



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Myrtus communis L. MEYVESİNİN BAZI KİMYASAL VE ANTIOKSİDATİF
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

SİNEM YILMAZ

ORCID NO: 0000-0001-7709-8227

Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
ORCID NO: 0000-0003-3457-151X
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Sinem YILMAZ tarafından hazırlanan “*Myrtus communis* L. MEYVESİNİN BAZI KİMYASAL VE ANTIOKSİDATİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
ORCID NO: 0000-0003-3457-251X

Başkan: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
ORCID NO: 0000-0003-3457-251X
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç. Dr. Asuman CANSEV
ORCID NO: 0000-0002-3353-846X
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Bölümü

İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Dilek DÜLGER ALTINER
ORCID NO: 0000-0002-7043-2883
Kocaeli Üniversitesi, Turizm Fakültesi,
Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

23.09.20

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

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

beyan ederim.

23/01/2020

Sinem YILMAZ



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Myrtus communis L. MEYVESİNİN BAZI KİMYASAL VE ANTIOKSİDATİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Sinem YILMAZ

Bursa Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

Günümüzde değişen yaşam koşullarına bağlı olarak oluşan rahatsızlıklar ile birlikte, bu hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için yapılan araştırmalar da büyük hız kazanmıştır. Hastalıkların tedavisi kadar, hastalık oluşum sürecinin önlenmesi ve bu amaçla gerekli önlemlerin alınması önem taşımaktadır. Beslenmenin önemi hastalıkların önlenmesi ve tedavisi aşamalarında büyüktür. Özellikle meyve ve sebzeler besleyici özellikleri yanında içerdikleri fenolik bileşikler ve doğal antioksidanlar bakımından da değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, Mersin yöresinde doğal olarak yetişen ve sevilerek tüketilen, üç farklı olgunluk düzeyindeki *Myrtus communis* L. meyvelerinin antioksidan kapasiteleri, toplam fenol içerikleri ve bunların biyoalınabilirlikleri ile bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fraksiyonlar olmak üzere üç farklı ekstraksiyon metodu kullanmıştır. Biyoalınabilir fraksiyonun oluşturulmasında, mide-bağırsak sistemi koşullarını taklit eden in-vitro enzimatik ekstraksiyon metodu kullanılmıştır. Toplam fenol içeriği Folin-Ciocalteu, antioksidan kapasite ise FRAP, CUPRAC ve ABTS metotları kullanılarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Murt, Mineral içeriği, antioksidan kapasite

2020, viii + 55 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF SOME CHEMICAL AND ANTIOXIDATIVE PROPERTIES OF *Myrtus communis* L. FRUIT

Sinem YILMAZ

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

Supervisor :Associate Prof. Yasemin Şahan

Nowadays, with the increasing diseases, the researches and studies for the prevention and treatment of these diseases have gained great speed. Prevention of disease formation process and taking necessary measures for this purpose are as important as the treatment of diseases. The importance of nutrition is great in the prevention and treatment of diseases. Especially fruits and vegetables are evaluated in terms of their nutritive properties, phenolic compounds and natural antioxidants. In this study, it was aimed to determine the antioxidant capacity, total phenol contents and their bioavailability and some chemical and physical properties of three in different maturity levels *Myrtus communis* L. fruits which are grown naturally in Mersin region and consumed fondly. In order to determine the total phenol content and antioxidant capacity, three different extraction methods were used: extractable, hydrolyzable and bioavailable fractions. In-vitro enzymatic extraction method mimicking gastrointestinal system conditions was used to form the bioavailable fraction. Total phenol content was determined by Folin-Ciocalteu and antioxidant capacity by FRAP, CUPRAC and ABTS methods.

Key Words: Murt, Mineral compound, antioxidant capacity

2020, viii + 55 page

TEŞEKKÜR

Tez alıőmam sırasında teorik ve pratik bilgiler baőta olmak üzere daha birçok kıymetli bilgisini benimle paylaşan; mütevazı, içten ve güler yüzü ile yardımlarını benden esirgemeyen, insani ve mesleki açıdan örnek alınacak kişiliği ile sevgili danışman hocam Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Bölümümde görev yapan ve desteklerini gördüğüm bölüm öğretim üyelerine ve yardımcılarına, tüm arkadaşlarıma,

İstatistik konusunda yardım aldığım sayın GÜLER ÇELİK'e ,

Daima yanımda olan, desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen baőta annem Emine YILMAZ ve babam İbrahim YILMAZ olmak üzere kardeşlerim ve tüm aileme sonsuz teőekkürler.

