son aşamada ise tüplere 2 mL, 1 M sodyum hidroksit eklenip saf su ile hacim 10 mL'e tamamlanmıştır. Deney tüpleri vorteks ile karıştırılıp 15 dakika bekletildikten sonra, mikroplakalara aktarılarak 510 nm dalga boyunda ölçümleri yapılmıştır. Kör numune olarak örnek yerine saf su konarak aynı prosedür tekrarlanmıştır. Kalibrasyon eğrisini belirlemek için kateşin kimyasalı kullanılmıştır. Kullanılan kimyasallar şu şekilde hazırlanmıştır:

%5 Sodyum Nitrit: 5 g sodyum nitrit 100 mL saf su içerisinde çözünmüştür.

%10 Alüminyum Klorür: 10 g $AlCl_3.6H_2O$, 100 mL saf su içerisinde çözünmüştür.

1 M Sodyum Hidroksit: 4 g sodyum hidroksit 100 mL saf suda çözünmüştür.

3.2.5. Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı Tayini

Lee ve diğ. (2005)'e göre yapılan deney, test solüsyonları direk mikroplakalara 40 µL örnek üzerine örneğin 4 katı olacak şekilde 160 µL tampon çözeltisi (Hem pH_1, hem $pH_{4,5}$ için ayrı) eklenerek hazırlandı. Kalibrasyon eğrisi için siyanidin-3-sophorosit klorit kullanıldı. Deneyde elde edilen absorbans değeri şu formül kullanılarak bulunmuştur:

Absorbans: $(A_{520}-A_{720})_{pH1}-(A_{520}-A_{720})_{pH4.5}$

Deneyde kullanılan kimyasallar şu şekilde hazırlandı:

pH_1 Tamponu: 0,025 M potasyum klorur ile hazırlandı. 0,186 g KCl 100 mL saf suda çözünerek pH'ı seyreltik hidroklorik asit ile 1'e ayarlandı.

$pH_{4.5}$ Tamponu: 0.4 M sodyum asetat ile hazırlandı. 3.28 g sodyum asetat 100 mL saf suda çözünerek, pH'ı seyreltik hidroklorik asit ile 4.5'a ayarlandı.

3.2.6. CUPRAC

Apak ve diğ. (2004)'e göre yapılan deney, test tüplerine sırasıyla 1 mL $1x10^{-2}$M bakır (II) klorür, 1 mL $7,5x10^{-3}$ M neokuproin ve 1 mL 1 M amonyum asetat (pH 7) konarak bunların üzerine x mL örnek ile (1,1-x) mL saf su eklenip toplam hacim 4,1 mL'e tamamlanmıştır. Oda sıcaklığında yarım saat bekletilen örnekler mikroplakaya aktarılarak 450 nm dalga boyunda ölçümleri yapılmıştır. Kör solüsyon olarak örnek yerine su eklenip aynı prosedür tekrarlanmıştır. Kalibrasyon eğrisi olarak troloks kimyasalı kullanılmıştır.

$1x10^{-2}$ M Bakır (II) Klorür Dihidrat: 0,426 g $CuCl_2.2H_2O$, 250 mL saf suda çözünmüştür.

1 M Amonyum Asetat: Amonyum asetattan 19,27 g alınıp, 250 mL saf suda çözünmüştür. pH metre ile pH kontrol edilmiştir.

$7,5x10^{-3}$ M Neokuproin: Neokuproin kimyasalından 0,39 g tartılıp, 250 mL etanolde çözünmüştür.

3.2.7. Modifiye CERAC

Ozyurt ve diğ. (2010)'e göre yapılan prosedürde deney tüplerine sırasıyla 1 mL $2x10^{-3}$ M seryum (IV) sülfat, 7 mL 1 M sodyum sülfat, 0,2 mL örnek ve 1,8 saf su eklenerek toplam hacim 10 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan örnekler vortekste karıştırıldıktan sonra 30 dakika bekletilmiş, 320 nm dalga boyunda ölçümleri yapılmıştır. Kör solüsyonu hazırlanması için örnek yerine saf su kullanılarak aynı prosedür tekrarlanmış ve absorbansın 0,7-0,8 arasında olması sağlanmıştır. CERAC prosedüründe en yüksek antioksidan kapasitesine sahip örnek en düşük absorbansı vermektedir. Bu sebeple ölçülen test solüsyonu absorbansı kör solüsyonun absorbansından çıkarılmıştır. Kalibrasyon eğrisini belirlemek için troloks kullanılmıştır.

$2x10^{-3}$ M Seryum (IV) Sulfat: 0,166 g seryum sülfat üzerine az miktar saf su eklendikten sonra 40 mL sülfirik asit eklenip çözünmüştür. Çözünen seryum sülfatın hacmi saf su ile 250 mL'e tamamlanmıştır.

1 M Sodyum Sülfat: 142,04 g sodyum sülfat 1 L saf su içinde çözülmüştür.

3.2.8. FRAP

Benzie ve Strain (1996) prosedüründe ufak değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Test tüplerine 3 mL frap reaktifi üzerine x mL örnek ile (0,4-x) mL saf su eklenerek toplam hacim 3,4 mL olması sağlanmıştır. Test solüsyonları 6 dakika bekletilip, 595 nm dalga boyunda ölçümleri yapılmıştır. Kör solüsyon olarak örnek yerine saf su eklenip aynı prosedür tekrar edilmiştir. Kalibrasyon eğrisi olarak troloks kullanılmıştır.

Frap Reaktifi: Frap reaktifinin birleşimi temel olarak 3 solüsyondan oluşmaktadır. $2x10^{-2}$ M demir klorür, $1x10^{-2}$ M TPTZ (2,4,6-Tri(2-pyridyl)-s-triazine) ve pH 3,6 tamponu. 50 mL hacminde $2x10^{-2}$ M demir klorür solüsyonu için $FeCl_3.6H_2O$'den (Molekül ağırlığı: 270,30) 0,2703 g tartılır. Bunu çözmek için 1 M hidroklorik asitten, 1 mL eklenir. Bunu hazırlamak için %37'lik HCl kimyasalından 8,211 mL alınıp 100 mL'e saf su ile tamamlanır. 0,2703 g demir klorür üzerine 1 mL HCl eklendikten sonra biraz karıştırılıp 50 mL'e saf su ile tamamlanır. 50 mL hacminde $1x10^{-2}$ M TPTZ solüsyonu hazırlamak için, 0,156 g TPTZ (Molekül ağırlığı: 312,33) tartılıp etanol ile 50 mL'e tamamlanır. pH tamponu için 3,1 gr sodyum asetat trihidrattan ($CH_3COONa.3H_2O$) 3,1 g tartılıp üzerine 16 mL glasiyal asetik asit eklenip karıştırılır. Karıştırıldıktan sonra solvan hacmi saf su ile 1 L'ye tamamlanır. pH metre ile kontrol edilip eğer pH değeri uygun değilse, seyreltik hidroklorik asit ya da seyreltik sodyum hidroksit ile pH'ın 3,6 olması sağlanır. Bu 3 solüsyon hazırlandıktan sonra sırasıyla 1:1:10 oranlarında karıştırılır. Frap reaktifinin en dikkat edilmesi gereken tarafı taze kullanılmasıdır.

3.2.9. ABTS

Khatua ve diğ. (2017)'nin ABTS deneyini mikroplakaya modifiye ettiği prosedürü kullanılmıştır. ¼ oranında seyreltilmiş örneklerden 20 µL alınıp, üzerine 180 µL ABTS

reaktifi eklendikten sonra 6 dakika bekletilip, 734 nm dalga boyunda ölçümleri yapılmıştır. Kör solüsyon için örnek yerine metanol kullanılarak prosedür tekrar edilmiştir. Test solüsyonlarının absorbansları ölçüldükten sonra, kör solüsyonun absorbansından çıkarılarak gerçek absorbans değerleri bulunmuştur. Kalibrasyon eğrisinin belirlenmesi için troloks kimyasalı kullanılmıştır.

ABTS Reaktifi: 20 mL hacminde $7x10^{-3}$ M ABTS (Molekül ağırlığı: 548,68) için 0,077 g tartılıp 10 mL'lik balon jojede saf su ile çözüldü. 20 mL hacminde $2,45x10^{-3}$ M potasyum persülfat (Molekül ağırlığı: 270,32) hazırlamak içinse; 0,013 g tartılıp gene 10 mL hacmindeki balon jojede saf su ile çözündü. İki solüsyon 20 mL'lik balon joje içerisine 1:1 oranında karıştırılıp 12-16 saat arası oda ısında karanlık ortamda bekletildi. Bu süre sonrasında 1:10 oranında etanol ile seyreltilip absorbansın 0,7-0,9 arasında olması sağlanmıştır.

3.2.10. DPPH

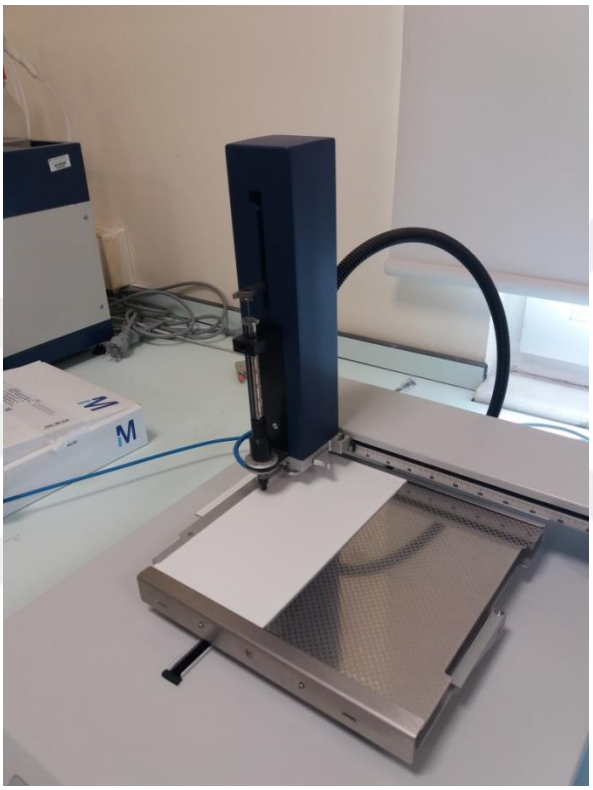
Khatua ve diğ. (2017) prosedüründe ufak değişikler yapılarak gerçekleştirilen DPPH deneyinde kuvvetli antioksidan özelliğine sahip örneklerin absorbans değerleri sıfıra yaklaştığı için ilk önce örnekler metanol ile ¼ oranında seyreltilmiştir. Seyreltilmiş örneklerden direk mikroplaka üzerine 20 µL eklenerek, bunun üzerine 180 µL DPPH reaktifi eklenip karanlık ortamda 30 dakika bekletilmiş, 520 nm dalga boyunda ölçümleri yapılmıştır. Kör solüsyon olarak örnek yerine aynı hacimde metanol eklenerek prosedür tekrar edilmiştir. Kalibrasyon eğrisinin belirlenmesi için troloks kimyasalı kullanılmıştır.

0,1 mM DPPH Reaktifi: DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) reaktifi hazırlamak için 0,004 g DPPH kimyasalı 100 mL metanolde çözünerek, absorbansın 0,7-0,9 arasında olması sağlanmıştır.

3.2.11. DPPH-HPTLC

DPPH-HPTLC yönteminde, iki yöntemin de özellikleri kullanılarak ekstraksiyon yöntemlerine göre kiraz çeşitlerinin yapısında bulunan temel antioksidan özelliğine sahip maddeler görsel olarak karşılaştırılmıştır.

Kiraz ekstreleri silika yapıdaki 10x20 cm boyutlarında ince tabaka kromatografi (İTK) plakları üzerine 25 µL hacminde HPTLC cihazında tatbik edilmiştir (Şekil 3.4). Örneklerin yanına, maddeleri tespit edebilmek için referans karışım içeren (Rutin, klorojenik asit asit, hiperozit, kafeik asit ve kateşin) solüsyondan 2,5 µL oranında tatbik edilmiştir.



Şekil 3.4: HPTLC Örnek Tatbik Cihazı

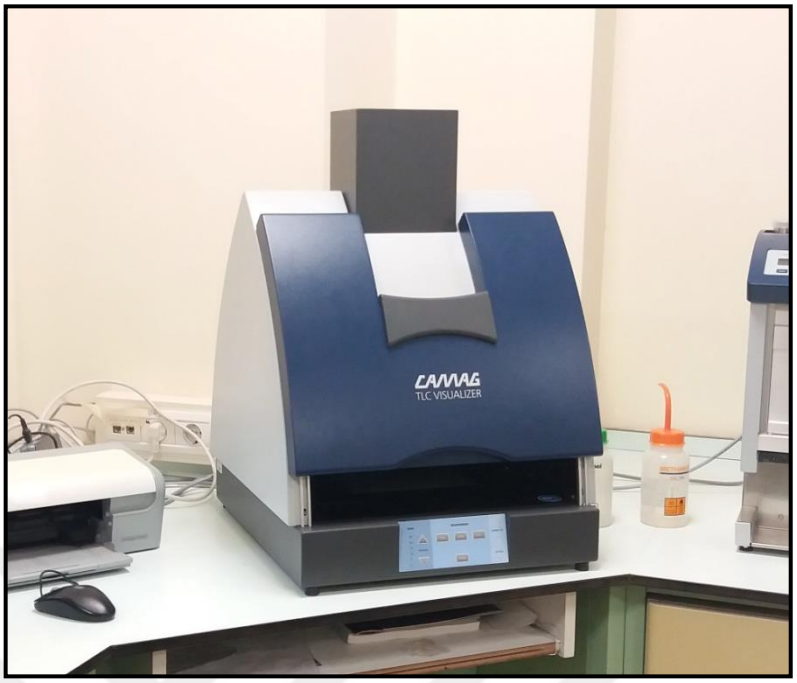
Örneklerdeki maddelerin ayrılması için iki farklı tank solüsyonu kullanılmış, bunlar; 100:25:10:10:11 oranlarında sırasıyla etil asetat, diklorometan, formik asit, asetik asit, su ile 100:11:11:26 etil asetat, formik asit, asetik asit,su kimyasallarının karışımıdır. Bu karışım ince tabaka kromatografisi tankına 20 mL hacimde eklenip kapağı kapatılıp, kimyasalların yaydığı gazların tankın her tarafına yayılması (tank doygunluğu) için 20 dakika beklenmiştir.

Tatbikler ve tankın doyması bittikten sonra plaklar tanka konup yaklaşık 9 cm sürüklenmesi beklenmiştir. Plaka sürüklenme yüksekliğine ulaştıktan sonra tanktan alınıp, soğuk hava ile kurutulmuştur. Her ekstraksiyon yönteminde bu işlem 2 kere yapılmıştır. Kurutulan plaklar,

HPTLC cihazının tarayıcısına (Şekil 3.5) konup, yoğunluk olarak majör olan maddelerin hangi dalga boyunda en yüksek absorbansı verdiği belirlenmiştir.

Şekil 3.5: HPTLC Örnek Tarayıcısı

Plakaların taratılması bittikten sonra plakalardan ilki 100°C'de 3 dakika ısıtılıp NP/PEG solüsyonuna daldırılmış, plaka üzerinde ayrılan maddelerin 254 ve 366 nm dalga boylarında HPTLC görüntüleyicisi (Şekil 3.6) ile fotoğrafları çekilmiştir. Diğer plaka ise %0,1 oranında hazırlanan DPPH solüsyonuna daldırılıp kurutulduktan sonra karanlık ortamda yarım saat bekletilmiştir. Plaka üzerinde ayrılan antioksidan özelliğine sahip maddeler, sarı renge döndüğü belirlendikten sonra fotoğrafı çekilmiştir.



Şekil 3.6: HPTLC Görüntüleyici

Deneyde kullanılan kimyasallar şu şekilde hazırlanmıştır:

NP/PEG Solüsyonu: NP kimyasalından (2-Aminoetil difenilborinat) 1 g tartılıp 200 mL etil asetatta çözündü. PEG için polietilen glikol 400 (PEG 400) kimyasalından 10 g alınıp 200 mL diklorometan içinde çözündü. Hazırlanan iki kimyasalda -20°C'de saklandı. NP/PEG solüsyonlarında renklenmeyi sağlayan NP reaktifidir. Plaka biraz ısıtılıp daldırma yöntemiyle reaktif ile birkaç saniye temas ettirilir. Kurutulduktan sonra gene daldırma yöntemiyle birkaç saniye bu sefer plağı ısıtmadan PEG solüsyona daldırılır. PEG plaka üzerinde renklenmenin kalıcılığını arttırır.

%0,1 DPPH Solüsyonu: 0,2 g DPPH tartılıp 200 mL metanol içerisinde çözündü. Çözündükten sonra ışık almayan amber şişeye aktarılıp -20°C'de saklandı.

Referans Solüsyonlar: 5 mg kateşin, 1 mg klorojenik asit, 1 mg kafeik asit, 2,5 mg rutin, 2,5 mg hiperozit 10 mL metanolde çözündü. Flakon şişeye aktarılıp -20°C'de saklandı.

3.2.12. LC-MS/MS

LC-MS/MS metodunda kiraz meyvelerinin ekstreleri en baştan hazırlanmıştır. Bunun için 2.5 g kiraz meyvesi üzerine 10 mL %80'lik metanol çözeltisi eklenerek 30 dk ultrasonik banyoda bekletilmiştir. Ardından 15 dakika 7000 rpm dönüş hızında santrifüj edilmiştir. Üst kısım alınarak, dipte kalan çöken kısma 20 mL çözelti eklenerek aynı işlem tekrarlanıştır. En son çöken kısma 5 mL eklenerek 15 dakika ultrasonik banyoda tutularak satrifüj edilmiştir. Üst kısım alınarak alınan bütün üst kısımlar birleştirilmiş, toplam hacim çözeltiyle 25 mL'e tamamlanmıştır.

LC (Sıvı kromatografisi), Agilent 6460 sıvı kromatografisi sistemi kullanılmıştır. Kromatografik ayrım 150x3 mm boyutunda, 3,5 µM partikül genişliğine sahip kolonda, 35°C ortam ısısında ve dakikada 0,7 mL akış oranına ayarlanmış mobil fazda gerçekleştirilmiştir. Mobil faz içeriği, A solvanında su içerisinde 5 mM oranında amonyum asetat solüsyonu, B solvanında ise %50 metanol içerisinde %0,1 asetik asit olacak şekilde hazırlanmıştır. Sistem ilk olarak 0,7 dakika %96 oranında A solvanı kullanılarak başlatılmıştır. A solvanı oranı K kademeli olarak indirilerek 2,3'üncü dakika %2 oranına indirilmiştir. Bu oran 2,7 dakika sabit bırakılmış, 7'inci dakikada ise %0'a indirilmiştir. 7,10 dakika sonra sistem başlangıçtaki oranlara geri döndürülmüştür. Analizden önce bitki örnekleri oto örnekleyicide 4°C sıcaklıkta olması sağlanmıştır. Örnekler 10 µL hacminde kolona enjekte edilmiştir.

MS (Kütle spektrofotometresi) analizleri, elektrosprey iyonizasyon arayüzü ile donatılmış Agilent 6460 LC-MS üçlü dörtlü kütle spektrometresi üzerinde gerçekleştirildi. Elektrosprey iyonizasyonu negatif iyonizasyon modunda, kütle spektrofotometresi ise 500 milisaniye devir zamanında kullanılmıştır. Çalışılan birleşiğin optimal iyon yolu ve iyon kaynak parametrelerini belirlemek için HPLC Agilent 1260 kullanılarak standartları direk enjeksiyonu ile kantitatif optimizasyonu yapıldı. Her bir çözelti için baskın ürün iyonunun çoklu reaksiyon izleme modu, optimum koşullar altında yapıldı. İyon kaynağı parametreleri şu şekildedir, gaz sıcaklığı 300°C, gaz akış hızı 10L/dakika-40psi, kılcal damar: 3500V. Dinamik MRM modu, iyon çiftlerinin ve sıvı kromatografi alıkonma sürelerinin standartlarla karşılaştırılmasını ve örneklerde analitin tanımlanmasını onaylamak için kullanılmıştır. Veri

toplama ve işleme, Agilent LC-MS yazılımı olan MassHunter kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.11.13. İstatistik Analizi

İstatistik analizleri için Minitab 17, paket istatistik programı kullanılmıştır. Her spektrofotometrik deney 3 tekrarlı olarak yapılmış; ekstraksiyon yöntemlerinin hem kendi aralarında, hem kendi içlerinde verdiği sonuçların %95'lik güven aralığında anlamlı olup olmadığını belirlemek için Tek Yönlü Anova varyans analiz testi uygulanmıştır. Bu anlamlılığı hangi örneklerin oluşturduğunu belirlemek içinse Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılıp, anlamlılık dereceleri deneylerin sonuç tablolarında harfsel olarak ifade edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARI TAYİNİ

Toplam fenolik madde miktarı tayininde kiraz ekstrelerinin uygulama miktarı 0,150 mL hacminde olup, kör solüsyon absorbsiyon değeri 0,048 bulunmuştur. Test tüplerinde ki toplam deney hacmi 5 mL olup, örneklerin kör absorbsiyonu çıkarılmamış absorbans değerleri Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Toplam Fenol Tayini Deneyinde Elde Edilen Absorbans Değerleri

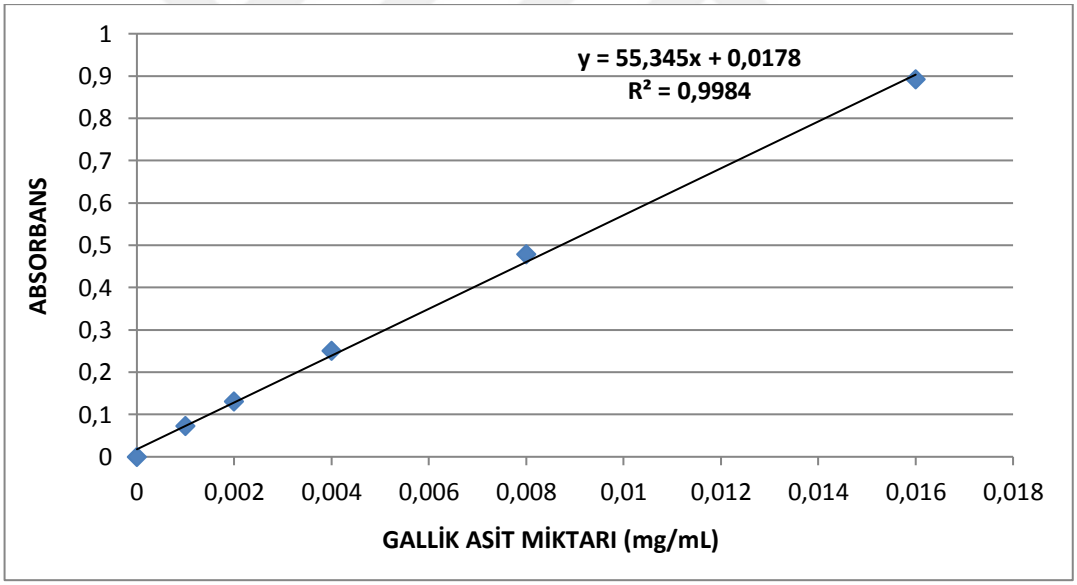
	REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11
GELENEKSEL	0,17	0,19	0,16	0,35	0,19	0,14	0,34	0,24	0,17	0,18	0,18	0,20	0,14
	0,16	0,19	0,16	0,35	0,14	0,14	0,33	0,24	0,17	0,18	0,18	0,20	0,14
	0,16	0,19	0,16	0,39	0,14	0,14	0,34	0,25	0,17	0,17	0,18	0,19	0,13
MİKRODALGA	0,22	0,28	0,15	0,35	0,17	0,11	0,44	0,26	0,15	0,23	0,13	0,19	0,15
	0,20	0,24	0,15	0,38	0,20	0,11	0,45	0,25	0,16	0,22	0,13	0,18	0,16
	0,21	0,27	0,15	0,36	0,19	0,11	0,46	0,25	0,16	0,22	0,14	0,20	0,15
ULTRASONİK	0,18	0,23	0,15	0,34	0,16	0,10	0,47	0,21	0,19	0,19	0,15	0,17	0,15
	0,18	0,24	0,15	0,33	0,16	0,10	0,46	0,23	0,15	0,19	0,15	0,17	0,15
	0,17	0,25	0,15	0,33	0,16	0,10	0,50	0,22	0,16	0,19	0,14	0,18	0,15

Kalibrasyon eğrisinin belirlenmesi için 10 mg gallik asit, 10 mL su içerisinde çözünerek stok solüsyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan stok solüsyonundan sırasıyla 100, 200, 400, 800 ve 1600 µL hacimler alınıp test tüplerine eklenmiş ve saf su ile 10 mL'e tamamlanmışlardır. Bu seyreltilmiş çözeltilerden 0,5 mL hacimde alınarak prosedürde uygulanmıştır. Hazırlanan çözeltilerin mg/mL yaş ağırlık cinsinden miktarları ve ölçülen absorbans değerleri şu şekildedir:

Tablo 4.2. Hazırlanan Seyreltik Gallik Asit Solüsyonlarının Oranları ve Absorbansları

Stok Solüsyonundan (10 mg/10 mL) Alınan Hacimler (µL)	Stok Solüsyonundan 10 mL İçerisindeki Oranları (mg/mL)	Seyreltilen Solüsyonların 5 mL İçerisindeki Oranları (mg/mL)	Ölçülen Absorbanslar
100	0,01	0,001	0,072
200	0,02	0,002	0,130
400	0,04	0,004	0,250
800	0,08	0,008	0,478
1600	0,16	0,016	0,892

Seyreltilmiş test solüsyonlarının mikroplakada okuması yapıldıktan sonra elde edilen kalibrasyon eğrisi şu şekildedir:



Şekil 4.1: Toplam Fenol Tayininde Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi

Kalibrasyon eğrisinini sonucuna göre çıkan yöntem bölümünde belirtilen formül kullanılarak kiraz örneklerinde g başına mg cinsinden toplam fenol miktarları gallik asit eşdeğeri cinsinden bulunmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Kiraz Örneklerinin Toplam Fenol Miktarları (mg/g yaş ağırlık)