23/01/2020

Sinem YILMAZ

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|-------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vii |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI..... | 3 |
| 2.1. Myrtus communis L. bitki ve meyvesinin özellikleri..... | 3 |
| 2.2. Myrtus communis L. meyvesinin kullanım alanları | 6 |
| 2.3. Serbest radikaller..... | 7 |
| 2.4. Antioksidan bileşikler | 8 |
| 2.5. Fenolik maddeler | 9 |
| 2.6. Biyoyararlılık ve biyoalınabilirlik..... | 10 |
| 2.7. Toplam fenol miktarı..... | 12 |
| 2.8. Antioksidan kapasite yöntemleri..... | 12 |
| 2.8.1. CUPRAC yöntemi..... | 14 |
| 2.8.2. ABTS yöntemi..... | 14 |
| 2.8.3. FRAP yöntemi..... | 15 |
| 2.9. Kaynak Araştırmaları | 16 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 18 |
| 3.1. Materyal | 18 |
| 3.2. Yöntem..... | 18 |
| 3.2.1. Kuru madde tayini..... | 18 |
| 3.2.2. Suda çözünür kuru madde tayini..... | 20 |
| 3.2.3. pH analizi | 20 |
| 3.2.4. Titre edilebilir asitlik | 20 |
| 3.2.5. Kül miktarı analizi | 20 |
| 3.2.6. Renk ve boyut analizi..... | 21 |
| 3.2.7. Toplam şeker miktarı analizi..... | 21 |
| 3.2.8. Yağ analizi | 22 |
| 3.2.9. Protein analizi | 22 |
| 3.2.10. Mineral analizi | 22 |
| 3.2.11. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu..... | 24 |
| 3.2.12. Biyoalınabilirlik | 25 |

| | |
|--|----|
| 3.2.13. Toplam fenol miktarının belirlenmesi | 26 |
| 3.2.14. Antioksidan kapasite tayini | 26 |
| 3.2.15. İstatistiksel analiz | 28 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA | 28 |
| 4.1. Fizikokimyasal analizler | 28 |
| 4.2. Mineral analizleri | 31 |
| 4.3. Toplam fenol içeriği | 35 |
| 4.4. Antioksidan kapasite | 37 |
| 4.5. Biyoalınabilirlik | 41 |
| 5. SONUÇ | 44 |
| KAYNAKLAR | 46 |
| ÖZGEÇMİŞ | 55 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| Simgeler | Açıklama |
|-----------------|------------------|
| % | Yüzde Değer |
| °C | Santigrat Derece |
| μ g | Mikrogram |
| μ L | Mikrolitre |
| μ mol | Mikromol |
| G | Gram |
| Mg | Miligram |
| mL | Mililitre |