	GELENEKSEL a	MİKRODALGA a	ULTRASONİK a
REGİNA	2,358 ± 0,114 cdef	3,466 ± 0,266 de	2,663 ± 0,077 de
A8	2,960 ± 0,028 c	4,767 ± 0,517 c	4,173 ± 0,188 c
T4	2,318 ± 0,024 cdef	2,053 g	2,037 ± 0,028 ef
T2	7,240 ± 0,578 a	7,136 ± 0,428 b	6,397 ± 0,1 b
GM5	2,189 ± 0,612 def	2,848 ± 0,436 ef	2,302 ± 0,074 def
SWEETHEART	1,836 ± 0,024 ef	1,049 ± 0,1 h	0,808 ± 0,014 g
E5	6,566 ± 0,160 a	9,288 ± 0,301 a	9,850 ± 0,496 a
A1	4,293 ± 0,206 b	4,582 ± 0,174 c	3,779 ± 0,241 c
GM4	2,518 ± 0,061 cde	2,141 ± 0,085 fg	2,374 ± 0,501 def
1-1	2,631 ± 0,150 cd	3,787 ± 0,158 d	2,92 ± 0,064 d
Ş2	2,735 ± 0,1 cd	1,675 ± 0,077 gh	1,924 ± 0,077 f
GM6	3,072 ± 0,114 c	2,952 ± 0,141 e	2,518 ± 0,119 def
GM 11	1,683 ± 0,05 f	2,109 ± 0,037 fg	2,053 ± 0,083 ef

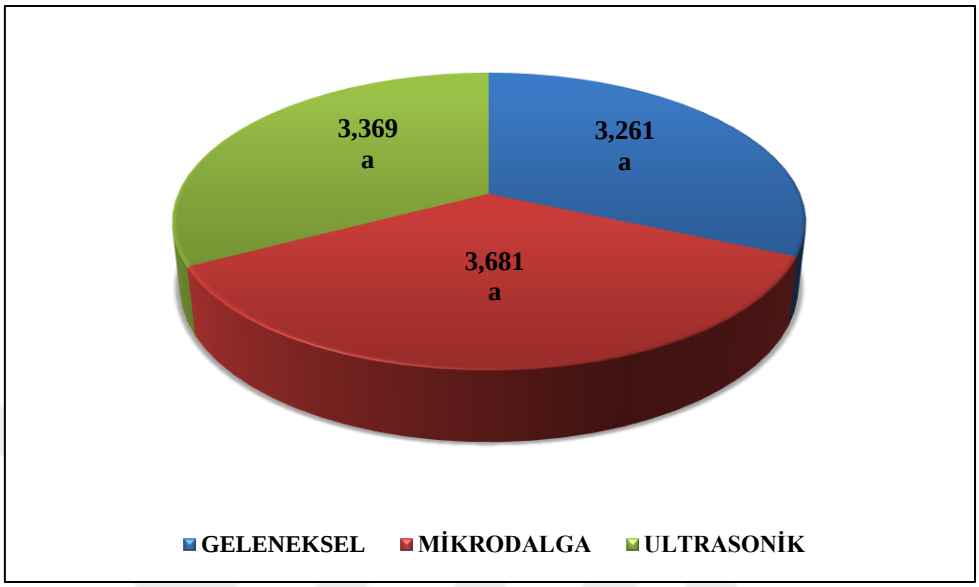
a-h: Farklı harfe sahip gruplar arasında istatiksel olarak fark bulunmaktadır. ($p \leq 0.05$)

Sonuçlar incelendiğinde E5 ve T2 çeşitlerinden elde edilen sonuçların diğer çeşitlere göre yüksek oran verdiği görülmektedir. En yüksek oranı, E5 çeşidi ultrasonik ekstraksiyon yönteminde 9,850 ± 0,496 mg/g gallik asit cinsinden toplam fenolik madde oranı ile verirken, T2 çeşidi geleneksel ekstraksiyon yöntemi ile 7,240 ± 0,578 mg/g oran vermiştir. Ayrıca elde edilen bu miktarların diğer çeşitlerin verdiği sonuçlara göre istatistiki açıdan anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.3'te belirtilen sonuçlara göre, E5 ve T2 çeşitlerinin toplam fenol oranları piyasa çeşitlerimizden Sweetheart ve Regina çeşitlerinden de oldukça yüksektir. Regina çeşidi en yüksek oranı mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminde 3,466 ± 0.266 mg/g oran verirken, Sweetheart çeşidi en yüksek değeri geleneksel ekstraksiyon yönteminde 1,836 ± 0,024 mg/g toplam fenol oranı ile vermiştir.

Ekstraksiyon tipleri kendi aralarında incelendiğinde mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminin ortalama 3,681 mg/g oranla toplam fenol deneyinde en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Diğer ekstraksiyon yöntemlerinin sonuçlarına bakıldığında ise ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ortalama 3,369 mg/g, geleneksel ekstraksiyon yönteminin ise ortalama

3,261 mg/g oran verdiği gözlenmiştir (Şekil 4.2). Elde edilen bu veriler arasında istatistiki bir anlamlılık gözlemlenmemiştir.



Şekil 4.2: Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Fenol Oranları

4.2. TOPLAM FLAVONOİD TAYİNİ

Kiraz örneklerinde ki toplam flavonoid miktarının tayini için test tüplerine 0,5, 1 ve 2 mL hacimlerinde örnek miktarları kullanılmıştır. Kör solüsyonun absorbansı 0,04 bulunmuş, test solüsyonları test tüplerinde hazırlandıktan sonra mikroplakalara aktarılmıştır. Test solüsyonlarının kör çıkarılmamış absorbansları Tablo 4.4'de gösterildiği şekildedir.

Tablo 4.4: Toplam Flavonoid Tayininde Örnek Çözeltilerinin Absorbans Değerleri

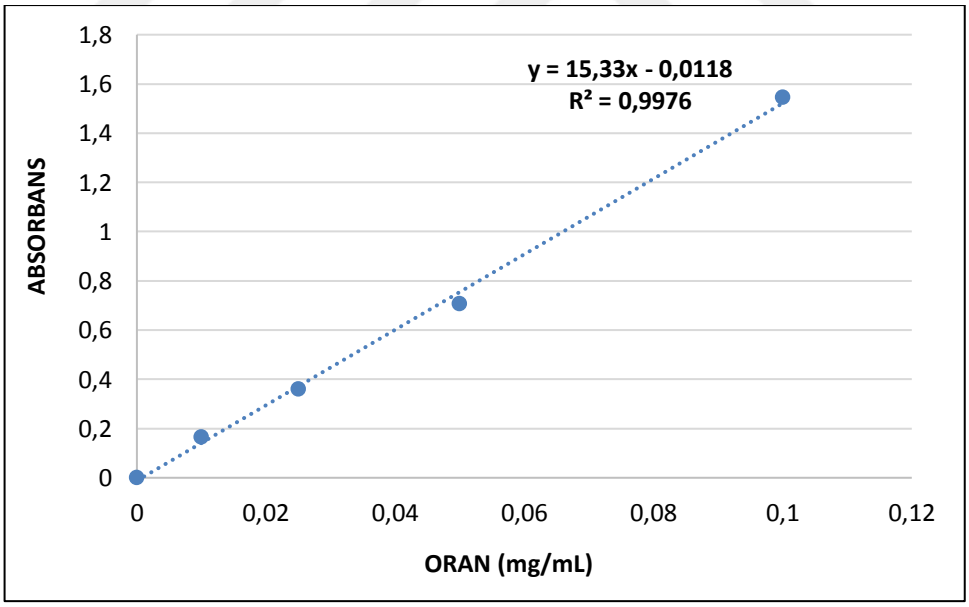
		REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11
GELENEKSEL	0,5 mL	0,05	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,08	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05
	1 mL	0,06	0,08	0,07	0,10	0,07	0,06	0,12	0,10	0,08	0,09	0,08	0,09	0,06
	2 mL	0,09	0,11	0,11	0,15	0,08	0,08	0,19	0,14	0,10	0,12	0,11	0,12	0,08
MİKRODALGA	0,5 mL	0,06	0,07	0,05	0,07	0,06	0,05	0,08	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05
	1 mL	0,07	0,10	0,07	0,10	0,07	0,05	0,12	0,11	0,06	0,09	0,06	0,08	0,07
	2 mL	0,11	0,14	0,09	0,15	0,09	0,06	0,20	0,15	0,09	0,14	0,07	0,11	0,09
ULTRASONİK	0,5 mL	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,09	0,07	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06
	1 mL	0,07	0,10	0,07	0,09	0,07	0,06	0,13	0,09	0,07	0,08	0,06	0,08	0,07
	2 mL	0,09	0,15	0,09	0,16	0,09	0,07	0,25	0,13	0,10	0,12	0,09	0,10	0,09

Kalibrasyon eğrisini belirlemek içik 10 mg kateşin, 10 mL methanolde çözülmüştür. Hazırlanan stok çözeltisinden sırasıyla 100, 250, 500 ve 1000 µL hacimlerde alınıp, deney prosedürü üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Hazırlanan kateşin solüsyonlarının oranları belirlenip (Tablo 4.5), absorbansları ölçüldükten sonra kalibrasyon eğrisi belirlenmiştir (Şekil 4.3).

Tablo 4.5: Seyreltik Kateşin Solüsyonlarının Oranları ve Absorbans Değerleri

Stok Solüsyonundan (10 mg/10 mL) Alınan (mL)	10 mL İçindeki Oranı (mg/mL)	Absorbsiyon 1	Absorbsiyon 2	Absorbsiyon 3	ORT.	Kör Solüsyon Çıkarılmış Abs.
0,1	0,01	0,207	0,205	0,202	0,205	0,164
0,25	0,025	0,403	0,403	0,399	0,402	0,361
0,5	0,05	0,758	0,737	0,75	0,748	0,707
1	0,1	1,586	1,585	1,588	1,586	1,545

Seyreltilmiş kateşin test solüsyonlarının absorbans değerleri ve oluşturulan kalibrasyon eğrisi şu şekildedir:



Şekil 4.3: Toplam Flavonoid Tayininde Kateşin Kalibrasyon Eğrisi

Kalibrasyon eğrisi kullanılanılarak kiraz örneklerinin kateşin cinsinden toplam flavonoid miktarı mg/g cinsinden şu miktarlarda bulunmuştur:

Tablo 4.6: Kiraz Örneklerinin Toplam Flavonoid Miktarları (mg/g yaş ağırlık)

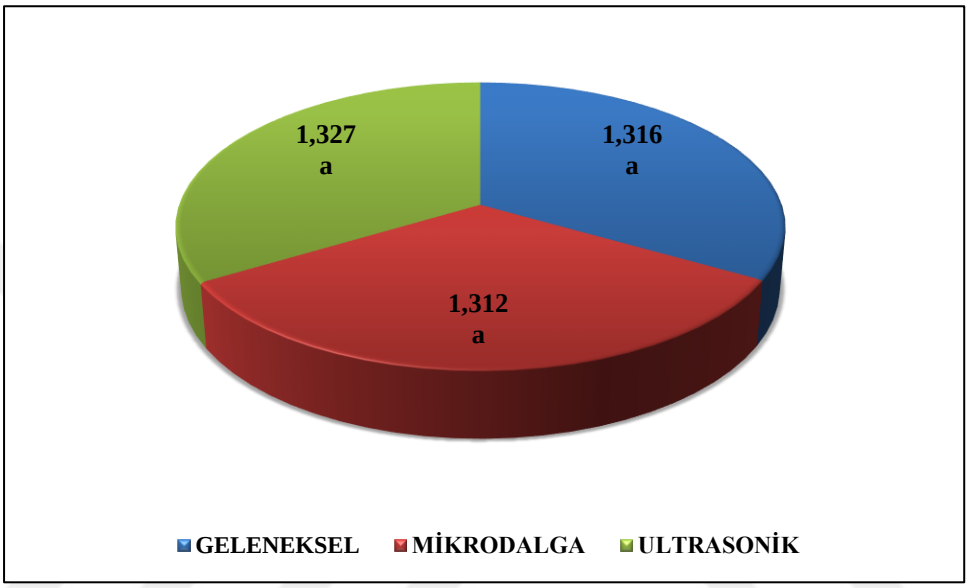
	GELENEKSEL a	MİKRODALGA a	ULTRASONİK a
REGİNA	0,951 ± 0,264 cd	1,181 ± 0,244 bcdef	1,081 ± 0,233 bcde
E8	1,39 ± 0,316 bcd	1,751 ± 0,352 abc	1,812 ± 0,289 b
T4	1,203 ± 0,218 bcd	0,951 ± 0,192 def	1,051 ± 0,269 cde
T2	1,764 ± 0,251 ab	1,725 ± 0,181 abcd	1,733 ± 0,162 bc
GM5	0,959 ± 0,283 cd	0,99 ± 0,291 cdef	1,038 ± 0,287 cde
SWEETHEART	0,81 ± 0,252 d	0,664 ± 0,333 f	0,716 ± 0,289 e
E5	2,216 ± 0,172 a	2,381 ± 0,16 a	2,825 ± 0,105 a
A1	1,659 ± 0,253 abc	1,899 ± 0,313 ab	1,586 ± 0,271 bcd
GM4	1,103 ± 0,181 bcd	0,916 ± 0,207 ef	1,055 ± 0,209 cde
1-1	1,394 ± 0,199 bcd	1,573 ± 0,163 bcde	1,285 ± 0,238 bcde
Ş2	1,316 ± 0,244 bcd	0,811 ± 0,293 ef	0,864 ± 0,194 de
GM6	1,412 ± 0,209 bcd	1,277 ± 0,306 bcdef	1,233 ± 0,304 bcde
GM12	0,916 ± 0,259 d	0,964 ± 0,255 def	0,998 ± 0,269 de

a-f: Farklı harfe sahip gruplar arasında istatiksel olarak fark bulunmaktadır. ($p \leq 0.05$)

Tablo 4.6 incelediğinde E5 kiraz çeşidi ultrasonik destekli ekstraksiyon yönteminde ortalama 2,825 ± 0,105 mg/g kateşin eşdeğeri oranıyla en yüksek flavonoid oranına sahip kiraz çeşidi olmuştur. E5 çeşidi aynı zamanda mikrodalga ekstraksiyon yönteminde 2,381 ± 0,16 mg/g oran verirken, geleneksel ekstraksiyon yönteminde ise 2,216 ± 0,172 mg/g flavonoid miktarına sahip olduğu gözlemlenmiştir. E5 çeşidinin 3 ekstraksiyon yönteminde verdiği değerlerin aynı zamanda istatiksel olarak diğer çeşitlerden farklı olduğu görülmüştür (Tablo 4.6).

Piyasa çeşitlerine baktığımızda ise Regina çeşidi en yüksek oranı mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminde 1,181 ± 0,244 mg/g verirken, Sweetheart çeşidi ise en yüksek oranı geleneksel ekstraksiyon yönteminde 0,81 ± 0,252 mg/g kateşin eşdeğeri toplam flavonoid oranı verdiği belirlenmiştir.

Ekstraksiyon yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise en yüksek oranı 1,327 mg/g flavonoid oranıyla ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi vermiştir. Geleneksel ekstraksiyon yöntemi 1,316 mg/g oranı verirken, mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemi ise 1,312 mg/g oran verdiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). Gözlemlenen bu değerler arasında istatistiki bir fark görülmemiştir.



Şekil 4.4. Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Flavonoid Oranları

4.3. TOPLAM MONOMERİK ANTOSİYANİN TAYİNİ

Toplam monomerik antosiyanin tayini belirlemek için direl mikroplakalara 20, 30 ve 40 µL örnek uygulanmıştır. 520 ve 700 nm ile pH_1 ve $pH_{4.5}$ değerlerinde elde edilmiş absorbans değerleri Tablo 4.7'da gösterildiği gibidir.

Tablo 4.7. Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini Ölçümünde Absorbans Değerleri

	pH	ORAN	REGİNA	E8	T4	T2	GM5	0900	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM12	ÖLÇÜM
MİKRO	1	20 µL	0,065	0,04	0,04	0,25	0,04	0,05	0,38	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,043	520nm
	4,5		0,046	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	1	30 µL	0,079	0,05	0,04	0,41	0,04	0,06	0,56	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,042	
	4,5		0,049	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,09	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,039	
	1	40 µL	0,1	0,06	0,05	0,56	0,04	0,06	0,71	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,042	
	4,5		0,057	0,05	0,04	0,08	0,04	0,05	0,11	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,043	
GELENEKSEL	1	20 µL	0,063	0,04	0,05	0,31	0,05	0,05	0,23	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	
	4,5		0,044	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,042	
	1	30 µL	0,086	0,04	0,05	0,48	0,05	0,06	0,33	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,034	
	4,5		0,048	0,04	0,04	0,07	0,04	0,05	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,041	
	1	40 µL	0,108	0,05	0,06	0,6	0,05	0,08	0,44	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,036	
	4,5		0,051	0,04	0,04	0,09	0,04	0,05	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,044	
ULTRA	1	20 µL	0,058	0,05	0,05	0,26	0,05	0,05	0,35	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,044	
	4,5		0,045	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	1	30 µL	0,085	0,05	0,04	0,41	0,05	0,05	0,47	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,043	
	4,5		0,052	0,05	0,04	0,07	0,05	0,04	0,09	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	
	1	40 µL	0,089	0,06	0,05	0,51	0,05	0,07	0,65	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,044	
	4,5		0,052	0,04	0,04	0,08	0,04	0,05	0,11	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,045	
MİKRO	1	20 µL	0,039	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,041	700nm
	4,5		0,039	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,038	
	1	30 µL	0,039	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	4,5		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,038	
	1	40 µL	0,039	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,038	
	4,5		0,043	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,041	
GELENEKSEL	1	20 µL	0,039	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,026	
	4,5		0,037	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,041	
	1	30 µL	0,038	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,028	
	4,5		0,039	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	1	40 µL	0,038	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,029	
	4,5		0,038	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,041	
ULTRA	1	20 µL	0,039	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,041	
	4,5		0,039	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,038	
	1	30 µL	0,039	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,039	
	4,5		0,043	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,038	
	1	40 µL	0,041	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,038	
	4,5		0,041	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,042	

Elde dilen absorbans değerlerini $(A_{520}-A_{700})_{pH1}-(A_{520}-A_{700})_{pH4.5}$ formülünde yerine konduktan çıkan absorbans (A) değerleri Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

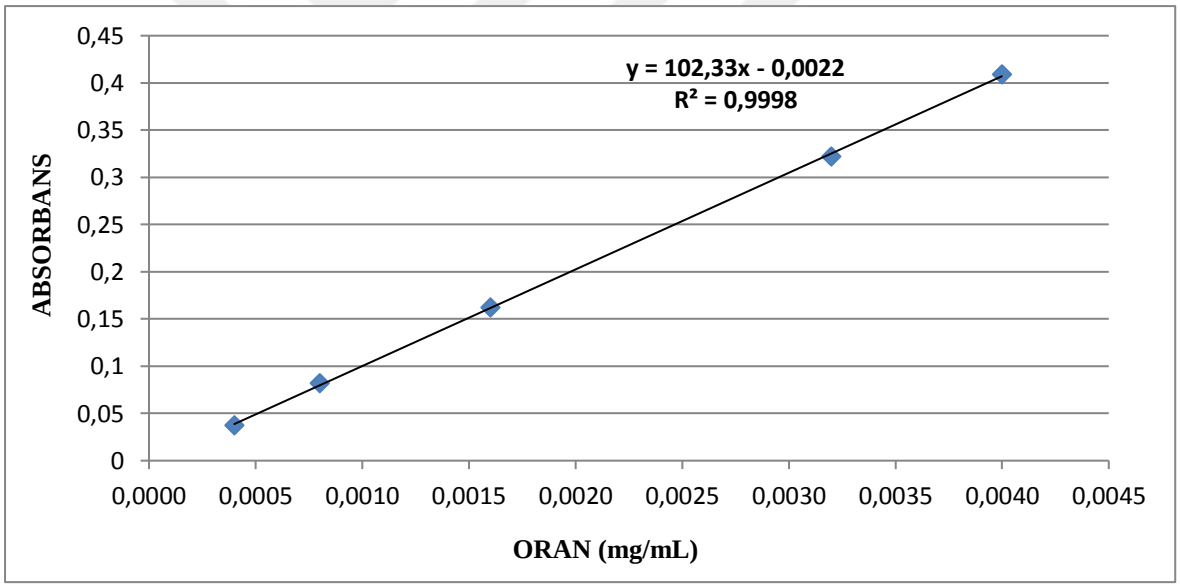
Tablo 4.8: Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini Ölçümünde Belirlenen Absorbansı Değerleri

		REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11
MİKRODALGA	0,2µL	0,019	0,004	0,005	0,196	0,001	0,007	0,308	0,005	0,001	0,001	0,005	0,003	0,001
	0,3µL	0,031	0,006	0,003	0,340	0,001	0,015	0,469	0,007	0,002	0,002	0,004	0,004	0,001
	0,4µL	0,047	0,011	0,015	0,484	0,002	0,019	0,601	0,011	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002
GELENEKSEL	0,2µL	0,017	0,004	0,006	0,249	0,006	0,020	0,187	0,003	0,003	0,001	0,005	0,004	0,003
	0,3µL	0,039	0,002	0,011	0,410	0,011	0,031	0,274	0,005	0,005	0,001	0,012	0,004	0,005
	0,4µL	0,057	0,004	0,016	0,520	0,012	0,039	0,380	0,007	0,005	0,003	0,011	0,007	0,004
ULTRASONİK	0,2µL	0,013	0,007	0,004	0,202	0,006	0,007	0,283	0,005	0,002	0,002	0,007	0,001	0,001
	0,3µL	0,037	0,008	0,003	0,343	0,003	0,013	0,373	0,007	0,003	0,006	0,006	0,006	0,002
	0,4µL	0,037	0,013	0,004	0,436	0,006	0,021	0,537	0,011	0,004	0,003	0,007	0,001	0,003

Kalibrasyon eğrisini belirlemek için 5 gr siyanidin-3-sophorosit klorit (Molekül ağırlığı: 646,98 g) 25 mL metanol içinde ($3,09x10^{-4}$ M) çözünmüştür. Hazırlanan stok solüsyonundan sırasıyla 0,1 - 1 mL arası hacimlerde alınıp, farklı test tüplerine toplam hacim 10 mL olacak şekilde seyreltilmiştir. Bu seyreltik solüsyonlar kullanılarak deney yapılmış ve hesaplanan oranlar ve absorbans değerleri Tablo 4.9'de gösterildiği şekilde hesaplanmıştır. Absorbanslara göre oluşturulan kalibrasyon eğrisi Şekil 4.5'de gösterilmiştir.

Tablo 4.9: Seyreltilmiş Siyanidin-3-sophorosit Klorit Solüsyonlarının Oranları ve Absorbans Değerleri

Stok Solüsyonundan (5 mg/25 mL) Alınan (mL)	10 mL İçindeki Oranları (mg/mL)	200 µL İçindeki Oranları (mg/mL)	pH_1 Abs (A_{520})	pH_1 Abs (A_{700})	$pH_{4,5}$ Abs (A_{520})	$pH_{4,5}$ Abs (A_{700})	Ölçülen Abs.
0,1	0,002	0,0004	0,04	0,001	0,003	0,001	0,037
0,2	0,004	0,0008	0,093	0,005	0,007	0,001	0,082
0,4	0,008	0,0016	0,18	0,001	0,018	0,001	0,162
0,8	0,016	0,0032	0,36	0,001	0,039	0,002	0,322
1	0,020	0,004	0,458	0,001	0,052	0,004	0,409



Şekil 4.5: Siyanidin-3-sophorosit Klorit Kalibrasyon Eğrisi

Kalibrasyon eğrisine göre kiraz örneklerindeki antosiyanin miktarları siyanidin-3-sophorosit klorit eşdeğeri, mg/g yaş ağırlık oranında Tablo 4.10'de gösterilmiştir.

Tablo 4.10: Kiraz Örneklerindeki Antosiyanin Miktarı (mg/g yaş ağırlık)

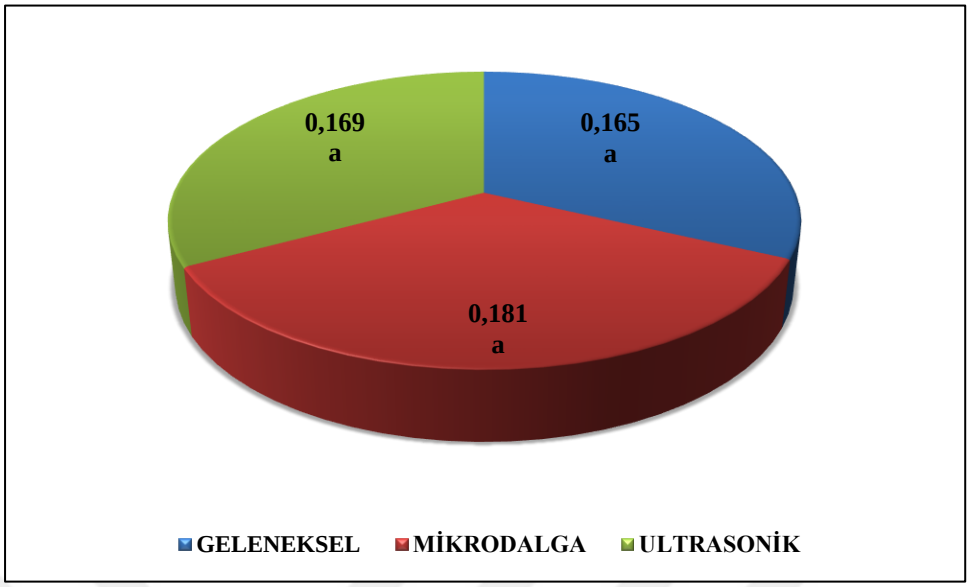
	GELENEKSEL a	MİKRODALGA a	ULTRASONİK a
REGİNA	0,099 ± 0,021 c	0,089 ± 0,007 c	0,079 ± 0,022 c
A8	0,016 ± 0,007 d	0,024 ± 0,002 cd	0,031 ± 0,005 c
T4	0,034 ± 0,002 d	0,025 ± 0,010 cd	0,017 ± 0,007 c
T2	1,026 ± 0,002 a	0,872 ± 0,089 b	0,851 ± 0,051 b
GM5	0,031 ± 0,003 d	0,008 ± 0,000 d	0,021 ± 0,010 c
SWEETHEART	0,085 ± 0,004 c	0,041 ± 0,005 cd	0,040 ± 0,005 c
E5	0,735 ± 0,014 b	1,207 ± 0,025 a	1,049 ± 0,069 a
A1	0,019 ± 0,001 d	0,026 ± 0,002 cd	0,026 ± 0,002 c
GM4	0,018 ± 0,003 d	0,011 ± 0,002 d	0,014 ± 0,002 c
1-1	0,010 ± 0,002 d	0,010 ± 0,003 d	0,016 ± 0,006 c
Ş2	0,030 ± 0,006 d	0,018 ± 0,009 cd	0,025 ± 0,010 c
GM6	0,020 ± 0,004 d	0,015 ± 0,006 cd	0,013 ± 0,008 c
GM11	0,017 ± 0,004 d	0,008 ± 0,000 d	0,011 ± 0,001 c

a-d: Farklı harfe sahip gruplar arasında istatiksel olarak fark bulunmaktadır. ($p \leq 0.05$)

Sonuçlar incelendiğinde en yüksek antosiyanin miktarına sahip çeşidin, mikrodalga ekstraksiyon yöntemiyle ekstre edilmiş E5 türü olduğu görülmüştür. E5 türü 1,207 ± 0,025 mg/g siyanidin-3-sophorosit eşdeğeri toplam antosiyanin miktarı verdiği hesaplanmıştır. Bu değer aynı zamanda istatistiki açıdan diğer çeşitlere göre farklı olduğu gözlemlemiştir (Tablo 4.10).