| Kısaltmalar | Açıklama |
|--------------------|--|
| ABTS | Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite |
| TEAC | Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite |
| CUPRAC | Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasite |
| FRAP | Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite |
| Dk | Dakika |
| Max | Maksimum |
| Min | Minimum |
| Ort. | Ortalama |
| SD | Standart sapma |
| P1 | Olgunlaşmamış meyve |
| P2 | Yarı olgun meyve |
| P3 | Olgun meyve |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 2.1. <i>Myrtus communis</i> L. ağacı..... | 4 |
| Şekil 2.2. <i>Myrtus communis</i> L. ağacı ve meyvesinin çiçeği..... | 4 |
| Şekil 2.3. <i>Myrtus communis</i> L. meyveleri | 4 |
| Şekil 2.4. <i>Myrtus communis</i> L. farklı olgunluk seviyelerindeki meyveler | 5 |
| Şekil 2.5. Bitkilerde primer ve sekonder metabolitler | 9 |
| Şekil 2.6. Biyoaktif bileşiklerin biyoyararlılık ve biyoalınabilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler | 11 |
| Şekil 2.7. Cu(II)' nin Cu(I)'e indirgenmesi | 14 |
| Şekil 2.8. ABTS'nin $K_2S_2O_8$ ile oksidasyonu | 15 |
| Şekil 2.9. FRAP reaktifinin antioksidan ile etkileşimi..... | 16 |
| Şekil 4.1. <i>Myrtus communis</i> L. meyvesinin olgunluğa bağlı olarak boyut değişimi..... | 31 |
| Şekil 4.2. Minerallerin % Biyoalınabilirlikleri | 34 |
| Şekil 4.3. Ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonların kalibrasyon grafiği..... | 35 |
| Şekil 4.4. CUPRAC yöntemine ait kalibrasyon grafiği..... | 37 |
| Şekil 4.5. ABTS yöntemine ait kalibrasyon grafiği..... | 37 |
| Şekil 4.6. FRAP yöntemine ait kalibrasyon grafiği..... | 38 |
| Şekil 4.7. Antioksidan kapasite yöntemlerine göre meyvelerin ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının değişimleri | 41 |
| Şekil 4.8. Antioksidan kapasite yöntemlerine göre meyvelerin hidrolize edilebilir fraksiyonlarının değişimleri | 41 |
| Şekil 4.9. Toplam fenol içeriğinin biyoalınabilir fraksiyonuna ait kalibrasyon grafiği.. | 42 |
| Şekil 4.10. CUPRAC yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği..... | 42 |
| Şekil 4.11. ABTS yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği..... | 42 |
| Şekil 4.12. FRAP yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği | 43 |
| Şekil 4.13. % Biyoalınabilirlik değerleri | 43 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|--------------|
| Çizelge 2.1. Bazı serbest radikal türleri | 7 |
| Çizelge 3.1. Meyvelerin olgunluk seviyelerindeki özellikleri ve hasat zamanları | 19 |
| Çizelge 3.2. ICP-OES çalışma şartları..... | 24 |
| Çizelge 4.1. Meyvelerin olgunluk seviyelerine göre fizikokimyasal analiz sonuçları ... | 29 |
| Çizelge 4.2. Mineral madde analizi metot performans karakteristikleri..... | 31 |
| Çizelge 4.3. <i>Myrtus communis</i> L.'nin mineral içeriği ve biyoalınabilirlikleri..... | 33 |
| Çizelge 4.4. <i>Myrtus communis</i> L. meyvesinin üç farklı olgunluk seviyesindeki toplam fenolik içerikleri | 36 |
| Çizelge 4.5. <i>Myrtus communis</i> L. meyvelerinin farklı fraksiyon ve yöntemlere göre antioksidan kapasiteleri | 38 |
| Çizelge 4.6. Toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoalınabilir fraksiyonu sonuçları. | 43 |

1.GİRİŞ

Gelişen teknoloji birçok alanda olduğu gibi sağlık alanında da insanlara faydalar sağlamaktadır. Hastalıkların erken teşhis ve tedavisinin yanında hastalık oluşmadan önlenmesi ayrıca önem kazanmıştır. Eğitim düzeyinin gelişmesiyle daha fazla bilinçlenen insanların artan hastalıklarla mücadele etme ve önleme konusundaki istek ve hassasiyetleri, bilim insanlarının dikkatini tıbbi tedavi yöntemlerini araştırma ve geliştirme çalışmalarının yanında daha çok gıdalar ve beslenme konusuna çekmiş olup bu konudaki çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Eskiden benimsenen uzun yıllar yaşama fikri artık yerini daha sağlıklı ve kaliteli yaşama fikrine bırakmıştır (Erbaş, 2006; Akyol ve ark., 2008; Güvenç ve ark. 2012).

Gıda ve sağlık arasındaki ilişki ilk kez antik Yunan'da Hipokratik yazarlar tarafından ele alınmıştır. Gıdaların sağlık üzerine etkisi ile ilgili yapılan insan deneyinin raporu 1747' de yayınlanmıştır. Denizci mürettebatında iskorbütten ölenlerin olduğu bir olayda sağ kalan mürettebata yemeklerle birlikte limon ve portakal yedirildiği ve sonrasında iyileşme gözlemlendiği kaydedilmiştir. (Schafer ve Jeanne, 2018).