Piyasa çeşitlerinden Regina en yüksek antosiyanin miktarını geleneksel ekstraksiyon yönteminde 0,099 ± 0,021 mg/g ile verirken, Sweetheart geleneksel ekstraksiyon yönteminde 0,085 ± 0,004 mg/g antosiyanin oranı verdiği görülmüştür (Tablo 4.10).

Ekstraksiyon yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise mikrodalga ekstraksiyon yöntemi ortalama 0,181 mg/g miktarla en yüksek değeri vermiştir. Diğer ekstraksiyon yöntemlerinden, ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ortalama 0,169 mg/g, geleneksel ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen örnekler ortalama 0,165 mg/g toplam antosiyanin değeri vermiştir. Bu değerler arasında istatistiki bir fark görülmemiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Antosiyanin Oranları

4.4. CUPRAC

Cuprac deneyinde test tüplerine hazırlanan örnekler, mikroplakalara aktarılarak absorbsiyon ölçümleri ölçümleri yapılmıştır (Tablo 4.11). Kör solüsyonun değeri 450 nm dalga boyunda 0,07 bulunmuştur.

Tablo 4.11: CUPRAC Yönteminde Ölçülen Absorbsiyon Sonuçları

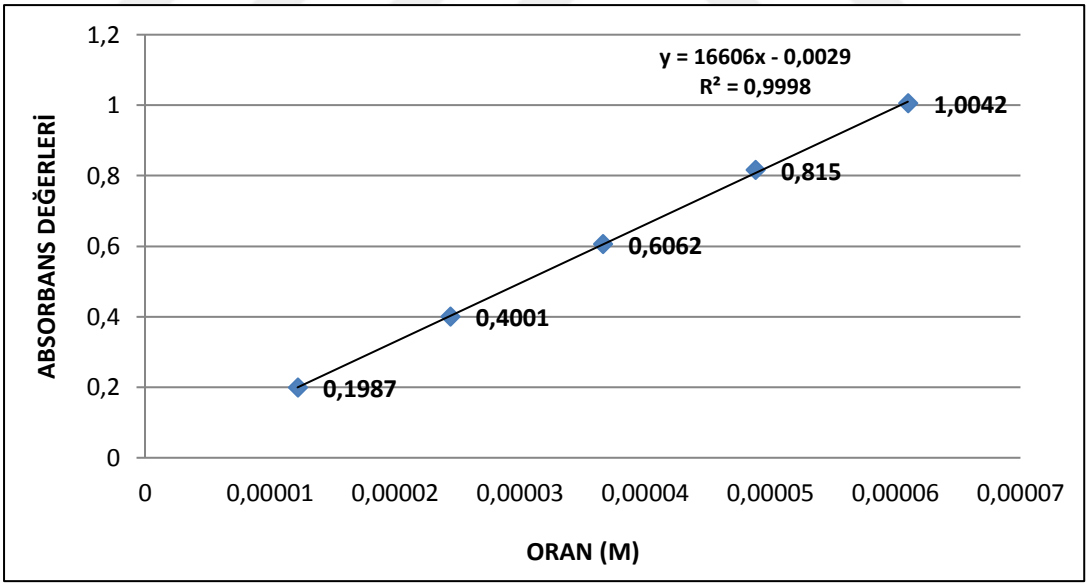
		REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11
GELENEKSEL	0,1 mL	0,234	0,3	0,24	0,44	0,24	0,128	0,325	0,17	0,16	0,18	0,17	0,19	0,142
	0,2 mL	0,297	0,39	0,34	0,7	0,31	0,219	0,553	0,29	0,27	0,29	0,29	0,3	0,193
	0,3 mL	0,419	0,53	0,45	0,94	0,4	0,285	0,921	0,39	0,33	0,41	0,38	0,44	0,25
MİKRODALGA	0,1 mL	0,267	0,33	0,24	0,42	0,25	0,118	0,618	0,23	0,17	0,26	0,13	0,18	0,181
	0,2 mL	0,391	0,47	0,33	0,64	0,33	0,145	0,84	0,4	0,26	0,37	0,2	0,32	0,252
	0,3 mL	0,503	0,6	0,38	0,87	0,4	0,172	1,123	0,55	0,3	0,52	0,25	0,45	0,333
ULTRASONİK	0,1 mL	0,259	0,3	0,27	0,39	0,26	0,107	0,315	0,19	0,16	0,17	0,14	0,15	0,136
	0,2 mL	0,346	0,49	0,34	0,63	0,37	0,129	0,805	0,36	0,23	0,29	0,18	0,27	0,203
	0,3 mL	0,423	0,63	0,43	0,88	0,44	0,165	1,114	0,48	0,3	0,4	0,27	0,36	0,282

Kalibrasyon eğrisi için 0,125 g troloks tartılıp, 50 mL etanol içinde çözünerek $1x10^{-3}$ M oranında troloks stok solüsyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan stok solüsyonundan 50, 100, 150, 200 ve 250 µL hacimlerinde alınarak absorbansları ölçülmüştür (Tablo 4.12).

Tablo 4.12: CUPRAC Deneyinde Seyreltilmiş Troloks Solüsyonlarının Absorbansları

Seyreltik Troloks Stok Solüsyonundan ($1x10^{-3}$ M) Alınan Hacimler (µL)	Troloksun 4,1 mL İçindeki Oranı (mg/mL)	Troloksun 4,1 mL İçindeki Oranı (M)	ABS.
50	0,003	0,0000122	0,1987
100	0,006	0,0000244	0,4001
150	0,009	0,0000366	0,6062
200	0,012	0,0000488	0,815
250	0,015	0,000061	1,0042

Seyreltilmiş troloks solüsyonlarından elde edilen absorbans değerlerine kalibrasyon eğrisi hazırlanmış (Şekil 4.7) ve bundan elde edilen formüle göre yaş kiraz meyvelerinde mg/g troloks eşdeğeri antioksidan miktarları bulunmuşur (Tablo 4.13).



Şekil 4.7: CUPRAC Deneyinde Troloks Kalibrasyon Eğrisi

Tablo 4.13: CUPRAC Deneyinde Elde Edilen Antioksidan Miktarları (mg/g yaş ağırlık)

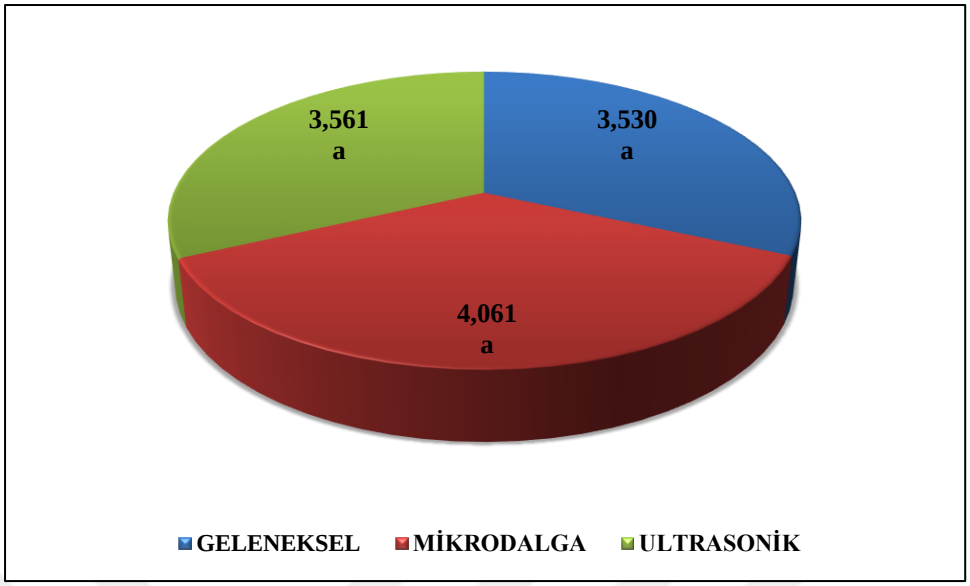
	GELENEKSEL a	MİKRODALGA a	ULTRASONİK a
REGİNA	3,289 ± 0,725 bcd	4,179 ± 0,692 cd	3,708 ± 0,933 cde
A8	4,515 ± 1,015 b	5,250 ± 1,049 bc	5,220 ± 0,547 bc
T4	3,580 ± 0,507 bc	3,407 ± 0,893 cde	3,793 ± 1,062 cd
T2	8,031 ± 0,985 a	7,491 ± 0,169 b	7,262 ± 0,702 ab
GM5	3,304 ± 0,805 bcd	3,498 ± 0,945 cde	3,809 ± 0,794 cd
SWEETHEART	1,726 ± 0,195 de	1,028 ± 0,205 e	0,853 ± 0,118 g
E5	6,472 ± 0,522 a	10,623 ± 0,628 a	7,958 ± 1,604 a
A1	2,661 ± 0,084 cde	4,061 ± 0,051 cd	3,304 ± 0,345 cdef
GM4	2,330 ± 0,188 cde	2,270 ± 0,327 de	2,046 ± 0,148 defg
1-1	2,772 ± 0,072 cde	4,041 ± 0,565 cd	2,664 ± 0,147 defg
Ş2	2,583 ± 0,151 cde	1,523 ± 0,052 de	1,646 ± 0,192 fg
GM6	2,983 ± 0,085 bcde	2,998 ± 0,202 cde	2,310 ± 0,206 defg
GM11	1,638 ± 0,186 e	2,431 ± 0,337 cde	1,718 ± 0,047 efg

a-g: Farklı harfe sahip gruplar arasında istatiksel olarak fark bulunmaktadır. ($p \leq 0.05$)

Elde edilen sonuçlara göre CUPRAC deneyinde en yüksek antioksidan miktarını veren kiraz çeşidi mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen E5 çeşidinin ekstresi olmuştur. E5 çeşidi 10,623 ± 0,628 mg/g troloks cinsinden toplam antioksidan miktarı vermiştir. Bu oran aynı zamanda istatistiki olarak diğer oranlardan farklılık göstermektedir (Tablo 4.13).

Piyasada çeşitlerinin sonuçları incelendiğinde, Regina çeşidi mikrodalga destekli ekstraksiyon yöneminde 4,179 ± 0,692 mg/g antioksidan miktarı verirken, Sweetheart çeşidi geleneksel ekstraksiyon yönteminde 1,726 ± 0,195 mg/g troloks cinsinden antioksidan oranı vermiştir.

Ekstraksiyon yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise mikrodalga ekstraksiyon yöntemi ortalama 4,061 mg/g ile ekstraksiyon yöntemleri arasında en yüksek oranı vermiştir. Ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ortalama 3,561 mg/g miktar verirken, geleneksel ekstraksiyon yöntemi ise ortalama 3,530 mg/g antioksidan miktarını vermiştir. Elde edilen bu sonuçlar arasında istatistiki bir anlamlılık gözlemlenmemiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: CUPRAC Deneyinde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması

4.4. CERAC

CERAC deneyinde test tüplerine 0,2 mL hacminde örnekler eklenerek prosedür yapılmış ve 320 nm dalga boyunda ölçümleri yapılmıştır (Tablo 4.14). Kör solüsyon absorbans değerleri her ekstraksiyon yönteminde 3 tekrarlı olarak ayrı ölçülürken, elde edilen kör absorbans değerlerinin ortalamasından, test solüsyonlarının absorbansları çıkarılarak örneklerin gerçek absorbans değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.15).

Tablo 4.14: CERAC Deneyinde Ölçülen Absorbans Değerleri

	REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11	KÖR
GELENEKSEL	0,723	0,739	0,701	0,403	0,772	0,762	0,531	0,72	0,71	0,77	0,76	0,68	0,72	0,88
	0,716	0,699	0,725	0,509	0,721	0,731	0,49	0,7	0,73	0,79	0,74	0,69	0,77	0,84
	0,706	0,74	0,712	0,388	0,743	0,724	0,503	0,69	0,73	0,76	0,74	0,71	0,73	0,88
MİKRODALGA	0,63	0,658	0,668	0,37	0,646	0,748	0,294	0,67	0,74	0,63	0,71	0,66	0,7	0,82
	0,629	0,648	0,618	0,361	0,661	0,737	0,361	0,64	0,78	0,62	0,73	0,65	0,67	0,79
	0,64	0,589	0,674	0,331	0,706	0,72	0,314	0,7	0,74	0,58	0,72	0,59	0,65	0,79
ULTRASONİK	0,689	0,629	0,724	0,396	0,729	0,742	0,306	0,66	0,71	0,72	0,76	0,74	0,75	0,83
	0,683	0,622	0,699	0,409	0,739	0,761	0,321	0,65	0,74	0,74	0,73	0,71	0,73	0,77
	0,675	0,598	0,725	0,461	0,704	0,795	0,305	0,67	0,76	0,71	0,75	0,73	0,73	0,82

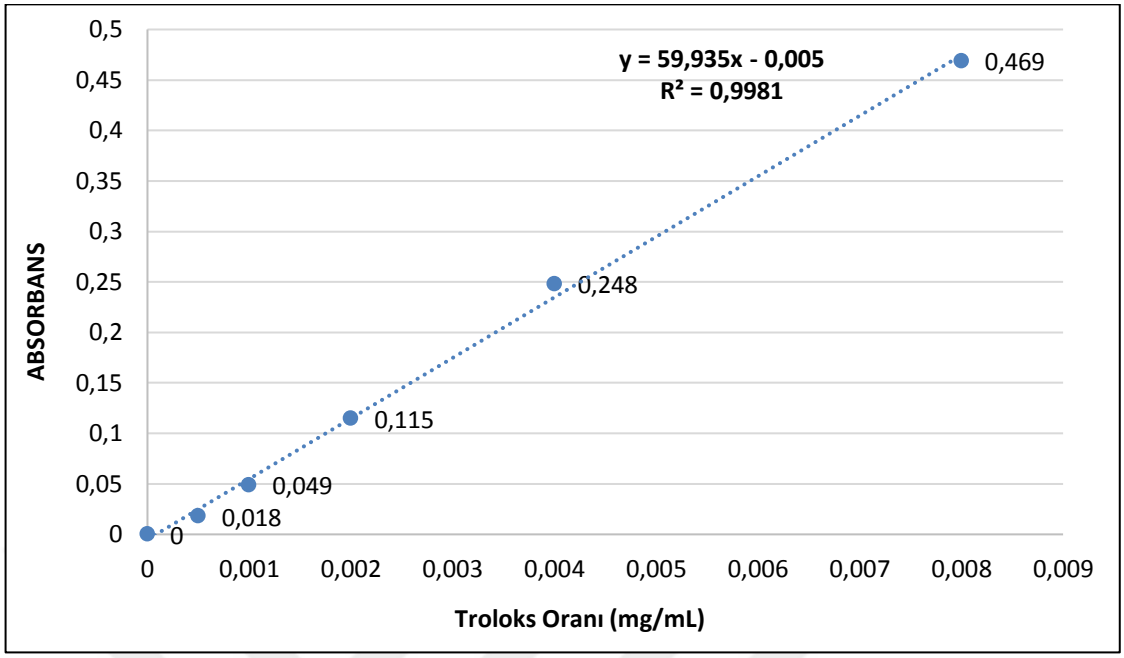
Tablo 4.15: CERAC Deneyinde Ölçülen Kör Değerinden Çıkarılmış Absorbans Değerleri

	REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11
GELENEKSEL	0,143	0,127	0,165	0,463	0,094	0,104	0,335	0,151	0,152	0,093	0,104	0,183	0,142
	0,150	0,167	0,141	0,357	0,145	0,135	0,376	0,168	0,141	0,078	0,129	0,176	0,094
	0,160	0,126	0,154	0,478	0,123	0,142	0,363	0,174	0,134	0,111	0,128	0,154	0,139
MİKRODALGA	0,170	0,142	0,132	0,430	0,154	0,052	0,506	0,128	0,059	0,174	0,090	0,144	0,098
	0,171	0,152	0,182	0,439	0,139	0,063	0,439	0,165	0,024	0,184	0,067	0,153	0,128
	0,160	0,211	0,126	0,469	0,094	0,080	0,486	0,101	0,059	0,217	0,083	0,211	0,153
ULTRASONİK	0,118	0,178	0,083	0,411	0,078	0,065	0,501	0,144	0,094	0,089	0,044	0,070	0,059
	0,124	0,185	0,108	0,398	0,068	0,046	0,486	0,162	0,068	0,071	0,077	0,100	0,077
	0,132	0,209	0,082	0,346	0,103	0,012	0,502	0,139	0,045	0,101	0,056	0,079	0,079

Kalibrasyon eğrisini oluşturmak için 10 mg troloks, 50 mL hacminde metanolde çözülerek troloks stok solüsyonu hazırlandı. Bu stok solüsyonlarından 25, 50, 100, 200 ve 400 µL hacimlerinde örnekler alınarak hazırlanan troloks solüsyonlarının absorbansları ölçülüp (Tablo 4.16), kalibrasyon eğrisi belirlenmiştir (Şekil 4.9). Kör solüsyon absorbansı 0,6 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.16: CERAC Deneyinde Seyreltik Troloks Çözeltilerinin Oranları ve Absorbans Değerleri

Stok Solüsyonundan (10 mg/50 mL) Uygulanan Hacimler (mL)	10 mL İçerisindeki Oranlar (mg/mL)	Ölçülen Absorbans 1	Ölçülen Absorbans 2	Ölçülen Absorbans 3	Ort. Absorbanslar	Kör Solüsyon Çıkarılmış Abs.
0,025	0,0005	0,575	0,585	0,585	0,582	0,018
0,05	0,001	0,548	0,556	0,55	0,551	0,049
0,1	0,002	0,524	0,472	0,458	0,485	0,115
0,2	0,004	0,352	0,355	0,35	0,352	0,248
0,4	0,008	0,128	0,13	0,135	0,131	0,469



Şekil 4.9: CERAC Deneyinde Oluşturulan Kalibrasyon Eğrisi

Tablo 4.17: CERAC Deneyi Sonucu Hesaplanan Antioksidan Miktarları (mg/g yaş ağırlık)

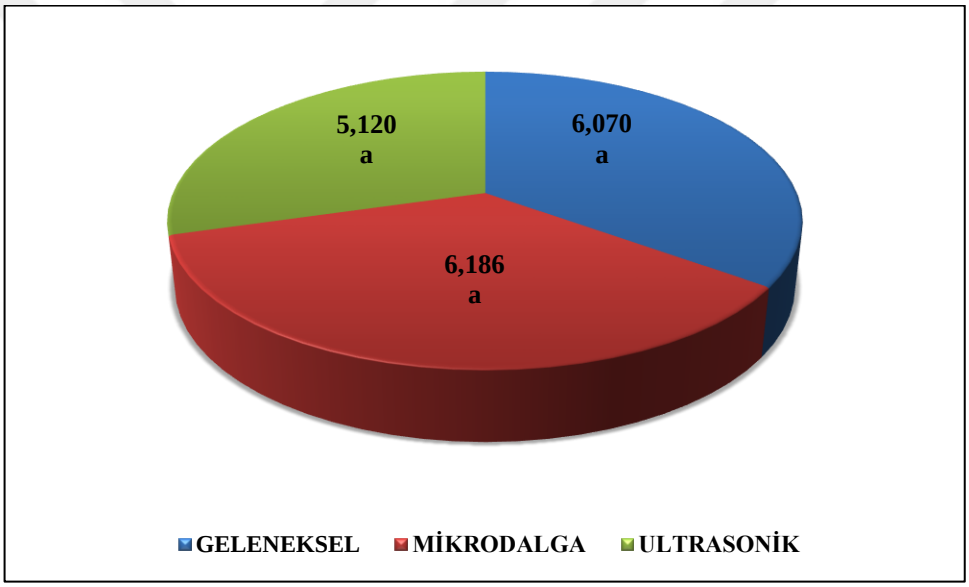
	GELENEKSEL a	MİKRODALGA a	ULTRASONİK a
REGİNA	5,206 ± 0,285 bc	5,74 ± 0,203 b	4,327 ± 0,234 de
A8	4,84 ± 0,78 bc	5,784 ± 1,244 b	6,529 ± 0,543 c
T4	5,284 ± 0,401 bc	5,061 ± 1,026 bc	3,203 ± 0,492 ef
T2	14,61 ± 2,2 a	15,05 ± 0,681 a	13,014± 1,148 b
GM5	4,193 ± 0,854 bc	4,472 ± 1,042 bcd	2,937 ± 0,602 ef
SWEETHEART	4,405 ± 0,675 bc	2,336 ± 0,471 de	1,535 ± 0,896 f
E5	12,113 ± 0,699 a	16,084 ± 1,148 a	16,729 ± 0,299 a
A1	5,651 ± 0,398 bc	4,549 ± 1,072 bcd	5,117 ± 0,404 cd
GM4	4,916 ± 0,303 bc	1,746 ± 0,674 e	2,469 ± 0,818 f
1-1	3,304 ± 0,551 c	6,563 ± 0,751 b	3,07 ± 0,504 ef
Ş2	4,182 ± 0,472 bc	2,836 ± 0,393 cde	2,136 ± 0,557 f
GM6	5,873 ± 0,505 b	5,817 ± 1,213 b	2,937 ± 0,514 ef
GM11	4,338 ± 0,897 bc	4,383 ± 0,919 bcde	2,558 ± 0,368 ef

a-f: Farklı harfe sahip gruplar arasında istatiksel olarak fark bulunmaktadır. ($p \leq 0.05$)

Sonuçlara göre CERAC deneyinde en yüksek antiokdisan miktarına sahip kiraz çeşidi E5 olmuştur. E5 çeşidi ultrasonik destekli ekstraksiyon yönteminde 16,729 ± 0,299 mg/g toplam antioksidan miktarı verdiği belirlenmiştir. Bu değerin aynı zamanda istatiksel olarak diğer değerlerden farklı olduğu görülmüştür (Tablo 4.17).

Piyasa çeşitlerinin sonuçları incelendiğinde Regina çeşidi mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminde 5,74 ± 0,203 mg/g antioksidan oranı verirken, Sweetheart çeşidi geleneksel ekstraksiyon yönteminde 4,405 ± 0,675 mg/g toplam antioksidan değeri vermiştir (Tablo 4.19).

Ekstraksiyon yöntemlerini kendi aralarında karşılaştırdığımızda, en yüksek miktarı ortalama 6,186 mg/g ile mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemi vermiştir. Geleneksel destekli ekstraksiyon yöntemi ortalama 6,070 mg/g miktar verirken, ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ortalama 5,12 mg/g miktar ile en düşük değeri vermiştir. Bu değerler arasında aynı zamanda istatistiki bir fark gözlemlenmemiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: CERAC Yönteminde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması

4.5. FRAP

FRAP deneyinde test tüplerine 50, 100 ve 200 µL hacimlerde koyulan örneklerin 595 nm dalga boylarında ölçümleri yapıldı. Kör solüsyon absorbansı 0,07 ölçüldü. Örneklerin kör absorbansı eksiltilmeden verdiği absorbans değerleri Tablo 4.18'de gösterilmiştir.

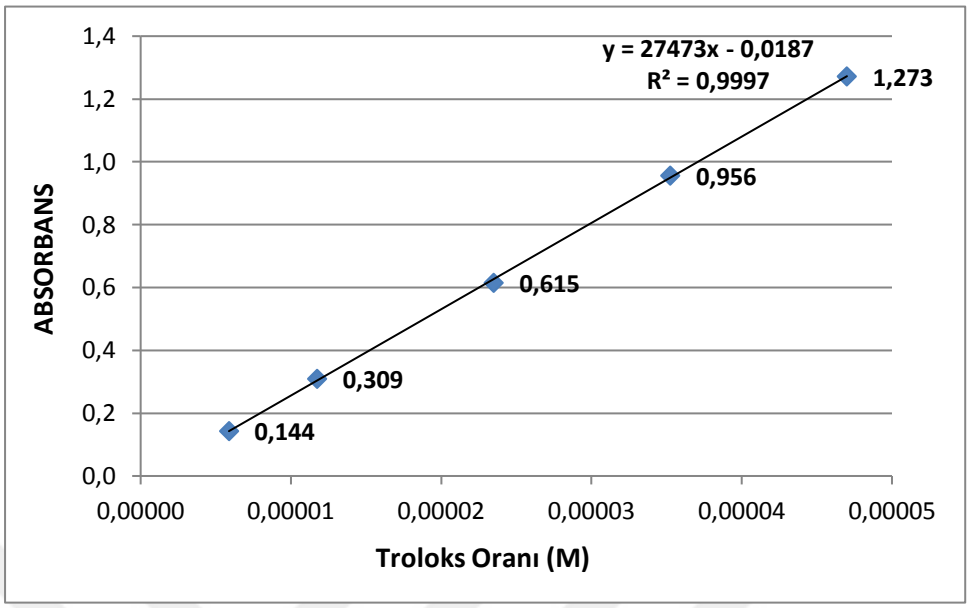
Tablo 4.18: FRAP Deneyinde Ölçülen Absorbans Değerleri

		REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11
GELENEKSEL	50µL	0,091	0,12	0,1	0,429	0,08	0,072	0,416	0,08	0,07	0,07	0,1	0,08	0,049
	100µL	0,133	0,17	0,14	0,563	0,13	0,117	0,526	0,15	0,12	0,11	0,16	0,15	0,094
	200µL	0,273	0,34	0,27	1,145	0,22	0,199	0,987	0,34	0,27	0,31	0,34	0,35	0,192
MİKRODALGA	50µL	0,139	0,15	0,08	0,377	0,09	0,056	0,492	0,18	0,08	0,15	0,06	0,11	0,081
	100µL	0,191	0,25	0,13	0,559	0,12	0,081	0,746	0,25	0,11	0,2	0,09	0,16	0,117
	200µL	0,384	0,5	0,22	1,046	0,23	0,119	1,427	0,45	0,2	0,41	0,17	0,31	0,213
ULTRASONİK	50µL	0,11	0,16	0,08	0,251	0,1	0,033	0,376	0,12	0,07	0,09	0,06	0,1	0,08
	100µL	0,17	0,25	0,12	0,523	0,13	0,054	0,742	0,16	0,12	0,17	0,12	0,15	0,191
	200µL	0,297	0,46	0,22	1,008	0,26	0,104	1,403	0,38	0,24	0,34	0,22	0,32	0,219

Kalibrasyon eğrisini belirlemek için 0,2 mg/mL yoğunluğunda troloks stok solüsyonu hazırlanmıştır. Bunlar ayrı test tüplerine 25, 50, 100, 200 ve 250 µL hacimlerinde eklenerek hazırlanan seyreltik solüsyonların absorbans değerleri ölçüldü (Tablo 4.19). Bu göre çıkan değerlere göre kalibrasyon eğrisi belirlendi (Şekil 4.11).

Tablo 4.19: Seyreltilmiş Troloks Solüsyonlarının Molarite ve Absorbans Değerleri

Stok Solüsyonundan (0,2 mg/mL) Alınan (µL)	3,4 mL içindeki oranı (mg/mL)	3,4 mL içindeki oranı (M)	Abs. 1	Abs. 2	Abs. 3	ORT.	Kör Solüsyon Çıkarılmış Abs.
25	0,001	0,000005876	0,222	0,224	0,219	0,222	0,144
50	0,003	0,000011751	0,394	0,387	0,38	0,387	0,309
100	0,006	0,000023502	0,679	0,706	0,693	0,693	0,615
150	0,009	0,000035253	1,009	1,042	1,051	1,034	0,956
200	0,012	0,000047004	1,32	1,38	1,352	1,351	1,273
Kör Abs.			0,078	0,078	0,079	0,078	



Şekil 4.11: FRAP Deneyinde Belirlenen Kalibrasyon Eğrisi

Kiraz örneklerindeki kalibrasyon eğrisinden elde edilen formüle göre hesaplanan troloks eşdeğeri toplam antioksidan miktarı mg/g yaş ağırlık olarak Tablo 4.20'de gösterilmiştir.

Tablo 4.20: FRAP Deneyinde Elde Edilen Antioksidan Miktarları (mg/g yaş ağırlık)

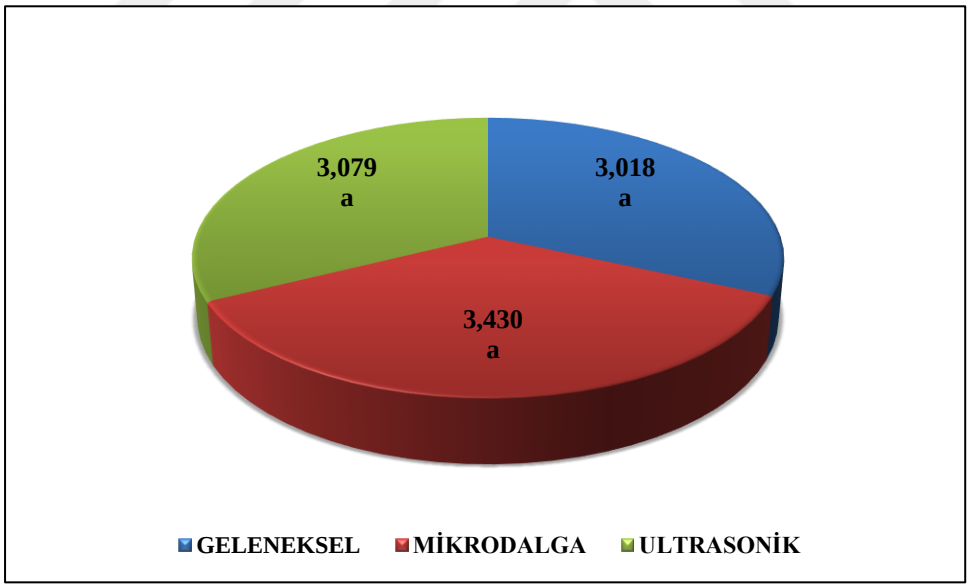
	GELENEKSEL a	MİKRODALGA a	ULTRASONİK a
REGİNA	2,135 ± 0,507 b	3 ± 0,788 b	2,494 ± 0,631 cd
A8	2,607 ± 0,649 b	3,605 ± 0,525 b	3,554 ± 0,751 c
T4	2,22 ± 0,627 b	1,953 ± 0,52 b	1,850 ± 0,429 de
T2	8,5 ± 2,24 a	7,853 ± 1,714 a	6,585 ± 0,195 b
GM5	1,914 ± 0,503 b	1,997 ± 0,672 b	2,114 ± 0,633 de
SWEETHEART	1,759 ± 0,454 b	1,313 ± 0,504 b	0,981 ± 0,27 e
E5	7,92 ± 2,49 a	10,362 ± 2,003 a	9,338 ± 0,492 a
A1	2,23 ± 0,197 b	3,696 ± 1,058 b	2,695 ± 0,641 cd
GM4	1,862 ± 0,229 b	1,788 ± 0,557 b	1,836 ± 0,302 de
1-1	1,902 ± 0,302 b	3,209 ± 0,885 b	2,375 ± 0,221 cde
Ş2	2,42 ± 0,409 b	1,48 ± 0,435 b	1,672 ± 0,177 de
GM6	2,247 ± 0,119 b	2,472 ± 0,624 b	2,358 ± 0,42 cde
GM11	1,460 ± 0,194 b	1,862 ± 0,541 b	2,172 ± 0,611 cde

a-e: Farklı harfe sahip gruplar arasında istatiksel olarak fark bulunmaktadır. ($p \leq 0.05$)

Sonuçlara göre FRAP deneyinde en yüksek troloks eşdeğeri toplam antioksidan oranını ortalama 10,362 ± 2,003 mg/g miktarla mikrodalga ekstraksiyon yöntemiyle ekstresi elde edilen E5 çeşidi vermiştir (Tablo 4.20). İstatistiki olarak bu sonucun diğerlerine göre anlamlı olduğu görülmüştür.

Piyasa çeşitlerimizden Sweetheart en yüksek oranını geleneksel ektraksiyon yönteminde 1,759 ± 0,454 mg/g ile verirken, Regina ise mikrodalga ekstraksiyon yönteminde 3 ± 0,788 mg/g antioksidan oranı vermiştir.

Ekstraksiyon yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise en yüksek oranı ortalama 3,430 mg/g ile mikrodalga destekli ekstraksyion yöntemi vermiştir. Ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ortalama 3,079 mg/g oranını verirken, geleneksel ekstraskiyon yöntemi ise orlama 3,018 mg/g oran verdiği belirlenmiştir (Şekil 4.11). Bu sonuçların istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.12: FRAP Deneyinde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması

4.6. DPPH

DPPH deneyi sonunda kör solüsyonun absorbansı 0,662 olarak bulunmuştur. Örneklerin elde edilen absorbans değerleri, kör solüsyonun absorbans değerinden çıkarılarak gerçek değerleri bulunmuştur. Örneklerin absorbans değerleri aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.21: DPPH Deneyinde Örneklerin Absorbans Değerleri

	REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11
GELENEKSEL	0,322	0,297	0,294	0,264	0,292	0,392	0,245	0,336	0,270	0,281	0,227	0,272	0,275
	0,289	0,210	0,310	0,298	0,292	0,396	0,256	0,342	0,282	0,279	0,250	0,278	0,285
	0,302	0,293	0,303	0,267	0,285	0,398	0,261	0,322	0,332	0,279	0,245	0,270	0,267
MİKRODALGA	0,316	0,279	0,289	0,260	0,348	0,285	0,170	0,250	0,300	0,267	0,272	0,312	0,296
	0,305	0,272	0,288	0,279	0,350	0,290	0,182	0,238	0,296	0,236	0,276	0,322	0,301
	0,296	0,273	0,289	0,250	0,346	0,286	0,173	0,239	0,299	0,232	0,268	0,321	0,280
ULTRASONİK	0,298	0,263	0,283	0,252	0,334	0,282	0,173	0,276	0,359	0,248	0,271	0,341	0,293
	0,309	0,269	0,295	0,255	0,338	0,284	0,178	0,284	0,353	0,261	0,282	0,329	0,29
	0,294	0,278	0,288	0,249	0,324	0,309	0,174	0,274	0,348	0,246	0,276	0,336	0,286

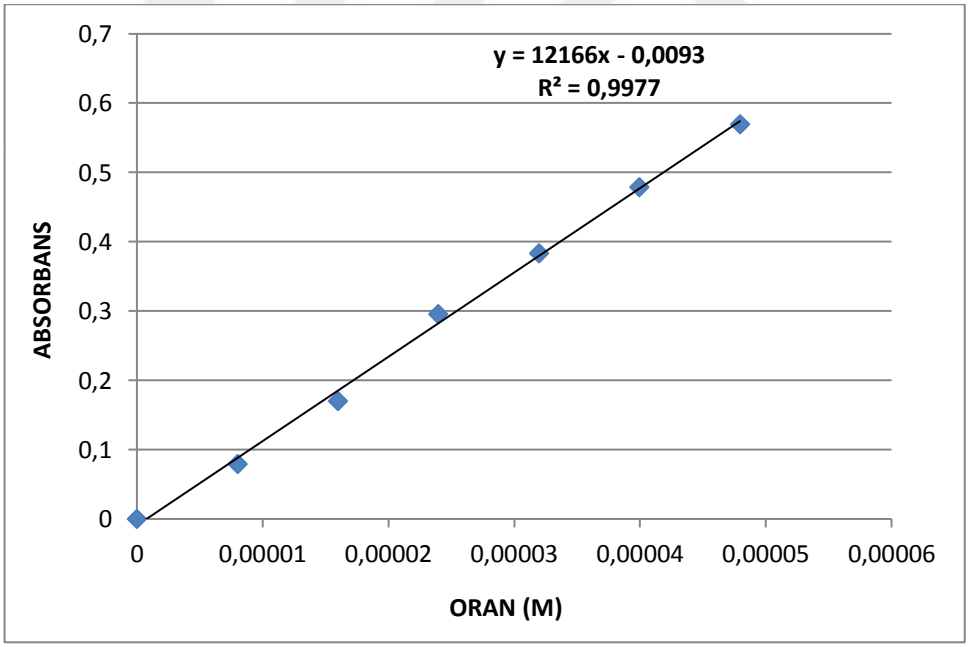
Tablo 4.22: DPPH Deneyinde Örneklerin Kör Absorbansı Çıkarılmış Değerleri

	REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11
GELENEKSEL	0,340	0,365	0,368	0,398	0,370	0,270	0,417	0,326	0,392	0,381	0,435	0,390	0,387
	0,373	0,452	0,352	0,364	0,370	0,266	0,406	0,320	0,380	0,383	0,412	0,384	0,377
	0,360	0,369	0,359	0,395	0,377	0,264	0,401	0,340	0,330	0,383	0,417	0,392	0,395
MİKRODALGA	0,346	0,383	0,373	0,402	0,314	0,377	0,492	0,412	0,362	0,395	0,390	0,350	0,366
	0,357	0,390	0,374	0,383	0,312	0,372	0,480	0,424	0,366	0,426	0,386	0,340	0,361
	0,366	0,389	0,373	0,412	0,316	0,376	0,489	0,423	0,363	0,430	0,394	0,341	0,382
ULTRASONİK	0,364	0,399	0,379	0,410	0,328	0,380	0,489	0,386	0,303	0,414	0,391	0,321	0,369
	0,353	0,393	0,367	0,407	0,324	0,378	0,484	0,378	0,309	0,401	0,380	0,333	0,372
	0,368	0,384	0,374	0,413	0,338	0,353	0,488	0,388	0,314	0,416	0,386	0,326	0,376

Kalibrasyon eğrisinin belirlenmesi için 10 mg troloks, 10 mL ($4x10^{-4}$ M) metanol içinde çözünmüştür. Seyreltik solüsyonların hazırlığı için, hazırlanan solüsyondan 0,1 – 0,6 mL arası hacimlerde alınarak 5 mL'e metanol ile tamamlanmıştır. Hazırlanan seyreltik solüsyonların deney prosedürü uygulandıktan sonra absorbansları ölçülerek molar cinsinden değerleri hesaplanarak kalibrasyon eğrisi belirlenmiştir.

Tablo 4.23: DPPH Deneyinde Seyreltik Troloks Solüsyonlarının Absorbansları

Stok Solüsyonundan (10mg/ 10mL) Alınan (mL)	5 mL İçindeki Yoğunluğu (mg/mL)	0,2 mL İçindeki Yoğunluğu (M)	0,2 mL İçindeki Yoğunluğu (mg/mL)	Abs.	Kör Solüsyon Çıkarılmış Abs.
0,1	0,02	0,00000799	0,002	0,583	0,079
0,2	0,04	0,0000160	0,004	0,492	0,170
0,3	0,06	0,000024	0,006	0,367	0,295
0,4	0,08	0,0000320	0,008	0,278	0,384
0,5	0,1	0,00004	0,01	0,183	0,479
0,6	0,12	0,0000479	0,012	0,092	0,570



Şekil 4.13: DPPH Deneyinde Troloks Kalibrasyon Eğrisi

Tablo 4.24: DPPH Deneyine Elde Edilen Antioksidan Miktarları (mg/g)

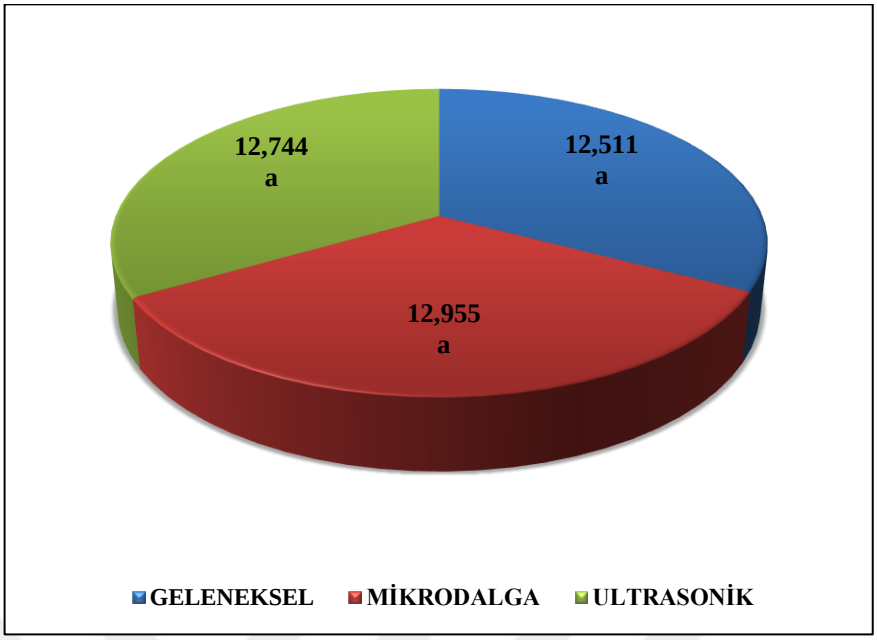
	GELENEKSEL a	MİKRODALGA a	ULTRASONİK a
REGİNA	12,079 ± 0,547 bc	12,035 ± 0,33 fg	12,211 ± 0,256 e
A8	13,319 ± 1,617 ab	13,056 ± 0,125 cde	13,209 ± 0,249 bc
T4	12,145 ± 0,264 bc	12,595 ± 0,19 def	12,595 ± 0,198 cde
T2	13,001 ± 0,620 ab	13,44 ± 0,485 bc	13,802 ± 0,099 b
GM5	12,562 ± 0,133 abc	10,642 ± 0,066 h	11,169 ± 0,237 f
SWEETHEART	9,081 ± 0,095 d	12,65 ± 0,087 cdef	12,496 ± 0,495 de
E5	13,736 ± 0,269 ab	16,337 ± 0,206 a	16,337 ± 0,087 a
A1	11,125 ± 0,338 c	14,012 ± 0,219 b	12,946 ± 0,174 cd
GM4	12,398 ± 1,082 abc	12,277 ± 0,069 efg	10,466 ± 0,181 g
1-1	12,891 ± 0,038 abc	14,032 ± 0,631 b	13,813 ± 0,268 b
Ş2	14,175 ± 0,398 a	13,143 ± 0,131 cd	13,001 ± 0,181 cd
GM6	13,1 ± 0,137 ab	11,618 ± 0,181 g	11,059 ± 0,198 fg
GM11	13,023 ± 0,297 ab	12,474 ± 0,361 def	12,562 ± 0,116 cde

a-g: Farklı harfe sahip gruplar arasında istatiksel olarak fark bulunmaktadır. ($p \leq 0.05$)

Tablo 4.24'de görülen sonuçlara göre E5 çeşidi hem mikrodalga hem ultrasonik destekli ekstraksiyon yönteminde 16,337 mg/g troloks eşdeğeri yaş ağırlık toplam antioksidan oranı ile en yüksek değeri vermiştir. Bu değerin istatistiki olarak diğer değerlere göre farklı olduğu tespit edilmiştir.

Piyasa çeşitlerinden Sweetheart mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminde 12,65 ± 0,087 mg/g antioksidan değeri verirken, Regina çeşidi 12,211 ± 0,256 mg/g toplam antioksidan değeri verdiği görülmüştür.

Ekstraksiyon yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında mikrodalga ekstraksiyon yöntemi 12,955 mg/g troloks eşdeğeri antioksidan miktarı ile en yüksek oranı vermiştir. Diğer yöntemlerden ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi 12,744 mg/g değer verirken, geleneksel ekstraksiyon yöntemi ise 12,511 mg/g toplam antioksidan değeri vermiştir (Şekil 4.14). Bu değerlerin arasında istatistiki bir fark görülmemiştir.



Şekil 4.14: DPPH Deneyinde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması

4.7. ABTS

ABTS deneyinde her örnekten 20'er µL alınıp, ABTS reaktifiyle 200 µL'e tamamlanıp, 6 dakika sonra 734 nm dalga boyunda ölçümleri yapıldı. Test solüsyonlarının absorbans değerleriyle, kör solüsyonlarından çıkarılmış absorbans değerleri aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.25: ABTS Deneyinde Ölçülen Dalga Boyları

	REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11	KÖR	KÖR ORT.
GELENEKSEL	0,561	0,53	0,544	0,44	0,57	0,554	0,462	0,5	0,56	0,54	0,53	0,54	0,565	0,62	0,623
	0,554	0,524	0,542	0,46	0,56	0,569	0,404	0,51	0,56	0,48	0,58	0,55	0,571	0,61	
	0,552	0,529	0,544	0,42	0,57	0,544	0,435	0,49	0,55	0,54	0,53	0,55	0,573	0,63	
MİKRODALGA	0,548	0,525	0,552	0,37	0,56	0,587	0,36	0,5	0,58	0,53	0,56	0,53	0,563	0,6	0,602
	0,528	0,498	0,564	0,43	0,55	0,584	0,364	0,49	0,57	0,51	0,56	0,53	0,551	0,6	
	0,533	0,485	0,566	0,38	0,56	0,59	0,357	0,48	0,57	0,54	0,57	0,53	0,553	0,6	
ULTRASONİK	0,526	0,5	0,554	0,45	0,55	0,57	0,36	0,51	0,57	0,55	0,56	0,54	0,553	0,59	0,588
	0,53	0,485	0,564	0,41	0,54	0,574	0,354	0,51	0,57	0,54	0,55	0,55	0,555	0,59	
	0,52	0,486	0,54	0,42	0,55	0,572	0,358	0,52	0,54	0,54	0,56	0,55	0,547	0,58	

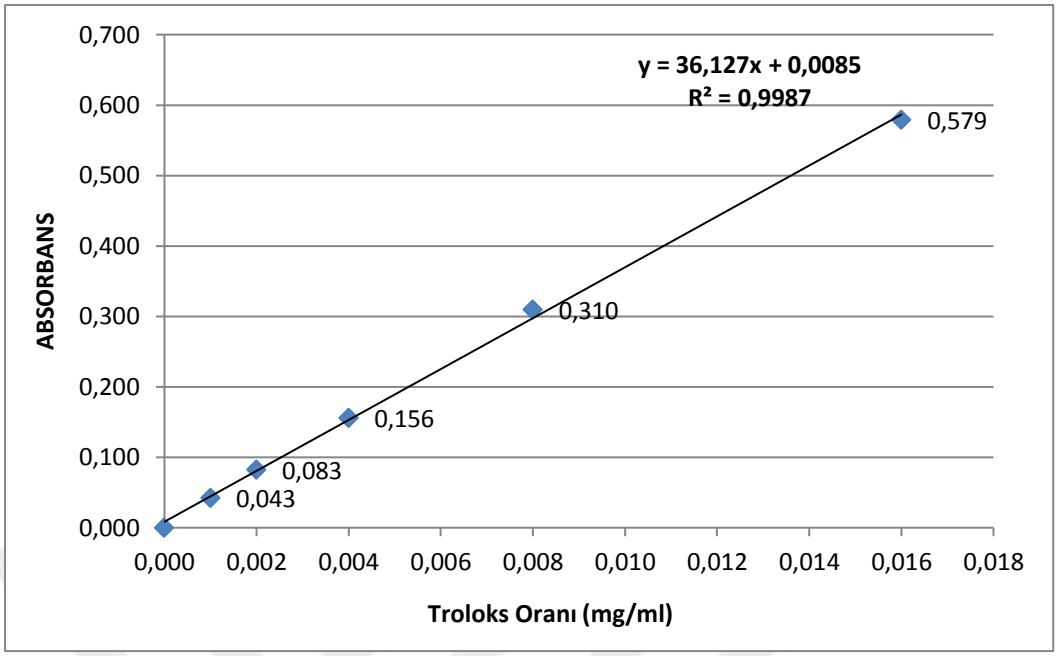
Tablo 4.26: ABTS Deneyinde Kör Solüsyon Çıkarılmış Absorbanslar

	REGİNA	A8	T4	T2	GM5	SWEETHEART	E5	A1	GM4	1-1	Ş2	GM6	GM11
GELENEKSEL	0,062	0,093	0,079	0,183	0,058	0,069	0,161	0,123	0,066	0,079	0,092	0,087	0,058
	0,069	0,099	0,081	0,166	0,065	0,054	0,219	0,114	0,063	0,139	0,048	0,074	0,052
	0,071	0,094	0,079	0,204	0,057	0,079	0,188	0,131	0,075	0,085	0,097	0,076	0,050
MİKRODALGA	0,054	0,077	0,050	0,231	0,046	0,015	0,242	0,098	0,027	0,071	0,046	0,073	0,039
	0,074	0,104	0,038	0,175	0,048	0,018	0,238	0,108	0,034	0,089	0,043	0,074	0,051
	0,069	0,117	0,036	0,218	0,039	0,012	0,245	0,119	0,029	0,059	0,031	0,075	0,049
ULTRASONİK	0,062	0,088	0,034	0,138	0,042	0,018	0,228	0,082	0,016	0,043	0,026	0,051	0,035
	0,058	0,103	0,024	0,182	0,051	0,014	0,234	0,074	0,022	0,044	0,037	0,043	0,033
	0,068	0,102	0,048	0,173	0,041	0,016	0,230	0,072	0,051	0,052	0,029	0,040	0,041

Kalibrasyon eğrisi için 10 mg troloks, 10 mL metanolde çözünerek seyreltik troloks stok çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan stok çözeltisinden 100, 200, 400, 800 ve 1600 µL hacimlerinde alınıp 10 mL'e seyreltilmiştir. Seyreltik troloks solüsyonlarına deneyin prosedürü uygulandıktan sonra gözlenen oran, absorbans (Tablo 4.27) ve kalibrasyon eğrisi belirlenmiştir (Şekil 4.14).

Tablo 4.27. ABTS Deneyin Troloks Çözeltilerinin Absorbansları

Stok Solüsyonundan (10 mg/10 mL) Alınan (mL)	10 mL İçindeki Oran (mg/mL)	0,2 mL içindeki Yoğunluğu (M)	0,2 mL içindeki Yoğunluğu (mg/mL)	Abs.	Kör Solüsyon Çıkarılmış Abs.
0,1	0,01	0,000004	0,001	0,580	0,043
0,2	0,02	0,000008	0,002	0,540	0,083
0,4	0,04	0,000016	0,004	0,467	0,156
0,8	0,08	0,000032	0,008	0,313	0,310
1,6	0,16	0,000064	0,016	0,044	0,579



Şekil 4.14: ABTS Deneyinde Troloks Kalibrasyon Eğrisi

Belirlenen kalibrasyon eğrisindeki formüle göre kiraz örneklerinde hesaplanan troloks eşdeğeri toplam antioksidan miktarı mg/g yaş ağırlık cinsinden belirlenmiştir (Tablo 4.24).

Tablo 4.28: ABTS Deneyine Göre Hesaplanan Toplam Antioksidan Miktarları (mg/g yaş ağırlık)

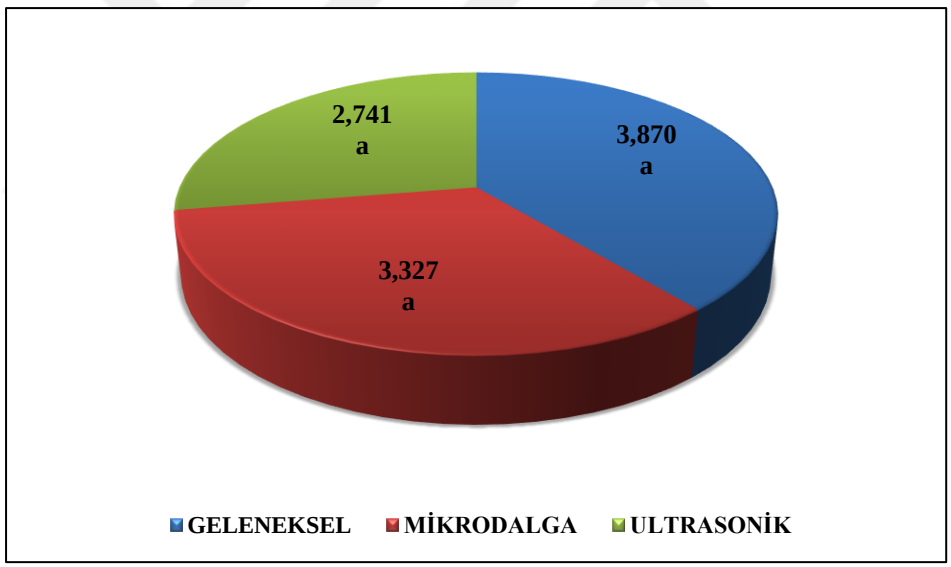
	GELENEKSEL a	MİKRODALGA a	ULTRASONİK a
REGİNA	2,606 ± 0,209 c	2,532 ± 0,461 cde	2,399 ± 0,223 de
A8	3,846 ± 0,142 bc	4,023 ± 0,904 bc	3,949 ± 0,371 c
T4	3,1518 ± 0,051 bc	1,454 ± 0,335 def	1,188 ± 0,534 efg
T2	7,787 ± 0,843 a	8,835 ± 1,298 a	6,902 ± 1,029 b
GM5	2,281 ± 0,193 c	1,587 ± 0,209 def	1,602 ± 0,244 efg
SWEETHEART	2,606 ± 0,557 c	0,288 ± 0,133 f	0,332 ± 0,089 g
E5	8,009 ± 1,285 a	10,327 ± 0,156 a	9,839 ± 0,135 a
A1	5,056 ± 0,377 b	4,421 ± 0,465 b	2,989 ± 0,234 cd
GM4	2,635 ± 0,277 c	0,952 ± 0,16 ef	0,937 ± 0,829 fg
1-1	4,097 ± 1,464 bc	2,857 ± 0,67 bcd	1,676 ± 0,218 def
Ş2	3,122 ± 1,194 bc	1,395 ± 0,352 def	0,982 ± 0,252 fg
GM6	3,122 ± 0,310 bc	2,9 ± 0,044 bcd	1,602 ± 0,252 efg
GM11	1,986 ± 0,184 c	1,676 ± 0,285 def	1,233 ± 0,184 efg

a-g: Farklı harfe sahip gruplar arasında istatiksel olarak fark bulunmaktadır. ($p \leq 0.05$)

Hesaplanan değerlere göre en yüksek antioksidan miktarı, 10,327 ± 0,156 mg/g troloks eşdeğeri toplam antioksidan oranı ile E5 çeşidi vermiştir. Bu sonucun aynı zamanda istatistiki olarak diğer türlerin sonuçlarına göre farklı olduğu görülmüştür (Tablo 4.28).

Piyasa çeşitlerinin sonuçları incelendiğinde ise Regina ve Sweetheart çeşitlerinin geleneksel ekstraksiyon yönteminde 2,606 mg/g antioksidan oranı verdiği belirlenmiştir (Tablo 4.28).

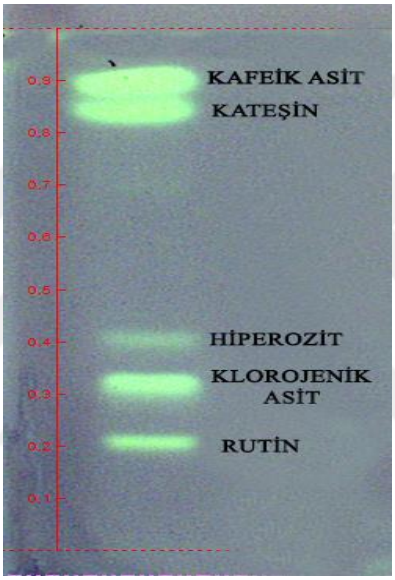
Ekstraksiyon yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında en yüksek oranı ortalama 3,870 mg/g miktarla geleneksel ekstraksiyon yöntemi verirken; mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemi 3,327 mg/g, ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi ise ortalama 2,741 mg/g toplam antioksidan oranı verdiği belirlenmiştir (Şekil 4.16). Gözlemlenen bu değerler arasında istatistiki bir fark belirlenmemiştir.



Şekil 4.16: ABTS Yönteminde Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırması

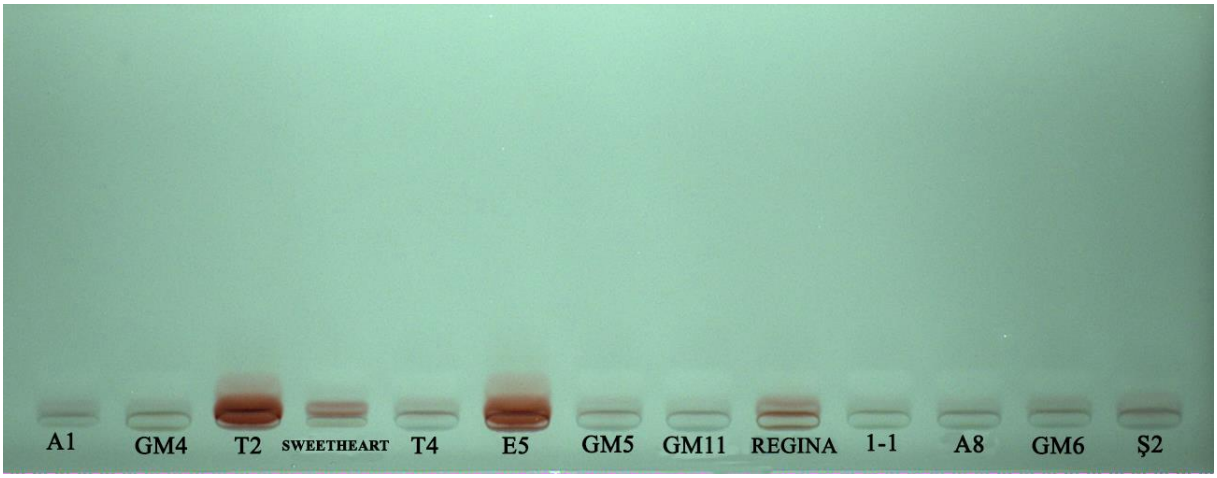
4.8. DPPH-HPTLC

DPPH-ABTS prosedüründe plakalar üzerinde rutin, klorojenik asit, hiperozit, kateşin ve kafeik asit olmak üzere 5 standart madde incelenmiştir. Bunların plakalar üzerinde ki yerlerini incelediğimizde, kullanılan tank solvanına göre referansların arasında en düşük R_f değerine sahip yani plağın en aşağı tarafında ayrılan referans rutindir (R_f ~0,2). Onun üzerinde sırasıyla klorojenik asit (R_f ~0,32), hiperozit (R_f ~0,4), kateşin (R_f ~0,83) ve kafeik asit (R_f ~0,89) referansları görülmektedir (Şekil 4.17).



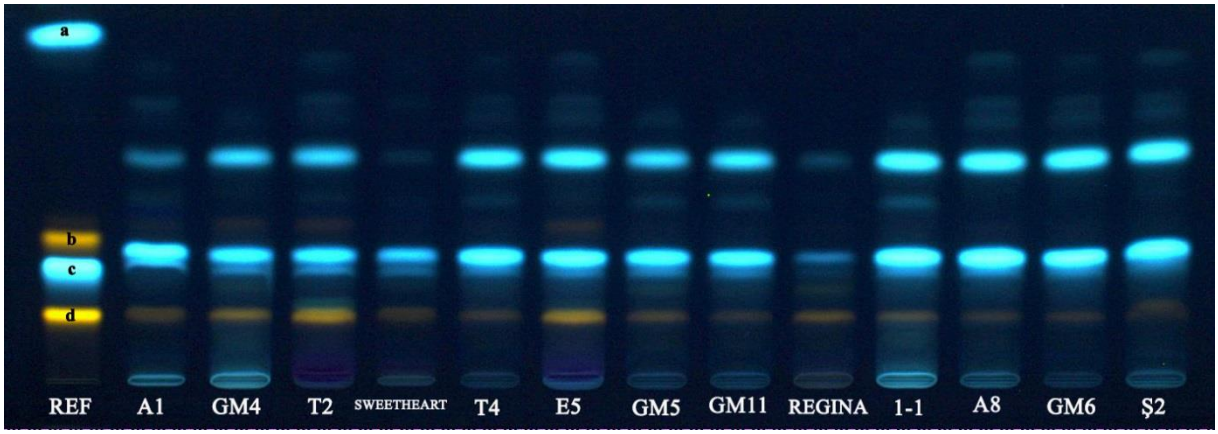
Şekil 4.17: Referans Maddelerin Plaka Üzerindeki Yerleri

Ekstraksiyon yöntemleri farklı plakalar üzerine tatbik edildiğinden her yöntem kendi içinde değerlendirilip, ekstraksiyon yöntemleri arasında değerlendirmesi yapılmamıştır. Geleneksel ekstraksiyon yöntemindeki örneklerin plakalara tatbik edildikten sonra herhangi bir reaktif ile temas edilmeden direk beyaz ışık altında, NP/PEG reaktifine daldırıldıktan sonra 366 nm dalga boyunda UV ışığı altında ve DPPH solüsyonuna batırıldıktan sonra ki fotoğrafları şu şekildedir:



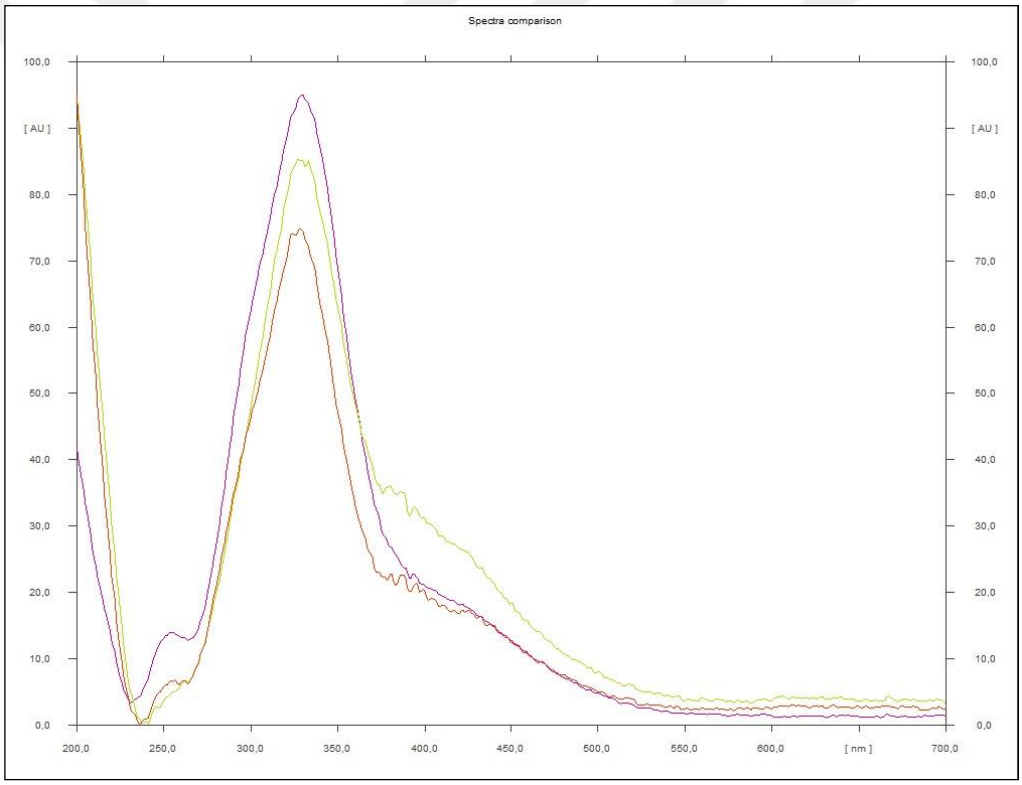
Şekil 4.18: Geleneksel Ekstraksiyon Örneklerin Beyaz Işık Plaka Resmi

Geleneksek ekstraksiyon örneklerinin tatbik edildiği plakaları incelendiğinde, beyaz ışık altında çekilen resimde T2 ve E5 örneklerinin dip tarafında yoğun bir kırmızı madde görülmektedir (Şekil 4.18). Bu kırmızı madde 520 nm dalga boyunda en yüksek absorbansı verebilmekte ve plakalar üzerinde herhangi bir renklendirici ajana gerek durmadan beyaz ışık üzerinde renk verebilmektedir. Bu özellikleri sebebiyle bu maddenin antosiyanin olduğu söylenebilir. İnce tabaka kromatografi çalışmalarında plakalar üzerindeki o maddenin kalınlığı da, tatbik edilen solüsyonun yapısında o maddenin yoğunluğu hakkında gözlemsel olarak veri verebilmektedir. Monomerik antosiyanin tayini deneyinde en yüksek oranı veren iki çeşit T2 ve E5 olduğundan, bu sonuç gözlemsel yorumu doğrulamaktadır.



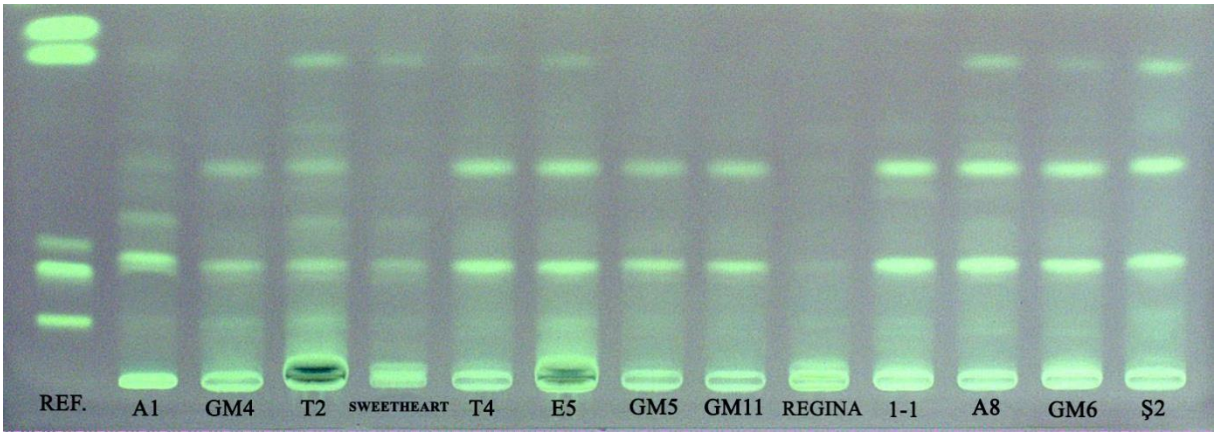
Şekil 4.19: Geleneksel Ekstraksiyon Örneklerin NP/PEG 366 nm Plaka Resmi (a: Kafeik Asit, b: Hiperosit, c: Klorojenik Asit, d: Rutin)

NP/PEG reaktifine daldırıldıktan sonra 366nm dalga boyunda UV ışığında plak incelendiğinde tüm kiraz çeşitlerinde rutin kimyasalı görülmektedir (Şekil 4.19). Klorojenik asit referansının üzerinde aynı R_f değerine sahip olmayan fakat hem klorojenik asit ile aynı dalga boyunda en yüksek absorbansı verip (328 nm), hem de aynı rengi veren iki mavi madde görülmektedir (Şekil 4.20). Bu özelliklere göre bu maddelerin hidroksisinnamik asit sınıfı maddeler olduğu söylenebilir. Şekil 4.19'a bakıldığında kirazların yapısında yoğun olarak hidroksisinnamik asit olduğu görülmektedir. Fakat piyasa çeşitleri olan Regina ve Sweetheart çeşitlerinde hidroksisinnamik asit kalınlığının az olduğu, bununda bize hidroksisinnamik asitin diğer çeşitlere göre daha az olduğu sonucunu çıkarmaktadır.



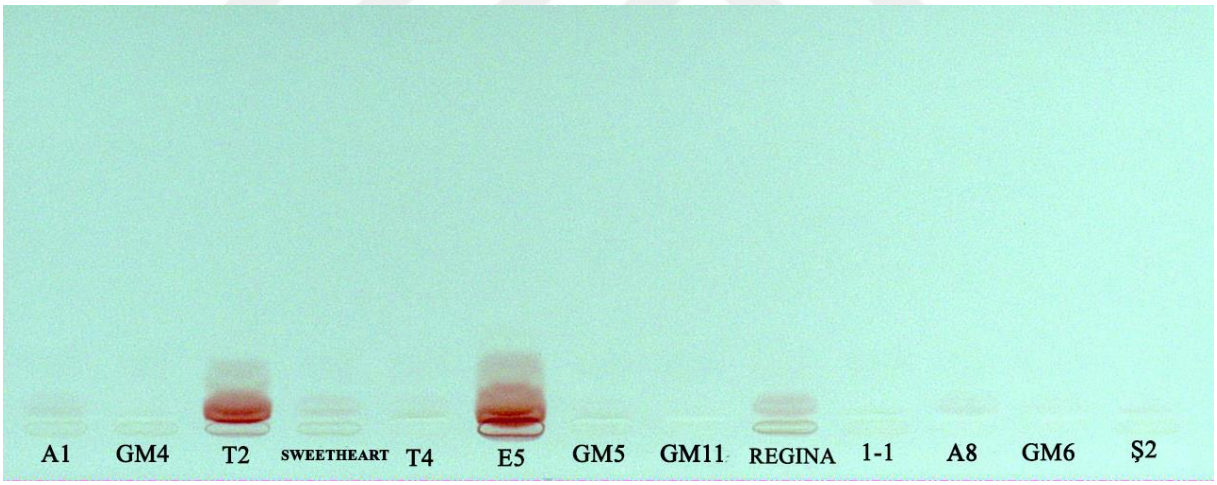
Şekil 4.20: Hidroksisinnamik Asit Sınıfı Maddelerin Spektrumları

DPPH solüsyonuna batırıldıktan kiraz örneklerinin yapısındaki antioksidan özelliğine sahip maddeler sarı renge boyanmıştır (Şekil 4.21). Plağa göre çeşitlerin yapısındaki antioksidan özelliğine sahip maddelerin kalınlık oranları değişmekle birlikle, T2 ve E5 gibi yüksek toplam antioksidan özelliğine sahip çeşitlerin bu sonuca yapısında yoğun olarak bulunan antosiyaninler sayesinde ulaştığı sonucu çıkarılabilir.



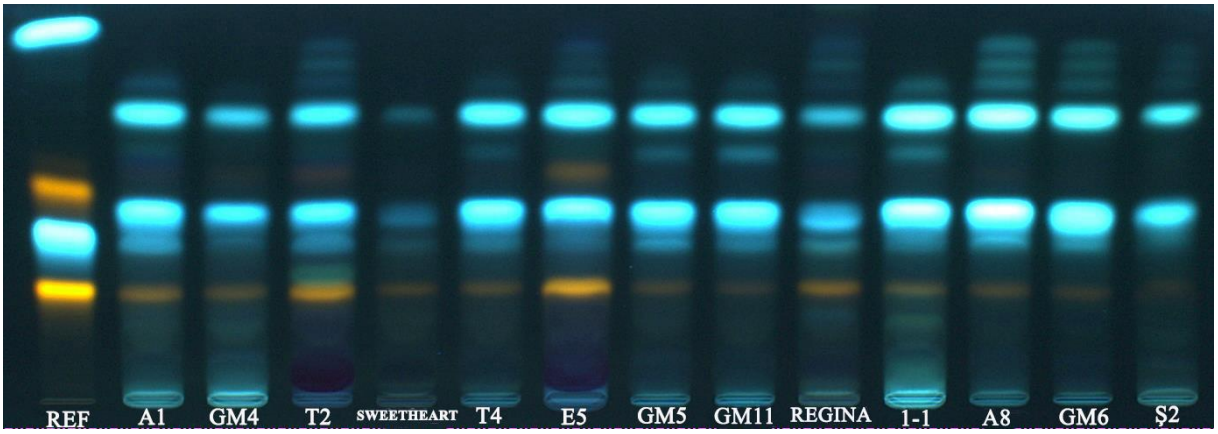
Şekil 4.21: Geleneksel Ekstraksiyon Örneklerin DPPH Sonrası Plaka Resmi

Mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen kiraz ekstrelerinin fotoğraflarına bakıldığında, beyaz ışık altında gene E5 ve T2 çeşitlerinde kalın antosiyanin pikleri görülmektedir (Şekil 4.22).



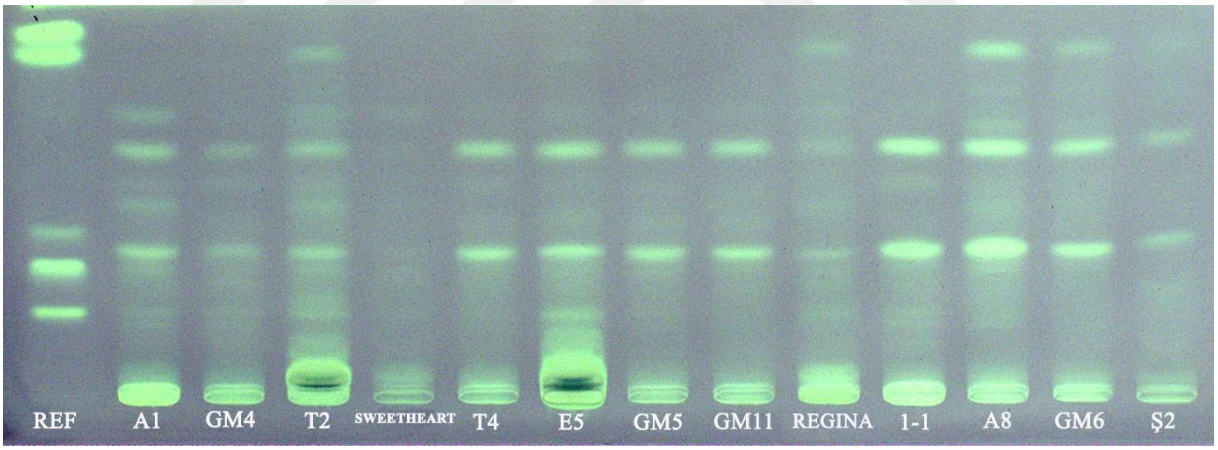
Şekil 4.22: Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Örneklerin Beyaz Işık Plaka Resmi

NP/PEG reaktifine daldırıldıktan sonra 366 nm dalga boyuna sahip UV ışığı altında plak incelendiğinde gene rutin ve hidroksisinnamik asit, örneklerde yoğun olarak görülmektedir. Piyasa çeşitlerine bakıldığında ise Sweetheart ve Regina çeşitlerinin özellikle hidroksisinnamik asit piklerinin yoğunluğunun az olduğu görülmekte, bununda fenolik maddeler açısından diğer çeşitlere göre zayıf olduğunu söyleyebiliriz (Şekil 4.23).



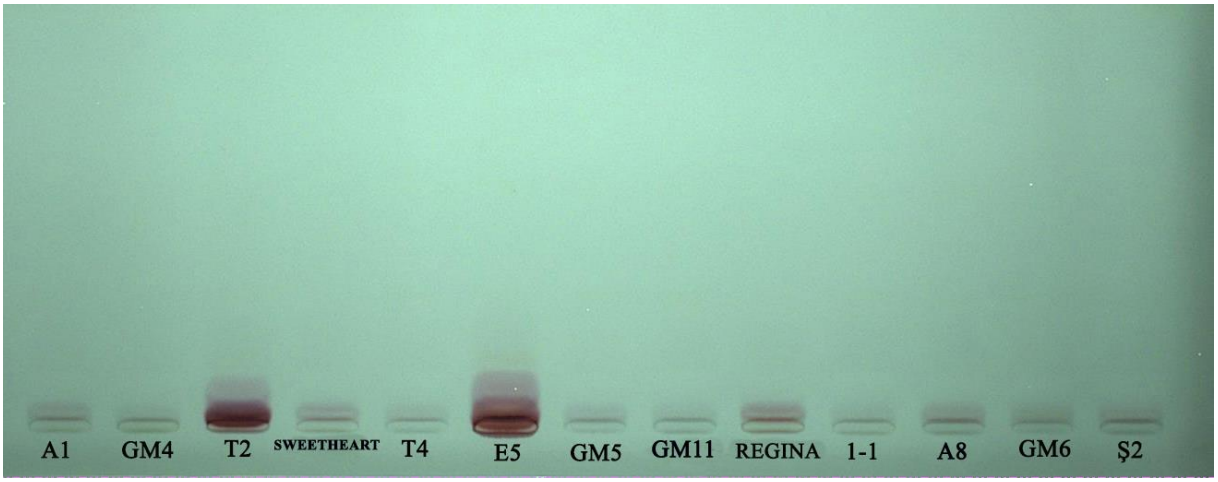
Şekil 4.23: Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Örneklerinin NP/PEG 366nm Plaka Resmi

Mikrodalga destekli ekstraksiyon ekstrelerinin DPPH solüsyonuna batırıldıktan sonraki resimler incelendiğinde, kiraz meyvesinin yapısındaki hidroksisinnamik asit sınıfı maddelerin, antosiyanin sınıfı maddelerin ve kateşinin en yüksek antioksidan özelliğine sahip maddeler olduğu görülmektedir (Şekil 4.24).



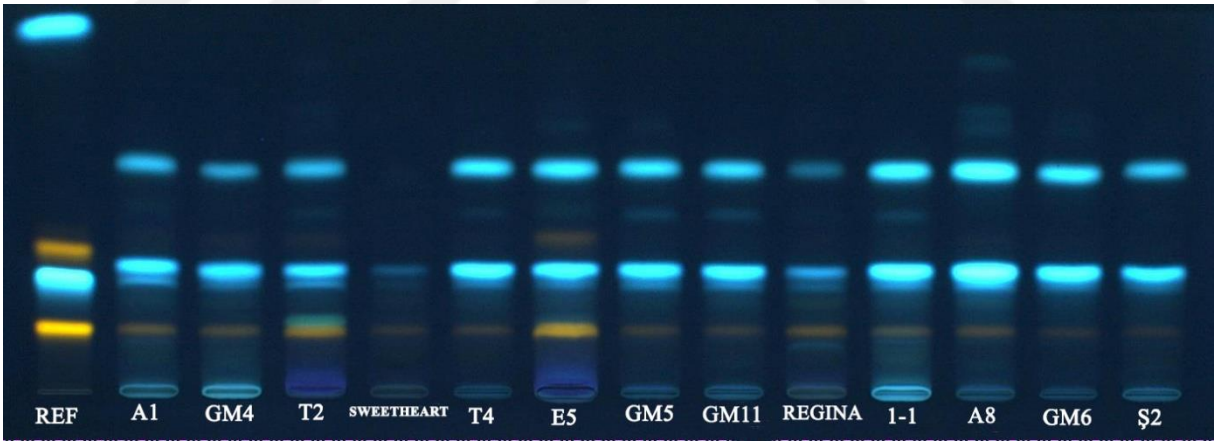
Şekil 4.24: Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Örneklerinin DPPH Sonrası Plaka Resmi

Ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen ekstrelerin tatbiki sonucunda çekilen fotoğraflarda önceki iki ekstraksiyon yöntemlerine göre benzer görentüler vermiştir. Beyaz ışıkta bakıldığında T2 ve E5 türlerinde kırmızı antosiyanin pikleri yoğun olarak görülmektedir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25: Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Örneklerinin Beyaz Işık Plaka Resmi

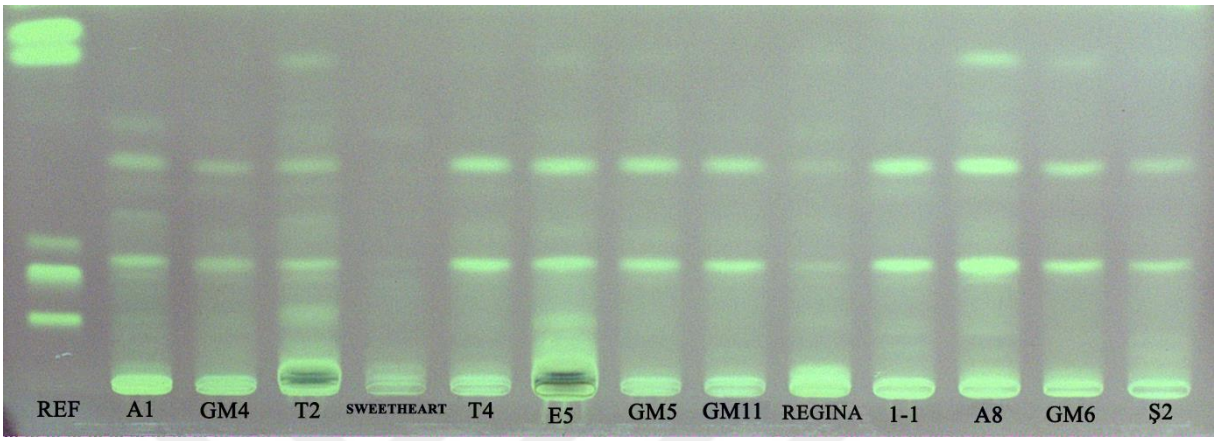
NP/PEG reaktifi daldırıldıktan sonra çekilen fotoğrafa bakıldığında ise ayrılan maddeler arasında rutin ve hidroksisinnamik asit sınıfı maddelerin gene yoğun olarak görülmektedir. Piyasa çeşitlerimizden Sweetheart ve Regina çeşitlerinin yapısında bulunan hidroksisinnamik asit miktarlarının zayıflığı burada da görülmektedir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26: Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Örneklerinin NP/PEG 366nm Plaka Resmi

DPPH reaktifine daldırıldıktan sonra ortaya çıkan sarı pikler incelendiğinde beyaz ışık ve NP/PEG daldırıldıktan sonra görülmeyen kateşin piki antioksidan özelliğe sahip olduğu için DPPH ile temas edildiğinde özellikle T2 ve E8 çeşitlerinde diğer çeşitlere fazla olduğu görülmektedir. Diğer maddelere bakıldığında gene antosiyanin, rutin ve hidroksisinnamik asitlerin ultrasonik ekstraksiyon yönteminde de en fazla antioksidan etki yaptığı

görülebilmektedir. Piyasa çeşitlerimiz olan Sweetheart ve Regina çeşitlerinde ise sarı piklerin yoğunluğunun oldukça az olduğu söylenebilir. Standartların arasında bulunan hiperozit referansı ise 3 ekstraksiyon yönteminde de plakalarda görülememiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27: Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Örneklerinin DPPH Sonrası Plaka Resmi

4.9. LC-MS/MS

Tablo 4.29: LC-MS/MS Sonuçlarına Göre Ölçülen Madde Miktarları (µg/Kg)

	T2	A8	SWEETHEART	A1	GM6	T4	E5	REGINA	GM4	GM11	GM5	1-1	S2	ORT.
Gallic Acid	6,30	5,57	1,14	1,86	6,35	3,57	5,17	3,32	5,09	5,27	13,87	1,59	3,15	4,79
2,5-Dihydroxybenzoic Acid	134,13	54,47	0,00	4,11	24,32	13,34	29,27	5,63	30,41	15,31	214,69	23,85	17,37	43,61
Protocatechuic Acid	447,07	124,39	118,14	41,99	140,15	77,68	223,67	244,18	56,49	60,95	101,11	33,70	79,64	134,55
Caffeic Acid	108,52	519,18	0,00	8,80	213,81	210,69	127,23	0,00	196,41	309,19	1064,83	177,78	344,11	252,35
Syringic Acid	12,83	19,14	0,00	27,28	0,00	19,07	0,00	6,15	12,67	22,25	44,62	0,00	5,01	13,00
Salicyclic Acid	21,95	15,30	18,05	17,61	2,31	18,94	18,26	31,89	17,44	16,09	40,07	13,92	72,77	23,43
Chlorogenic Acid	12085,13	8510,78	3056,15	9135,01	2896,98	3946,46	6524,90	2044,76	8652,35	6210,29	5196,30	8299,17	5098,99	6281,33
Catechin	2407,87	1389,72	2055,95	162,74	1277,75	839,79	1215,01	1772,00	128,49	396,99	362,44	82,90	1614,71	1054,34
Rutin	20722,60	5511,47	5675,51	4255,38	2141,28	4493,70	5931,03	5691,42	8119,12	3102,06	3432,57	3896,25	3254,98	5863,64
Trans Ferrulic Acid	94,17	144,98	22,59	23,56	85,16	179,63	0,00	64,36	60,48	70,79	278,10	157,31	318,05	115,32
Ethyl Gallate	4,21	0,90	0,91	0,75	0,50	0,45	0,31	0,19	0,24	0,39	0,28	0,18	0,28	0,74
Phlorizin	359,75	74,42	34,38	225,10	25,92	25,72	140,16	45,56	89,42	28,32	15,38	44,74	35,37	88,02
p-Coumaric Acid	210,11	376,71	48,04	69,13	146,40	383,39	98,71	92,37	145,50	317,33	809,00	128,67	334,65	243,08
Myricetin	8,97	4,42	3,23	2,36	2,26	1,56	2,95	3,12	1,62	1,19	1,27	0,32	2,54	2,75
Propyl Gallate	6,20	2,47	2,08	1,04	1,08	1,01	0,52	0,35	0,35	0,33	0,41	0,30	0,41	1,27
Quercetin	106,88	24,98	25,88	33,26	50,13	24,52	68,85	27,23	41,94	22,02	22,46	15,36	15,47	36,84
Lutolein	12,27	4,40	3,81	41,84	2,72	1,74	8,09	3,46	8,23	3,58	7,02	6,58	1,70	8,11
Abscisic Acid	87,09	41,79	51,22	569,82	24,40	64,38	102,51	96,20	165,63	24,63	47,95	229,85	37,69	118,70
Kaempferol	5,32	21,45	9,78	10,40	0,31	6,98	9,44	1,78	7,85	12,18	31,81	2,33	6,52	9,70
Isorhamnetin	1,52	0,99	0,52	0,63	0,80	0,30	0,45	0,26	0,69	0,36	0,80	0,56	0,32	0,63
ORT.	1842,14	842,38	556,37	731,63	352,13	515,65	725,33	506,71	887,02	530,98	584,25	655,77	562,19	

Tablo 4.29'de ki sonuçlara göre kiraz meyveleri arasında en yüksek orana sahip olan kimyasalların rutin ve klorojenik olduğu gözlemlenmiştir.

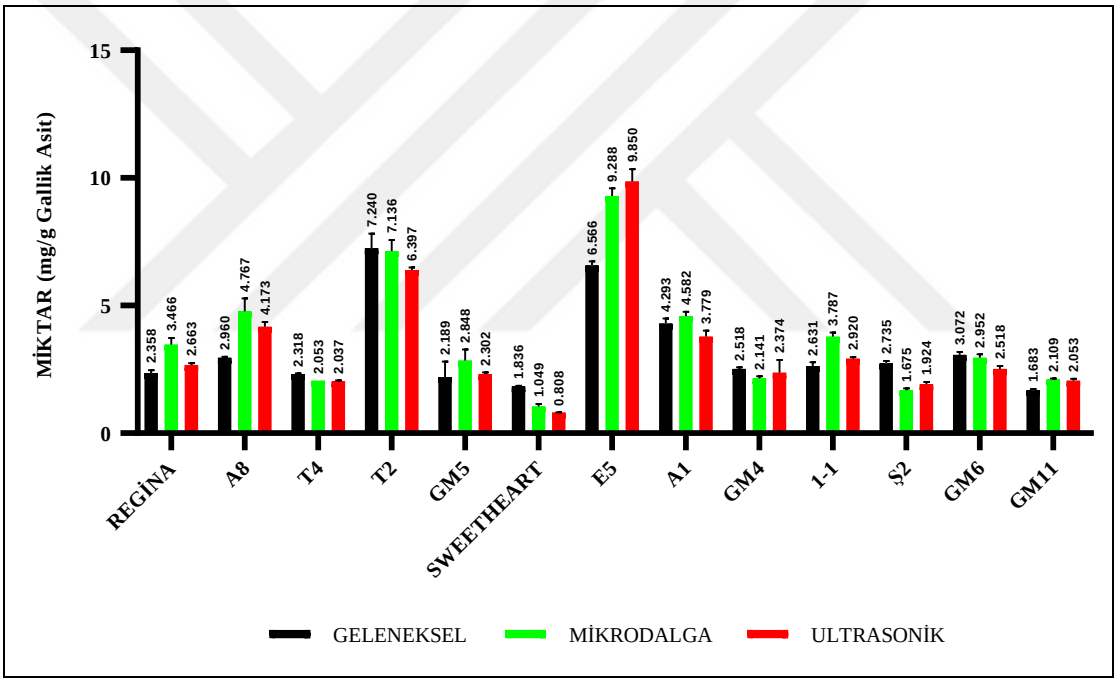
İncelenen kimyasalların oranlarına bakıldığında ise T2 çeşidi ortalama olarak en yüksek değerleri verdiği görülmektedir. T2 çeşidinde özellikle klorojenik asit (12.085,13 µg/Kg), kateşin (2.407,87 µg/Kg) ve rutin (20.722 µg/Kg) miktarları oldukça yüksek çıkmıştır.

Diğer çeşitler incelendiğinde özellikle GM5 çeşidi gallik asit (13,87 µg/Kg), 2-5 Dihidroksibenzoik asit (214,68 µg/Kg), kafeik asit (1.064,83 µg/Kg), şiringik asit (44,62 µg/Kg), p-kumarik asit (809 µg/Kg) ve kemferol (31,81 µg/Kg) oranlarında en yüksek sonuçları verdiği görülmüştür.

Piyasa çeşitlerimiz olan Regina ve Sweetheart çeşitleri ise sonuçlarda genel olarak ortalama ve ortalama altı sonuçlar verirken, iki çeşitte de kateşin oranı ortalamanın üstünde çıkmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Toplam fenol miktarı sonuçlarına göre öne çıkan 2 çeşit görülmektedir. T2 ve E5 çeşitleri, diğer çeşitlere göre oldukça fazla miktarda toplam fenol oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.1). Bulgular bölümünde de belirtildiği gibi E5 çeşidi ultrasonik destekli ekstraksiyon yönteminde 9,850 ± 0,496 mg/g toplam fenol değeri verirken, T2 çeşidi geleneksel ekstraksiyon yönteminde 7,240 ± 0,578 mg/g gallik asit cinsinden toplam fenol miktarı vermiştir.

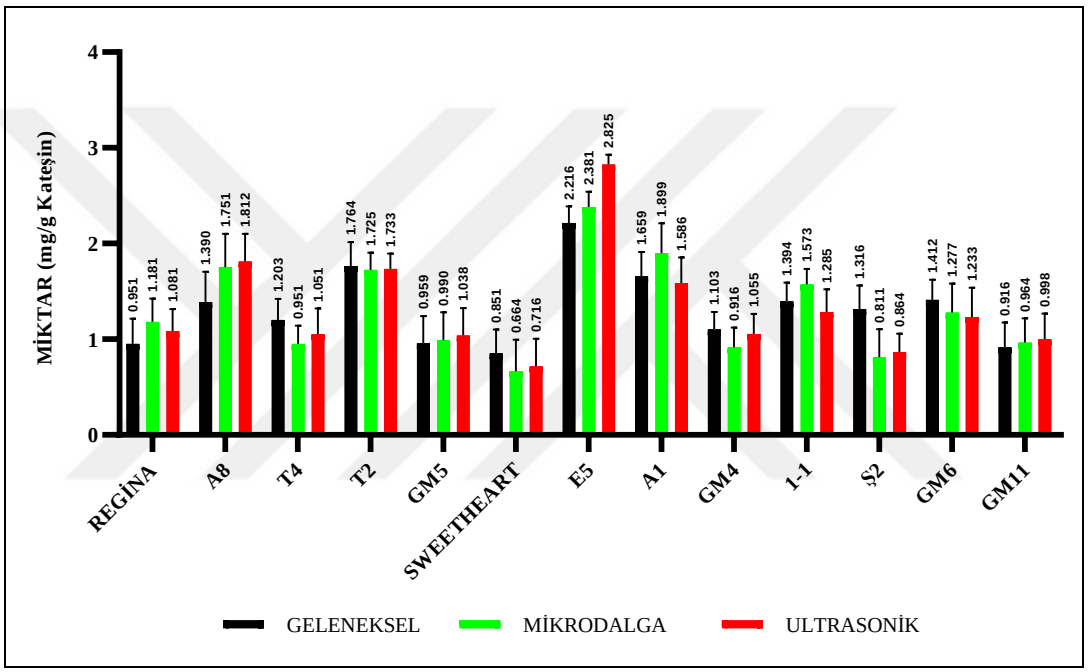


Şekil 5.1: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Fenol Miktarları

Çeşitler kendi aralarında değerlendirildiğinde ise T2 ve E5 çeşidi, piyasada satılan kiraz çeşitlerinden olan Sweetheart ve Regina'dan yüksek değerler verdiği görülmektedir. Yurt içinde yapılan bazı çalışmalarda kiraz meyvesinin gallik asit cinsinden toplam fenol oranları en yüksek 0,79-1,15 mg/g aralığında değişirken, yurt dışında yapılan çalışmalarda bu oranın 6,87 mg/g'a kadar yükseldiği görülmüştür (Chaovanalikit ve Wrolstad, 2004; Chockchaisawasdee ve diğ., 2016; Kim ve diğ., 2005; Serrano ve diğ., 2009; de Souza ve diğ., 2014; Göksel ve Aksoy, 2014; Popescu ve diğ., 2014; Hayaloglu ve Demir, 2015; Deniz,

2016). Yapılan çalışmaları karşılaştırdığımızda özellikle E5 çeşidi yapısındaki hesaplanan toplam fenol içeriği bakımından hem yurt içi hem yurt dışı çeşitler arasında yüksek orana sahip olduğu söylenebilir.

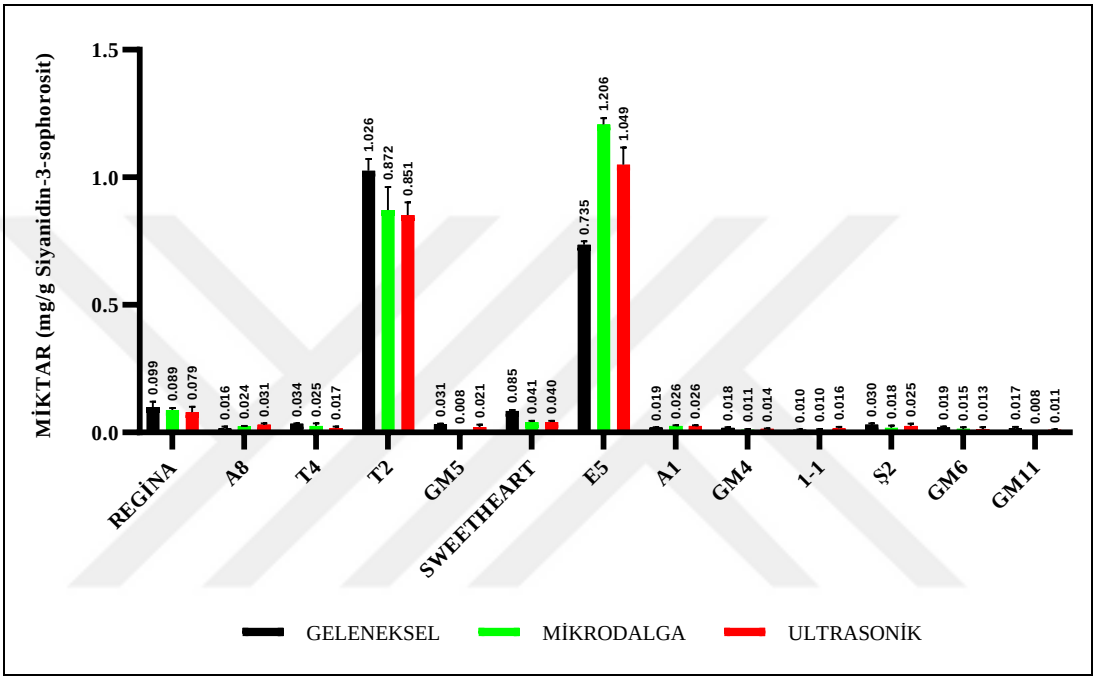
Toplam flavonoid oranları karşılaştırıldığında E5 çeşidi diğer çeşitlere göre yüksek oran verdiği belirlenmiştir. E5 çeşidi ultrasonik ekstraksiyon yönteminde 2,823 ± 0,104 mg/g kateşin eşdeğeri toplam flavonoid oranı vermiştir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Flavonoid Miktarları

Kirazın flavonoid içeriği ile ilgili yapılan yabancı çalışmalar incelendiğinde elde edilen en yüksek sonuçların 0,2-4,7 mg/g arası olduğu gözlemlenmiştir (Marinova ve diğ., 2005; Liu ve diğ., 2011; de Souza ve diğ., 2014; Di Matteo ve diğ., 2017; Sirbu ve diğ., 2018; Acero ve diğ., 2019). Bizim çalışmamızda elde edilen en yüksek değere sahip E5 çeşidi diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında, orta değerlerde olduğu görülmüştür. Fakat kirazlarda flavonoid içeriği ile ilgili çalışmalarda sabit bir referans madde ile çalışılmadığı gözlemlenmiştir. Bazı çalışmalar flavonoid içeriğini hesaplarken kalibrasyon eğrisini belirlemek için rutin kimyasalını kullanırken, başka çalışmalarda kuarsetin, epikateşin ya da kateşin kullanıldığı görülmüştür. Yurtiçi çalışmalarına bakıldığında kirazla ilgili flavonoid çalışmalarına rastlanmamıştır.

Toplam monomerik antosiyanin miktarları karşılaştırdığımızda T2 ve E5 çeşitlerinin, diğer çeşitlere nazaran oldukça yüksek antosiyanin miktarına sahip olduğu hesaplanmıştır. T2 çeşidi en yüksek oranını geleneksel ekstraksiyon yönteminde 1,026 mg/g siyanidin-3-sophorosit klorit eşdeğeri toplam monomerik antosiyanin oranı verirken, E5 çeşidi mikrodalga yönteminde 1,206 mg/g antosiyanin oranı vermiştir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Toplam Antosiyanin Miktarları

Kiraz meyvelerinde toplam antosiyanin miktarı ile ilgili spektrofotometrik çalışmalara bakıldığında bulunan en yüksek oranların yaklaşık 2,15 mg/g seviyelerinde olduğu görülmüştür (Vodopivec ve diğ., 2002; Chaovanalikit ve Wrolstad, 2004; Ferretti ve diğ., 2010; Göksel ve Aksoy, 2014; Hayaloglu ve Demir, 2015; Skrzyński ve diğ., 2016). HPLC yöntemiyle bulunan sonuçlara göre ise, bu değerin 4,62 mg/g'a kadar çıktığı tespit edilmiştir (Kelebek ve Selli, 2011; Ballistreri ve diğ., 2013; Martini ve diğ., 2017). Çalışmamızda kullanılan E5 ve T2 çeşitlerine ait sonuçların, incelenen yurtiçi ve yurtdışında elde edilmiş antosiyanin sonuçlarına göre ortalama sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Fakat bu çalışmalarda da, toplam flavonoid tayininde olduğu gibi sabit bir referans kullanılmadığı görülmüştür. Toplam monomerik antosiyanin tayininde siyanidin-3-glikozit ve siyanidin-3-rutinozit kalibrasyon eğrisinin belirlenmesinde en çok kullanılan kimyasalların başında gelmektedirler.

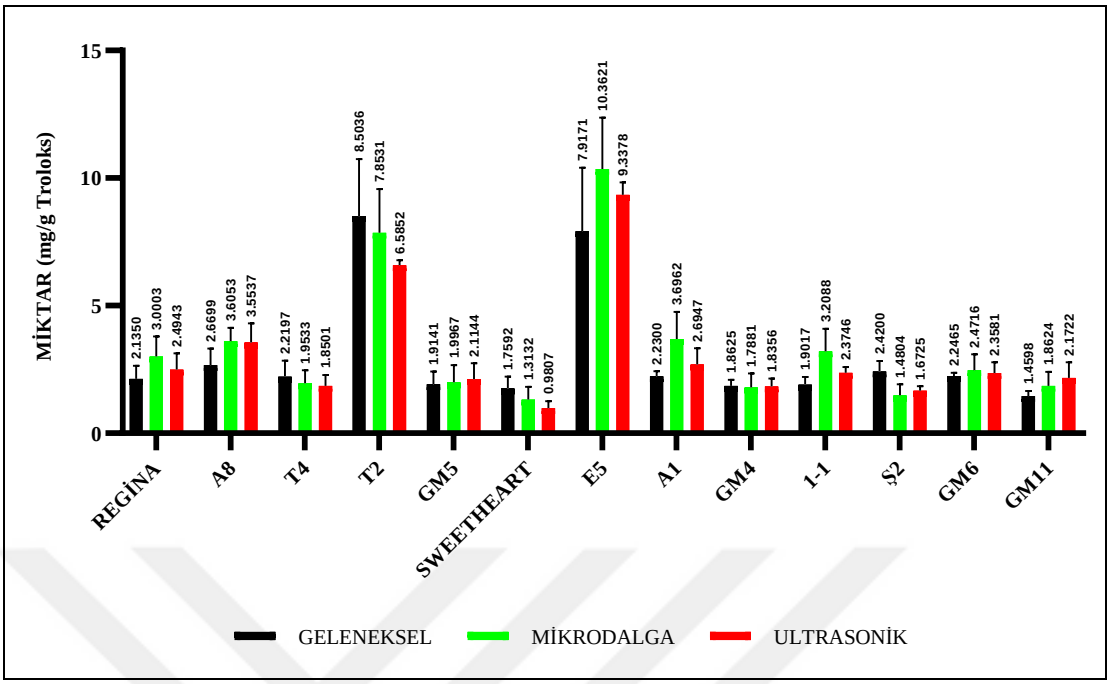
Bizim çalışmamızda kullandığımız siyanidin-3-sophorosit ise herhangi bir çalışma görülmemiştir.

Antioksidan çalışmaları incelendiğinde kiraz meyvesinde yapılan antioksidan deneylerinin ABTS, FRAP ve DPPH üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir. Bu sebeple bizim çalışmamızda yapılan FRAP, DPPH ve ABTS deneyleri yapılan yayınlarla karşılaştırılmış, CUPRAC, CERAC antioksidan deneyleriyle ilgili kiraz meyvesinde herhangi bir yayın bulunamadığı için, bu deneylerin sonuçlar kendi içinde değerlendirilmiştir. Kiraz meyvesiyle yapılmış belli başlı FRAP, DPPH ve ABTS deneylerinde elde edilen en yüksek troloks eşdeğeri mg/g oranındaki sonuçlar Tablo 5.1'de gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Yapılan Bazı Antioksidan Deneylerinde Elde Edilen En Yüksek Sonuçlar (mg/g)

	ABTS	**FRAP**	**DPPH**
(de Souza ve diğ., 2014)	2,21	-	-
(Martini ve diğ., 2017)	16,98	7,89	-
(Deniz, 2016)	-	3,8	-
(Hayaloglu ve Demir, 2015)	6,15	1,61	6,02
(Chaovanalikit ve Wrolstad, 2004)	-	3,98	-
(Kelebek ve Selli, 2011)	1,94	-	1,18
(Göksel ve Aksoy, 2014)	-	1,3	-
(Liu ve diğ., 2011)	1,87	-	-
(Jakobek ve diğ., 2007)	3,41	-	1,06
(Usenik ve diğ., 2008)	-	-	0,17

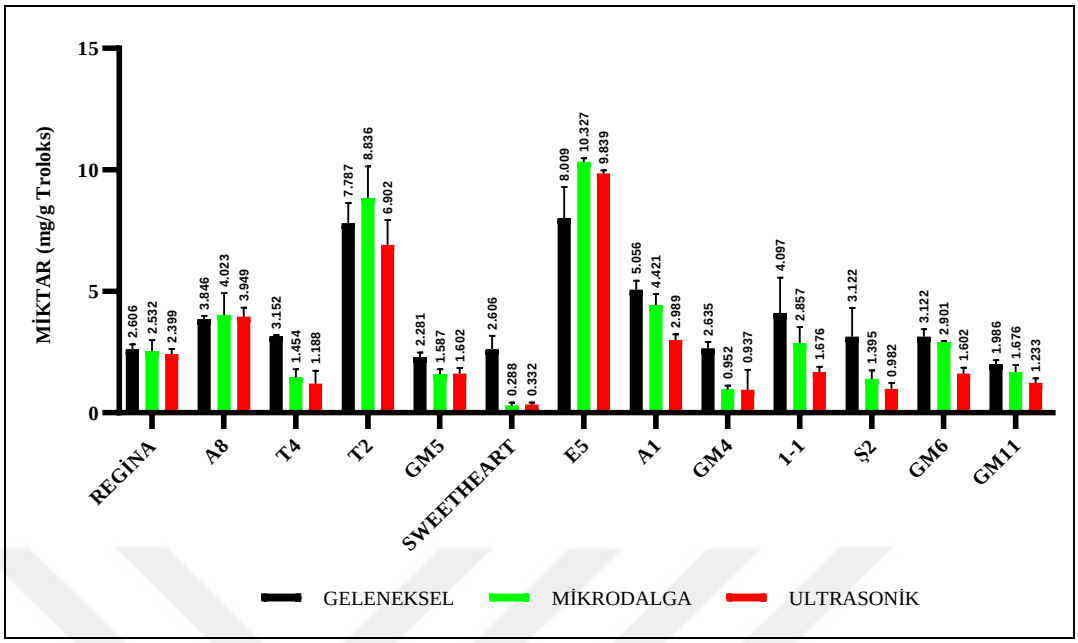
Yaptığımız FRAP deneyinin sonucuna göre T2 ve E5 çeşitlerinin sonuçlarının diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. T2 çeşidi en yüksek oranını geleneksel ekstraksiyon yönteminde 8,504 mg/g ile verirken, E5 çeşidi ise mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminde 10,362 mg/g troloks cinsinden toplam antioksidan oranı vermiştir (Şekil 5.4)



Şekil 5.4: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre FRAP Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları

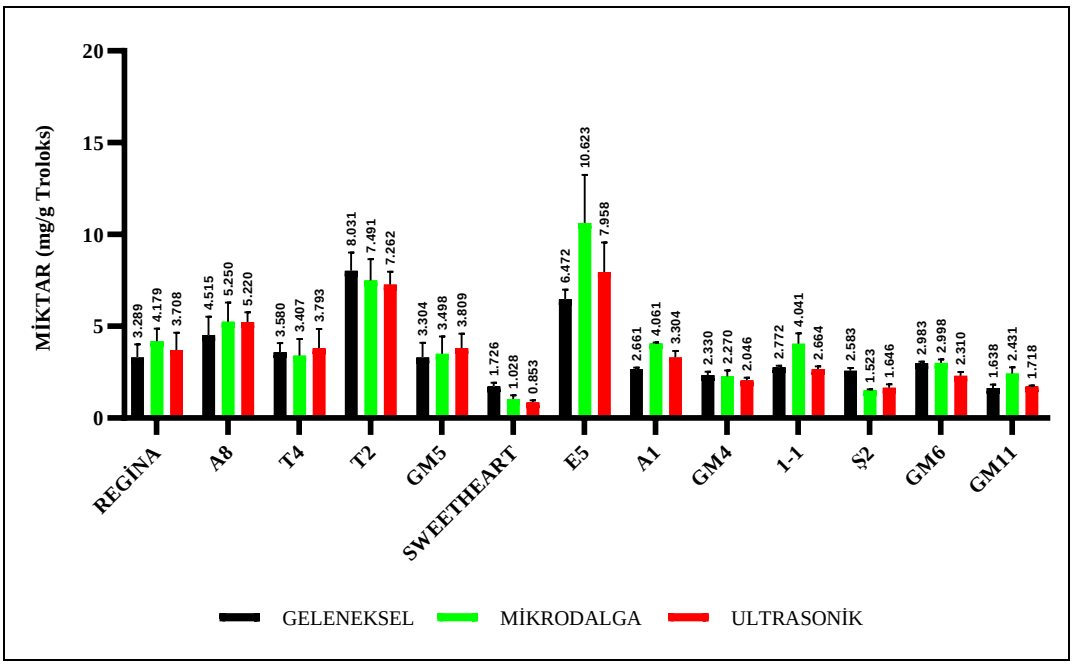
Yapılan çalışmaları incelediğimizde kiraz meyvesinde yapılan FRAP deneylerinde belirlenen en yüksek oranların 1,3-7,89 mg/g arasında olduğu görülmektedir (Tablo 5.1). Buna göre T2 ve E5 çeşitleri FRAP deneyinin sonuçlarına göre ortalama üzeri antioksidan özelliğine sahip olduğu söylenebilir.

ABTS deneyinin sonuçlarını incelediğimizde en yüksek oranı mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminde 10,337 mg/g troloks eşdeğeri toplam antioksidan oranı veren E5 çeşidinin olduğu görülmektedir (Şekil 5.5). Kiraz meyvesi ile ilgili yapılan ABTS çalışmalarına bakıldığında E5 çeşidinin değerinin çoğu çalışmadan yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5.1).



Şekil 5.5: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre ABTS Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları

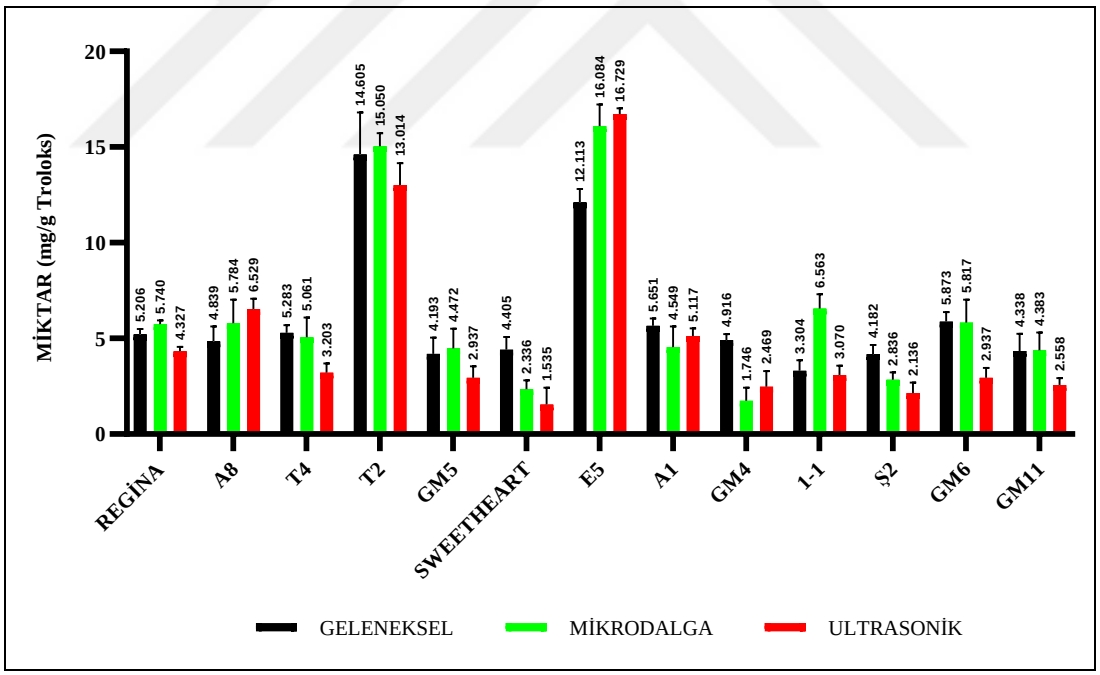
CUPRAC deneyi sonuçlarını incelediğimizde en yüksek oranı E5 çeşidinin verdiği görülmüştür. E5 çeşidi mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminde 10,623 mg/g troloks cinsinden toplam antioksidan miktarı vermiştir (Şekil 5.6). Bu değer FRAP ve ABTS deneyinde E5 çeşidinin verdiği sonuca da benzerdir.



Şekil 5.6: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre CUPRAC Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları

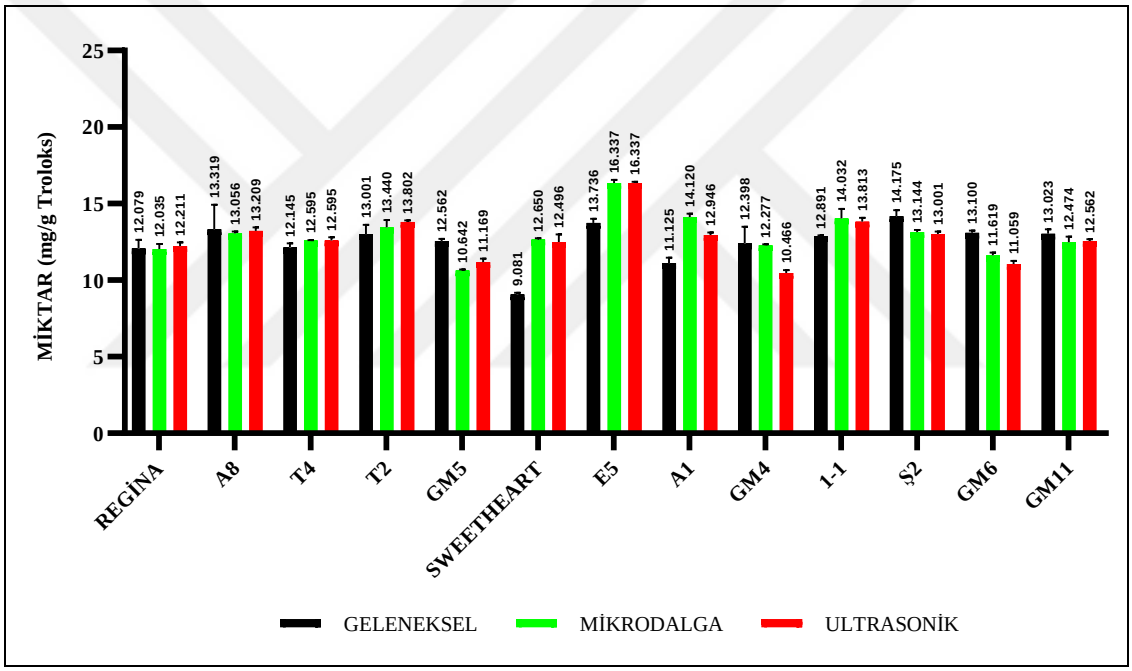
Modifiye CERAC deneyi sonuçlarını incelediğimizde diğer deneylerde olduğu gibi E5 çeşidi mikrodalga ultrasonik ekstraksiyon yönteminde 17,729 mg/g troloks cinsinden en yüksek antioksidan oranını vermiştir (Şekil 5.7).

İlk olarak bu deneye orijinal CERAC prosedürü ile başlanmış ve E5 çeşidinin 43,427 mg/g gibi yüksek bir değer vermesi sonrasında modifiye CERAC yönteminin uygulanması sonucundan diğer deneylerle dengeli sonuçlar çıktığı görülmüştür. Bunun sebebi orijinal CERAC deneyinde Seryum (IV)'ün antioksidanlarla tepkimeye girdiği gibi, basit şeker ve sitrik asit ile de tepkimeye girmesidir. Bu sebeple kiraz yapısında bulunan sitrik asit ve yüksek şeker miktarı sebebiyle bulunan sonucun (43,427 mg/g) normalin üzerinde çıkmış olduğu söylenebilir (Mahmood ve diğ., 2012; Demir, 2013). Buna göre kiraz gibi yüksek şeker oranına sahip meyvelerde CERAC prosedürü uygulandığında modifiye CERAC yönteminin daha tutarlı sonuçlar vereceğini söyleyebiliriz.



Şekil 5.7: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre CERAC Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları

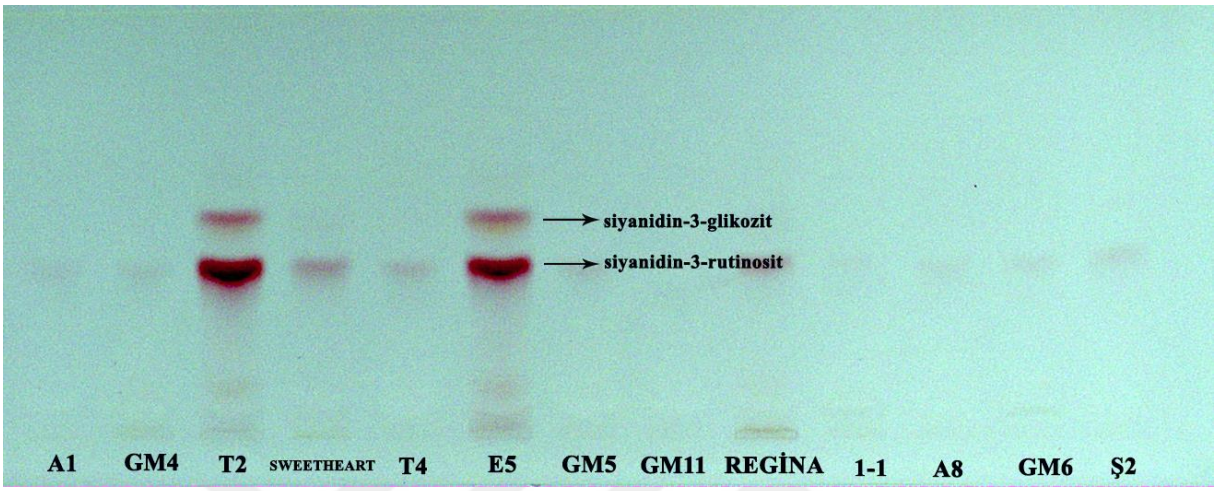
DPPH deneyinde sonuçlar diğer deneylerin aksine birbirine daha yakın çıkarken, en yüksek antioksidan oranını 16,337 mg/g ile E5 çeşidinin verdiği belirlenmiştir (Şekil 5.8). Kiraz meyvesinde yapılmış DPPH deneylerine bakıldığında elde edilen en yüksek oranların 0,17-6,02 mg/g troloks eşdeğeri antioksidan değerlerinin elde edildiği görülmüştür (Tablo 5.1). E5 çeşidinin sonucunun özellikle modifiye CERAC deneyinin sonucuyla benzer çıkmasında rağmen, yaptığımız diğer antioksidan sonuçlarında E5 ve T2 çeşitlerinin diğer çeşitlerle aralarında görülen fark DPPH deneyinde görülememiştir. Bu sebeple ileride yapılacak DPPH çalışmalarında sonuç olarak direk antioksidan miktarına ek olarak, diğer çalışmalarda da yapılan EC_{50} (Radikalin %50'sini inhibe eden konsantrasyon) değeri üzerine odaklanılacaktır.



Şekil 5.8: İncelenen Çeşitlerin Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre DPPH Deneyinde Ölçülen Toplam Antioksidan Miktarları

DPPH-HPTLC deneyinin sonuçları incelendiğinde T2 ve E5 çeşitlerinin antosiyanin miktarı bakımından oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Kiraz meyvesi ile yapılan yapı tayini çalışmalarına göre kiraz yapısındaki en yüksek antosiyanin türünün siyanidin-3-rutinosit olduğu gözlemlenmiştir (Usenik ve diğ., 2008; Kelebek ve Selli, 2011; Ballistreri ve diğ., 2013; Martini ve diğ., 2017). Bizim çalışmamızda plaklar 100-25-10-10-11 (etil asetat - diklorometan - formik asit - asetik asit - su) oranındaki tank solvanında sürüklendiği için antosiyaninler plağın dibinde toplanmış bu da siyanidin-3-rutinositin tam ayrılmamasına

sebep olmuştur. Fakat 100-11-11-26 (etil asetat - formik asit - asetik asit - su) gibi daha polar yoğunluklu bir solvan kullanıldığında siyanidin-3-rutinosit ile siyanidin-3-glikozit ayrımı sağlanmıştır (Şekil 5.9).



Şekil 5.9: Kiraz Çeşitlerinde Antosiyaninlerin Ayrımı

Buna göre E5 ve T2 kiraz çeşitlerinin sahip olduğu yüksek antioksidan miktarına yapısında yüksek oranda bulunan antosiyaninlerin (özellikle siyanidin-3-rutinosit) sebep olduğu söylenebilir.

T2 çeşidinin plakadaki ayrımına baktığımızda majör olarak 5 maddenin ayrıldığını görmekteyiz. 1-3 hidroksisinnamik asit sınıfı maddelerdir. 3 numara klorojenik asittir. Aynı renk ve aynı dalga boyunda en yüksek piki veren 1 ve 2 numaralı maddelerde neoklorojenik ve p-kumaril kinik asit olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda bu iki maddenin kiraz meyvesinin yapısında oldukça fazla oranda olduğu, klorojenik asidin bunlara nazaran daha düşük yoğunlukta olduğu belirtilmiştir (Usenik ve diğ., 2008; Ballistreri ve diğ., 2013; Serradilla ve diğ., 2016; Martini ve diğ., 2017; Meinhart ve diğ., 2019). 4 numara rutin, 5 numara da antosiyaninlerdir. Yapılan deneylerde en yüksek sonuçları veren 2 çeşit olan T2 ve E5 çeşitlerinde bu maddelerin oldukça yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanında piyasa çeşitlerimizden Sweetheart ve Regina çeşitleri antosiyanin bakımından T2 ve E5 çeşitlerinden sonra

gelmelerine rağmen, hidroksisinnamik asit miktarı bakımından diğer bütün çeşitlerden zayıf olduğu görülmüştür.

LS-MS sonuçları kontrol edildiğinde incelenen maddeler arasında kiraz meyvesinin yapısında en yüksek oranda bulunan maddelerin klorojenik asit ve rutin olduğu görülmüştür. Çalışılan kiraz çeşitleri arasındaki T2 çeşidinin yapısında 1,2 mg/100 g klorojenik asit ve 2,07 mg/100 g rutin miktarı ile diğer çeşitlerinden daha yüksek sonuç verdiği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında elde edilen sonuçların çok geniş bir aralıkta olduğu görülmektedir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2: Kiraz Meyvesi İle Yapılmış Miktar Tayini Çalışmaları (mg/100g)

	(Usenik ve diğ., 2008)	(Ballistreri ve diğ., 2013)	(Meinhart ve diğ., 2019)	(Martini ve diğ., 2017)	(Gundogdu ve Bilge, 2012)	(Kelebek ve Selli, 2011)	(Jakobek ve diğ., 2007)	(Liu ve diğ., 2011)	(Di Matteo ve diğ., 2017)	(Chockchaisawasdee ve diğ., 2016)	(Jia ve diğ., 2019)	(Ceccarelli ve diğ., 2018)
Klorojenik Asit	0,6-2,61	0,17-2,97			0,98-1,59	4,33-8,73		1,47-14,99	0,06-1,5	0,1-11,9	4,4-48,9	1,64-4,7
Rutin	2,06-5,78			5,13-51,97	5,45-26,76	3,55-5,87			0,7-5,3	1,1-5,8	2,7-6,1	1,1-6,63
Kafeik Asit			0,13-0,2		9,73-29,02		1,15		0,007-0,04			
Kateşin				1,7-84,3	1,76-5,02	2,92-9,03			0,02-0,39		7,9-43,5	0,53-4,95
Gallik Asit					42,33-95,51							
Protocatechuic Asit					1,26-5,32							
Florizin					4,55-10,45							
Kuersetin					8,46-14,32		0,86		0,003-0,023		0,6	
Syringic Asit					4,54-11,72							
Kemferol							0,6		0,001-0,005			
p-Kumarik Asit						0,54			0,006-0,12			
Ferulik Asit									0,008-0,021		1,1-5,7	
Salisilik Asit											0,3-1	

Tablo 5.2.'de görülen belli başlı çalışmalara göre kiraz meyvesinin yapısında en fazla incelenen maddelerden; klorojenik asit oranının 0,1-48,9 mg/100 g, rutin oranının 0,7-51,97 mg/100 g, kafeik asit oranının 0,007-29,02 mg/100 g, kateşin oranının 0,02-43,5 ve kersetin oranında 0,003-14,32 mg/100 g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Bizim çalışmamızda bulunan T2 çeşidinin yapısında 1,2 mg/100 g klorojenik asit; 0,24 mg/100 g kateşin; 2,07 mg/g rutin ve 0,011 mg/100 g oranında kersetin bulunurken, kafeik asit bakımında GM5 çeşidinin 0,11 mg/100 g ile T2 çeşidinden yüksek oran verdiği görülmüştür. T2 çeşidinin yapısındaki kafeik asit yoğunluğunun 0,011 mg/100 g oranında olduğu tespit edilmiştir.

Buna göre bizim çalışmamızda çoğunlukla yapısında en yüksek madde yoğunluğuna sahip T2 çeşidine ait sonuçların, yapılan diğer çalışmaların ortalamalarının altında kaldığı söylenebilir. Fakat yapılan çalışmaların sonuçlarının çok geniş bir aralıkta olması ve en önemlisi aynı çeşitlerin farklı çalışmalarda farklı sonuçlar vermesi sebebiyle, incelenen kiraz çeşitlerinin aynı çalışmada incelenmesinin daha tutarlı sonuçlar verebileceği söylenebilir.

Tablo 5.3: Ekstraksiyon Yöntemlerine Göre Elde Edilen Sonuçların Ortalamaları (mg/g)

DENEYLER	GELENEKSEL EKSTRAKSİYON	MİKRADALGA DESTEKLİ EKSTRAKSİYON	ULTRASONİK EKSTRASİYON
TOPLAM FENOL	3,261	3,681	3,369
TOPLAM FLAVONOİD	1,316	1,312	1,327
TOPLAM ANTOSİYANİN	0,165	0,181	0,169
CUPRAC	3,53	4,061	3,561
CERAC	6,07	6,186	5,12
FRAP	3,018	3,43	3,079
ABTS	3,87	3,327	2,741
DPPH	12,511	12,955	12,744
ORT.	**4,218**	**4,392**	**4,015**

Ekstraksiyon yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise aralarında ufak farklar olmasına rağmen bu farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların ekstraksiyon yöntemlerine göre ortalamalarına bakıldığında en yüksek oranı

4,392 mg/g oranıyla mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemi vermiştir. Geleneksel ekstraksiyon yönteminden ortalama 4,218 mg/g verim elde edilirken, ultrasonik ekstraksiyon yöntemi 4,015 mg/g sonuç verdiği gözlemlenmiştir (Tablo 5.3).

Sonuçların arasında istatistiksel olarak bir fark olmamasına rağmen, ekstraksiyon süresi bakımından mikrodalga destekli ekstraksiyon 4 dakika, ultrasonik ekstraksiyon 5 dakika sürerken geleneksel ekstraksiyonun süresi 2 saat sürmüştür. Buna göre geleneksel ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstre verimini, çok daha kısa zamanda ultrasonik ve mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemleri ile de elde edilebileceğini söyleyebiliriz.

Piyasa çeşitlerini incelediğimizde çalışmamızda kullandığımız Regina ve Sweetheart çeşitleri hem spektrofotometrik deneylerde hem DPPH-HPTLC ve LC/MS çalışmalarında düşük sonuçlar verdiği görülmüştür. Piyasada en fazla bulunan ve en önemli ihraç çeşidimiz olan 0900 Ziraat çeşidi ile ilgili bizim çalışmamızda bulunan kiraz çeşitlerinin de bulunduğu yayınlara baktığımızda sonucun değişmediği görülmüştür. 0900 Ziraat çeşidi en önemli ihraç çeşidimiz olmasına rağmen yapılan çalışmalarda toplam fenol, flavonoid, antosiyanin ve antioksidan içeriği bakımından düşük sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu üç çeşit arasında genellikle Regina çeşidi diğer iki çeşide nazaran daha yüksek sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Göksel ve Aksoy, 2014; Hayaloglu ve Demir, 2015; Chockchaisawasdee ve diğ., 2016; Eroğlu, 2016).

Sonuç olarak çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, ıslahı yapılmış kiraz çeşidi meyvelerinden T2 ve E5 çeşitleri yaptığımız çoğu deneyde diğer çeşitlere göre istatistiki olarak anlamlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Buna göre bu iki çeşit piyasadaki diğer çeşitlere alternatif olabilecek özelliklere sahip olup, bundan sonraki aşamada bu iki çeşidinin ıslahına yönelik çalışmalar yapılması tavsiye edilmektedir. Ekstraksiyon yöntemleri açısından ise mikrodalga destekli ve ultrasonik ekstraksiyon gibi yeni ekstraksiyon metotlarının özellikle zaman açısından maserasyon gibi geleneksel ekstraksiyon yöntemlerine karşı avantajlı olduğu belirlenmiştir. Bu açıdan laboratuvar çalışmalarında bu iki ekstraksiyon yöntemlerinin kullanılması çalışmaların etkinliğinin artmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Acero, N., Gradillas, A., Beltran, M., García, A. ve Muñoz Mingarro, D., 2019, Comparison of phenolic compounds profile and antioxidant properties of different sweet cherry (Prunus avium L.) varieties, *Food Chemistry*, 279, 260-271.

Agbor, G., Vinson, J. ve E. Donnelly, P., 2014, Folin-Ciocalteau Reagent for Polyphenolic Assay, *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics*, 3:801.

Ağçam, E. ve Asiye, A., 2015, Siyah Havuç Posasindan Antosiyaninlerin Ekstraksiyonuna Farklı Çözgen Ve Asit Konsantrasyonlarının Etkileri, *Gida / the Journal of Food*, 40, 149-156.

Akanda, M. J., Sarker, M. Z., Ferdosh, S., Manap, M. Y., Ab Rahman, N. N. ve Ab Kadir, M. O., 2012, Applications of supercritical fluid extraction (SFE) of palm oil and oil from natural sources, *Molecules*, 17 (2), 1764-1794.

Aksoy, N., 2018, *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları*, Cerasus Duhamel, In: Akkemik, Ü. (ed.), T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 491-495.

Anonim, 2010, *Kiraz, Vişne*, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 978-975-8377-21-3.

Anonim, 2015, *Ayırma Yöntemleri*, https://www.google.com.tr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=2ahUKEwiN8Ifmh-fhAhUF3qQKHaZ_CG8QFjAEegQIBhAB&url=http%3A%2F%2Faves.istanbul.edu.tr%2FImageOfByte.aspx%3FResim%3D8%26SSNO%3D10%26USER%3D2562&usg=AOvVaw2QZ2yyQirfm9SDucOTGe65, [Ziyaret tarihi: 23.04.2019].

Anonim, 2016, *Kiraz Vişne Hastalık Ve Zararlılarıyla Mücadele*, https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Bitki%20Sağlığı%20Hizmetleri/hastalik_zararlilari_ile_mücadele_dokumanlari/kiraz.pdf, [Ziyaret tarihi: 20.04.2019].

Apak, R., Guclu, K., Ozyurek, M. ve 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), 7970-7981.

Arnao, M. B., 2000, Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case, *Trends in Food Science & Technology*, 11 (11), 419-421.

Arslan, M., 2005, *Arrianus'un Karadeniz Seyahati (Arriani Periplus Ponti Euxini)*, Odin Yayıncılık, 9759078007.

Arslan, M., 2007, *Mithradates VI Eupator: Roma'nın Büyük Düşmanı*, 978975907802.

Balakrishna, T., Vidyadhara, S., Sasidhar, R., Ruchitha, B. ve Venkata Prathyusha, E., 2016, A Review On Extraction Techniques, *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 3 (8).

Ballard, T. S., Mallikarjunan, P., Zhou, K. ve O'Keefe, S., 2010, Microwave-assisted extraction of phenolic antioxidant compounds from peanut skins, *Food Chemistry*, 120 (4), 1185-1192.

Ballistreri, G., Continella, A., Gentile, A., Amenta, M., Fabroni, S. ve Rapisarda, P., 2013, Fruit quality and bioactive compounds relevant to human health of sweet cherry (Prunus avium L.) cultivars grown in Italy, *Food Chemistry*, 140 (4), 630-638.

Barnum, D. W., 1977, Spectrophotometric determination of catechol, epinephrine, dopa, dopamine and other aromatic vic-diols, *Anal Chim Acta*, 89 (1), 157-166.

Başkaya, Z., 2013, Türkiye'de Kiraz Tarımının Coğrafi Esasları /The Geographical Foundations of Cherry Farming in Turkey, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 16 (26).

Benzie, I. F. ve Strain, J. J., 1996, The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay, *Anal Biochem*, 239 (1), 70-76.

Blois, M. S., 1958, Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical, *Nature*, 181 (4617), 1199-1200.

Boligon, A. A., Machado, M. M. ve Linde Athayde, M., 2014, Technical evaluation of antioxidant activity, *Journal of Medicinal Chemistry*, 4, 517-522.

Browicz, K., 1972, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Cerasus, In: Davis, P. H. (ed.), Edinburgh University Press, Edinburgh, 12-19.

Buyuktuncel, S., 2013, Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanilan baslica spektrofotometrik yöntemler, *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17, 93-103.

Büyüktuncel, S., 2012, Gelişmiş Ekstraksiyon Teknikleri I, *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 32 (2), 209-242.

Camel, V., 2000, Microwave-assisted solvent extraction of environmental samples, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 19 (4), 229-248.

Ceccarelli, D., Talento, C., Favale, S., Caboni, E. ve Cecchini, F., 2018, Phenolic compound profile characterization by Q-TOF LC/MS in 12 Italian ancient sweet cherry cultivars, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 152 (6), 1346-1353.

Celik, S. E., Ozyurek, M., Guclu, K. ve Apak, R., 2010, Solvent effects on the antioxidant capacity of lipophilic and hydrophilic antioxidants measured by CUPRAC, ABTS/persulphate and FRAP methods, *Talanta*, 81 (4-5), 1300-1309.

Chan, C.-H., Yusoff, R., Ngoh, G.-C. ve Kung, F. W.-L., 2011, Microwave-assisted extractions of active ingredients from plants, *Journal of Chromatography A*, 1218 (37), 6213-6225.

Chaovanalikit, A. ve Wrolstad, R. E., 2004, Total Anthocyanins and Total Phenolics of Fresh and Processed Cherries and Their Antioxidant Properties, *Food Chemistry and Toxicology*, 69 (1), 67-72.

Chemat, F., Vian, M. ve Cravotto, G., 2012, Green Extraction of Natural Products: Concept and Principles, *International Journal Of Molecular Sciences*, 13 (7), 8615-8627.

Chockchaisawasdee, S., Golding, J. B., Vuong, Q. V., Papoutsis, K. ve Stathopoulos, C. E., 2016, Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use, *Trends in Food Science & Technology*, 55, 72-83.

Contreras-Guzman, E. S. ve Strong, F. C., 1982, Determination of tocopherols vitamin e by reduction of cupric ion, *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 65 (5), 1215-1221.

Corrales, M., Toepfl, S., Butz, P., Knorr, D. ve Tauscher, B., 2008, Extraction of anthocyanins from grape by-products assisted by ultrasonics, high hydrostatic pressure or pulsed electric fields: A comparison, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9 (1), 85-91.

Costa, S., Arumugam, D., Gariépy, Y., Rocha, S. ve Raghavan, V., 2013, *Spilanthol Extraction Using Microwave: Calibration Curve for Gas Chromatography*,

Cravotto, G., Binello, A. ve Orio, L., 2011, Green extraction techniques: For high-quality natural products, *Agro Food Industry Hi Tech*, 22 (6), 24-36.

De Monte, C., Carradori, S., Granese, A., Di Pierro, G. B., Leonardo, C. ve De Nunzio, C., 2014, Modern extraction techniques and their impact on the pharmacological profile of Serenoa repens extracts for the treatment of lower urinary tract symptoms, *BMC Urol*, 14, 63.

de Souza, V. R., Pereira, P. A. P., da Silva, T. L. T., de Oliveira Lima, L. C., Pio, R. ve Queiroz, F., 2014, Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits, *Food Chemistry*, 156, 362-368.

Demir, T., 2013, Determination of carotenoid, organic acid and sugar content in some sweet cherry cultivars grown in Sakarya, Turkey, *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11 (2), 73-75.

Demirsoy, H., 2015, *Kiraz Yetiştiriciliği*, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 978-975-8377-94-7.

Demirsoy, L. ve Demirsoy, H., 2003, Characteristics of some local and standard sweet cherry cultivars grown in Turkey, *Journal of the American Pomological Society*, 57 (3), 128-136.

Demirtaş, İ. ve Sarısu, H. C., 2011, Kiraz Yetiştiriciliği, *Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, 11.

Deniz, E., 2016, İzmir İlinde Yetiştirilen Bazı Önemli Kiraz Çeşitlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (4), 579-585.

Di Matteo, A., Russo, R., Graziani, G., Ritieni, A. ve Di Vaio, C., 2017, Characterization of autochthonous sweet cherry cultivars (Prunus avium L.) of southern Italy for fruit quality, bioactive compounds and antioxidant activity, *Journal Of The Science of Food and Agriculture*, 97 (9), 2782-2794.

Dönmez, A., 1997, *Türkiye Pruneae (Rosaceae) Tribusunun Revizyonu*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi.

Dönmez, A., 1999, Cerasus brachypetala Boiss. var. brachypetala (Rosaceae), a new variety for the flora of Turkey, *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 6 (1), 13-16.

Dönmez, A., 2000, Cerasus hippophaeoides (Bornm.) Bornm. (Rosaceae)'in Sistematiği. Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu. İstanbul Üniversitesi**:** 204-214.

El, S. N., 2008, Türkiye'de Sıklıkla Tüketilen Bazı Gıdaların Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Aktiviteleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi. Erzurum**:** 45-48.

Elez Garofulić, I., Dragović-Uzelac, V., Režek Jambrak, A. ve Jukić, M., 2013, The effect of microwave assisted extraction on the isolation of anthocyanins and phenolic acids from sour cherry Marasca (Prunus cerasus var. Marasca), *Journal of Food Engineering*, 117 (4), 437-442.

Engin, H. ve Ünal, A., 2003, Kiraz Çeşitlerindeki Çiçek Anormallikleri Üzerine İncelemeler, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (3), 153-158.

Engin, H., 2013, *Kiraz Yetiştiriciliği Lapseki Kirazı*, Kiraz Bahçesi Kurma, In: Engin, H. ve Akçal, A. (ed.), Çanakkale Favori Reklam Ltd. Şti., Çanakkale, 1-16.

Erdem, S., Beyhan, N. ve Demirsoy, L., 2013, Kirazlarda Eşeysel Uyuşmazlık, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6 (2), 89-95.

Ferretti, G., Bacchetti, T., Belleggia, A. ve Neri, D., 2010, Cherry antioxidants: from farm to table, *Molecules*, 15 (10), 6993-7005.

Folin, O. ve Denis, W., 1912, On Phosphotungstic-Phosphomolybdic Compounds As Color Reagents, *The Journal of Biological Chemistry*, 12, 239-243.

Folin, O. ve Ciocalteau, V., 1927, On tyrosine and tryptophan determination in proteins, *Journal of Biological Chemistry*, 198, 297-303.

Fornari, T., Vicente, G., Vazquez, E., Garcia-Risco, M. R. ve Reglero, G., 2012, Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction, *J Chromatogr A*, 1250, 34-48.

G. Leichtweis, M., Pereira, C., Prieto Lage, M., Barreiro, M., Barros, L. ve Ferreira, I., 2019, Ultrasound as a Rapid and Low-Cost Extraction Procedure to Obtain Anthocyanin-Based Colorants from Prunus spinosa L. Fruit Epicarp: Comparative Study with Conventional Heat-Based Extraction, *Molecules*, 24 (3), 573.

Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A. ve Fernandez-Gutierrez, A., 2010, Phenolic-compound-extraction systems for fruit and vegetable samples, *Molecules*, 15 (12), 8813-8826.

Giusti, M. M. ve Wrolstad, R. E., 2001, Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy, *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 00 (1), F1.2.1-F1.2.13.

Glimn-Lacy, J. ve B. Kaufman, P., 2006, *Botany Illustrated: Introduction to Plants, Major Groups, Flowering Plant Families*, Springer, Boston, 978-0-387-28870-3.

Göksel, Z. ve Aksoy, U., 2014, Sofralık Bazı Kiraz Çeşitlerinin Fizikokimyasal Özellikleri *Turkish Journal Of Agricultural And Natural Sciences* (2), 1856-1862.

Gundogdu, M. ve Bilge, U., 2012, Determination of Organics, Phenolics, Sugars and Vitamin C Contents of some Cherry Cultivars (Prunus avium), *International Journal Of Agriculture & Biology*, 14, 595-599.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M. T., 2012, *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*, 978-605-60425-7-7.

Güner, A., Karabacak, E., Çıngay, B., Eker, İ., Güneş, F., Keskin, M., Koruklu, T. ve Öztekin, M., 2014, Resimli Türkiye Florası, In: (ed.), 445-527.

Handa, S. S., 2008, *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*, An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants, In: Handa, S. S., Khanuja, S., Longo, G. ve Rakesh, D. D. (ed.), International Centre for Science and High Technology, Trieste, 21-52.

Hayaloglu, A. A. ve Demir, N., 2015, Physicochemical characteristics, antioxidant activity, organic acid and sugar contents of 12 sweet cherry (Prunus avium L.) cultivars grown in Turkey, *J Food Sci*, 80 (3), C564-570.

Huang, D., Ou, B. ve Prior, R. L., 2005, The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6), 1841-1856.

Huang, R., Wu, W., Shen, S., Fan, J., Chang, Y., Chen, S. ve Ye, X., 2018, Evaluation of colorimetric methods for quantification of citrus flavonoids to avoid misuse, *Analytical Methods*, 10, 2575-2587

İlisulu, K., 1992, *İlaç ve Baharat Bitkileri*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara,

Jakobek, L., Šeruga, M., Novak Jovanović, I. ve Medvidović-Kosanović, M., 2007, Flavonols, Phenolic Acids and Antioxidant Activity of Some Red Fruits, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau: Zeitschrift für Lebensmittelkunde und Lebensmittelrecht*, 103 (8), 1-10.

Jesionek, W., Majer-Dziedzic, B. ve Choma, I., 2015, Separation, Identification, and Investigation of Antioxidant Ability of Plant Extract Components Using TLC, LC–MS, and TLC–DPPH, *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 38 (11).

Jia, C., Waterhouse, G. I. N., Sun-Waterhouse, D., Sun, Y. g. ve Wu, P., 2019, Variety Compound Quality Relationship of 12 Sweet Cherry Varieties by HPLC Chemometric Analysis, *International Journal of Food Science and Technology*, 54 (10), 2897-2914.

Karabulut, H. ve Gülay, M. Ş., 2016, Serbest Radikaller, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (1), 50-59.

Kedare, S. B. ve Singh, R. P., 2011, Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay, *Journal of food science and technology*, 48 (4), 412-422.

Kelebek, H. ve Selli, S., 2011, Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (Prunus avium L.) cultivars, *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 2530-2537.

Keleş, Y., 2015, Antosiyanin Pigmentlerin Biyokimyası ve Analizi *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8 (1), 19-25.

Khatua, S., Ghosh, S. ve Acharya, K., 2017, Simplified methods for microtiter based analysis of in vitro antioxidant activity, *Asian Journal of Pharmaceutics*, 11 (2).

Kim, D. O., Heo, H. J., Kim, Y. J., Yang, H. S. ve Lee, C. Y., 2005, Sweet and sour cherry phenolics and their protective effects on neuronal cells, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (26), 9921-9927.

Kingston, H. M. ve Jessie, L. B., 1989, Introduction to Microwave Sample Preparation: Theory and Practice, *Analytical Chemistry*, 61 (5), 330A-330A.

Klepo, L., Copra-Janicijevic, A. ve Kukoc-Modun, L., 2016, A New Indirect Spectrofluorimetric Method for Determination of Ascorbic Acid with 2,4,6-Tripyridyl-S-Triazine in Pharmaceutical Samples, *Molecules*, 21 (1), 101.

Küçüker, O., 2015, *Bitki Morfolojisi Sporlu Bitkilerin Evrimi ile Temel Morfolojik Konular*, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 978-605-335-121-4.

Lee, J., Durst, R. ve Wrolstad, R., 2005, Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines By The Ph Differential Method: Collaborative Study, *Journal of AOAC International*, 88 (5), 1269-1278.

Lemanska, K., Szymusiak, H., Tyrakowska, B., Zielinski, R., Soffers, A. E. ve Rietjens, I. M., 2001, The influence of pH on antioxidant properties and the mechanism of antioxidant action of hydroxyflavones, *Free Radic Biol Med*, 31 (7), 869-881.

Lesueur, C., Gartner, M., Mentler, A. ve Fuerhacker, M., 2008, Comparison of four extraction methods for the analysis of 24 pesticides in soil samples with gas chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-ion trap-mass spectrometry, *Talanta*, 75 (1), 284-293.

Lianfu, Z. ve Zelong, L., 2008, Optimization and comparison of ultrasound/microwave assisted extraction (UMAE) and ultrasonic assisted extraction (UAE) of lycopene from tomatoes, *Ultrasonics Sonochemistry*, 15 (5), 731-737.

Liu, Y., Liu, X., Zhong, F., Tian, R., Zhang, K., Zhang, X. ve Li, T., 2011, Comparative Study of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Different Species of Cherries, *J Food Sci*, 76 (4), C633-C638.

Long, L. E., Whiting, M. D. ve Nuñez-Elisea, R., 2007, Sweet Cherry Cultivars for the Fresh Market, *PNW*, 604.

Mahmood, T., Anwar, F., Abbas, M., Boyce, M. ve Saari, N., 2012, Compositional Variation in Sugars and Organic Acids at Different Maturity Stages in Selected Small Fruits from Pakistan, *International Journal Of Molecular Sciences*, 13 (2), 1380-1392.

Mamıkoğlu, N. G., 2015, *Türkiye'nin Ağaç ve Çalıları*, NTV Yayınları, İstanbul, 978-605-5813-49-9.

Marinova, D., Ribarova, F. ve Atanassova, M., 2005, Total phenolics and flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables, *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40 (3), 255-260.

Martini, S., Conte, A. ve Tagliazucchi, D., 2017, Phenolic compounds profile and antioxidant properties of six sweet cherry (Prunus avium) cultivars, *Food Research International*, 97, 15-26.

Meral, R., Doğan, İ. S. ve Kanberoğlu, G. S., 2012, Fonksiyonel Gıda Bileşeni Olarak Antioksidanlar, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (2), 45-50.

Maurya, S. ve Singh, D., 2009, Quantitative Analysis of Total Phenolic Content in Adhatoda vasica Nees Extracts, *International Journal of PharmTech Research*, 2 (4).

Micke, W. C., Beres, V., Doyle, J. A. ve Schreader, W., 1970, Sweet cherry pollination for Early Burlat and Moreau, *California Agriculture*, 24 (3), 15-15.

Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V. ve Milner, A., 1993, A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates, *Clinical Sciance*, 84 (4), 407-412.

NN, A., 2015, A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation, *Medicinal & Aromatic Plants*, 04 (03).

Nugent, J., Lang, G. ve Shane, B., 2005, Early Twenty-first Century Cherry Varieties for the Great Lakes and Eastern North America, *New York Fruit Quarterly*, 13 (3).

Osman, A. M., Wong, K. K. Y., Hill, S. J. ve Fernyhough, A., 2006, Isolation and the characterization of the degradation products of the mediator ABTS-derived radicals formed upon reaction with polyphenols, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 340 (2), 597-603.

Ou, B., Hampsch-Woodill, M. ve Prior, R. L., 2001, Development and Validation of an Improved Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay Using Fluorescein as The Fluorescent Probe, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (10), 4619-4626.

Ozcelik, B., Lee, J. H. ve Min, D. B., 2003, Effects of Light, Oxygen, and pH on the Absorbance of 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, 68 (2), 487-490.

Ozyurt, D., Demirata, B. ve Apak, R., 2007, Determination of total antioxidant capacity by a new spectrophotometric method based on Ce(IV) reducing capacity measurement, *Talanta*, 71 (3), 1155-1165.

Ozyurt, D., Demirata, B. ve Apak, R., 2010, Modified cerium(IV)-based antioxidant capacity (CERAC) assay with selectivity over citric acid and simple sugars, *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 (3), 282-288.

Ozyurt, D., Demirata, B. ve Apak, R., 2011, Determination of total antioxidant capacity by a new spectrofluorometric method based on Ce(IV) reduction: Ce(III) fluorescence probe for CERAC assay, *J Fluoresc*, 21 (6), 2069-2076.

Öğüt, S., 2014, Doğal Antioksidanların Önemi, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 25-30.

Özçağıran, R., Ünal, A., Özeker, E. ve İsfendiyaroğlu, M., 2011, *Ilıman İklim Meyve Türleri Sert Çekirdekli Meyveler*, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir,

Özyürek, M., Güçlü, K. ve Apak, R., 2011a, The main and modified CUPRAC methods of antioxidant measurement, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 30 (4), 652-664.

Özyürek, M., Güçlü, K., Tütem, E., Sözgen Başkan, K., Erçağ, E., Karademir Çelik, S., Baki, S., Yıldız, L., Karaman, Ş. ve Apak, R., 2011b, *A comprehensive review of CUPRAC methodology*,

Pandey, A. ve Tripathi, S., 2014, Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug, *Journal of Pharmacognosy and Phytochmistry*, 2 (5), 115-119.

Pękal, A. ve Pyrzynska, K., 2014, Evaluation of Aluminium Complexation Reaction for Flavonoid Content Assay, *Food Analytical Methods*, 7 (9), 1776-1782.

Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Tabernero, M., Díaz- Rubio, M. E., Serrano, J., Goñi, I. ve Saura-Calixto, F., 2008, Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results, *Food Research International*, 41 (3), 274-285.

Popescu, S., Bianca Velciov, A., Riviş, A., Costescu, C. ve Petolescu, C., 2014, Antioxidant Activity and Phenolic Content of Sweet Cherries (Prunus Avium L.) from West and South-West of Romania, *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Food Science and Technology*, 71.

Prior, R. L., Wu, X. ve Schaich, K., 2005, Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements, *J Agric Food Chem*, 53 (10), 4290-4302.

Pulido, R., Bravo, L. ve Saura-Calixto, F., 2000, Antioxidant Activity of Dietary Polyphenols As Determined by a Modified Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (8), 3396-3402.

Rangel, J. C., Benavides Lozano, J., Heredia, J., Cisneros-Zevallos, L. ve Jacobo-Velázquez, D., 2013, *The Folin-Ciocalteu assay revisited: Improvement of its specificity for total phenolic content determination*,

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C., 1999, Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radic Biol Med*, 26 (9-10), 1231-1237.

Russell, K., 2003, Prunus avium - Technical guidelines for genetic conservation and use for wild cherry, *Euforgen*, 6.

Seif, S. ve Gruppe, W., 1985, Chilling Requirements of Sweet Cherries (Prunus avium) and Interspecific Cherry Hybrids (Prunus x ssp.), International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, 2406-6168, 289-294.

Sekher Pannala, A., Chan, T. S., O'Brien, P. J. ve Rice-Evans, C. A., 2001, Flavonoid B-Ring Chemistry and Antioxidant Activity: Fast Reaction Kinetics, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 282 (5), 1161-1168.

Serradilla, M. J., Hernández, A., López-Corrales, M., Ruiz-Moyano, S., de Guía Córdoba, M. ve Martín, A., 2016, *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, Composition of the Cherry (Prunus avium L. and Prunus cerasus L.; Rosaceae), In: Simmonds, M. S. J. ve Preedy, V. R. (ed.), Academic Press, San Diego, 127-147.

Serrano, M., Díaz-Mula, H., Zapata, P., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Valverde, J. ve Valero, D., 2009, Maturity Stage at Harvest Determines the Fruit Quality and Antioxidant Potential after Storage of Sweet Cherry Cultivars, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (8), 3240-3246.

Singleton, V. L. ve Rossi, J. A., 1965, Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, 16 (3), 144-158.

Sirbu, S., Oprica, L., Poroch, V., Iurea, E., Corneanu, M. ve Grigore, M. N., 2018, Physical parameters, total phenolics, flavonoids and Vitamin C content of nine sweet cherry cultivars, *Revista de Chimie*, 69 (1), 125-129.

Skrzyński, J., Leja, M., Gonkiewicz, A. ve Banach, P., 2016, Cultivar effect on the sweet cherry antioxidant and some chemical attributes, *Folia Horticulturae*, 28 (1), 95-102.

Slingerland, K. ve Lay, B., 2002, Cherry Cultivars - Sweet and Tart, *Horticulture, Ministry of Agriculture and Food*.

Stearn, W. T., 1974, *Botanical Latin. History, Grammar, Syntax, Terminology and Vocabulary*, David & Charles Limited, United States of America,

Swain, T. ve Hillis, W. E., 1959, The phenolic constituents of Prunus domestica. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents, *Journal Of The Science of Food and Agriculture*, 10 (1), 63-68.

Tuzlacı, E., 2011, *Türkiye'nin Yabani Besin Bitkileri ve Ot Yemekleri*, Alfa Yayınları, İstanbul, 978-605-106-348-5.

Umar, B., 2000, *Karadeniz Kappadokia'sı (Pontos)*, İnkılâp Kitabevi, İstanbul, 9789751015709.

Usenik, V., Fabčič, J. ve Štampar, F., 2008, Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (Prunus avium L.), *Food Chemistry*, 107 (1), 185-192.

Villines, Z., 2017, How do free radicals affect the body?, https://www.medicalnewstoday.com/articles/318652, [Ziyaret tarihi: 24 Mart 2020].

Vodopivec, B., Trebse, P. ve Hribar, J., 2002, Determination and quantitation of anthocyanins and hydroxycinnamic acids in different cultivars of sweet cherries (Prunus avium L.) from Nova Gorica Region (Slovenia), *Food Technology and Biotechnology*, 40 (3), 207-212.

Welk, E., de Rigo, D. ve Caudullo, G., 2016, *European Atlas of Forest Tree Species*, Prunus avium in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: (ed.), Publication Office of the European Union, Luxembourg,

Zhishen, J., Mengcheng, T. ve Jianming, W., 1999, The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals, *Food Chemistry*, 64 (4), 555-559.

Zhu, H., Wang, Y., Liu, Y., Xia, Y. ve Tang, T., 2010, Analysis of Flavonoids in Portulaca oleracea L. by UV–Vis Spectrophotometry with Comparative Study on Different Extraction Technologies, *Food Analytical Methods*, 3 (2), 90-97.

Zielinskj, J., 2001, *Flora of Turkey*, Cerasus, In: Güner, A. (ed.), Edinburgh University Press, Edinburgh, 100.

Zomlefer, W. B., 1994, *Guide to Flowering Plant Families*, The University of North Carolina Press, North Carolina, 978-0-8078-4470-0.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Mehmet Ali OÇKUN
Doğum Yeri	Samsun
Doğum Tarihi	29.12.1985
Uyruğu	✦ T.C. ❒ Diğer:
Telefon	05556556513
E-Posta Adresi	mehmetaliockun@hotmail.com
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri Lisans	
Üniversite	Trakya Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Bahçe Bitkileri Bölümü
Mezuniyet Yılı	04.03.2009

Yüksek Lisans	
Üniversite	Namık Kemal Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Ziraat Mühendisliği
Programı	Bahçe Bitkileri Programı

Doktora	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Biyoloji Anabilim Dalı
Programı	Botanik Programı

Makale ve Bildiriler