Sağlıklı ve kaliteli yaşama konusu gıdalar ve beslenme ile alakalı olduğundan dikkat edilecek önemli konulardan biri de yeterli ve dengeli beslenme olup ihtiyaç duyulan enerji ve besin öğelerinin alınması sağlıklı ve kaliteli bir yaşam için gereklidir (Ünal ve Besler, 2008). Yetersiz ve dengesiz beslenme; çocukların zihinsel ve fiziksel gelişimini olumsuz etkileyen, ilerleyen yaşlarda vücut büyümesi, onarılması ve çalışmasını aksatıp vücut direncini düşürerek kişilerin hastalanma olasılıklarını arttıran çok önemli bir faktördür (Seçken ve Morgil, 2000). Vücut çalışması aksayan ve bağışıklığı düşen bir bireyde hastalık görülmesinin yanında hastalıkların ağır seyretmesi de olası bir durum olup yaşam kalitesini de olumsuz etkilemektedir (Tuncer, 2015).

Meyve ve sebzeler besleyici özellikleri yanında, antioksidan bileşikler ve fenolik bileşikler açısından da zengin olup insan sağlığı ve beslenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Antioksidanlar, insan vücudunda farklı sebepler ile oluşan serbest radikalleri nötralize ederek, hücrelerin zarar görmesini engelleyen bileşiklerdir. Yani genel olarak hastalıkları önleyici olarak etki göstermektedirler (Uyar ve ark., 2013, Boyacıoğlu, 2012, Demiray ve Tülek, 2008). Antioksidan özelliklerinin yanında düşük

kalorili olmaları ve mikro besinlerce zengin olmaları da beslenme açısından meyveleri avantajlı hale getirmektedir (Pinky ve ark. 2018).

Ülkemiz meyve çeşitliliği açısından oldukça şanslı bir ülkedir. Bilinen ve tüketilen birçok meyvenin yanında varlığı çok bilinmeyen ve yetiştiriciliği yapılmayan, yöresel özellikte çok sayıda meyve mevcut olup; besleyici ve fonksiyonel özellikleri tam olarak belirlenmemiştir. Bu az bilinen yöresel meyvelerden biri de *Myrtus communis* L. olup, Mersin bölgesinde doğal olarak yetişmekte, Mersin veya Murt adları ile bilinmekte ve yöre halkı tarafından sevilerek tüketilmektedir. Bu çalışmada, *Myrtus communis* L. meyvesinin bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi yanında, antioksidan kapasitesi, toplam fenol içeriği ve bunların biyoalınabilirliklerinin de incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilecek veriler ile meyvenin besleyici ve sağlık üzerine yararlarının ortaya konulması ve ulusal - uluslararası platformlarda tanıtılması hedeflenmiştir. Böylece, az bilinen bir meyvenin literatüre katılması, gıda sanayiinde kullanım olanaklarının artırılması ve bölge ve ülke ekonomisine de katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. *Myrtus communis* L. ve özellikleri

Myrtaceae geniş bir bitki familyası olup; 120 cins ve 3850 tür içermektedir. Önemli bir kültürel öneme sahip olan *Myrtus*, bu familyaya ait küçük bir cins olup bu cins ılıman, tropikal ve subtropikal bölgelerde yetişmekte olup; yaklaşık 100 cins ve 3000 türü içermektedir. Avrupa'ya özgü olduğu söylene de daha çok Akdeniz bölgesi ve Orta Doğu'da yaygındır. *Myrtus* türleri uçucu yağlar, fenolik asitler, flavonoidler, tanenler, antosiyanin pigmentleri ve yağ asitleri açısından oldukça zengindirler. Hoş aroma, koku ve tatları nedeniyle baharat olarak, İtalyanın bazı bölgelerinde likör yapımı amacıyla, Türkiye ve Portekizde parfüm ve kozmetik sanayinde kullanılmaktadırlar (Anwar ve ark. 2016).

Myrtus communis L. bu bitki ailesinin önemli aromatik meyvelerinden biridir (Anwar ve ark. 2017). Dünya'da farklı bölgelerde (Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Batı Asya) yetişmekle birlikte daha çok Akdeniz bölgesinin tipik bir meyvesi olup bu bölge ve çevresinde yayılmaktadır. Bunların yanında Türkiye'de de önemli ölçüde doğal olarak yetişmektedir (Kordalia ve ark. 2016, Belmimoun ve ark. 2016, Henniaa ve ark. 2016, Şan ve ark. 2016, Bayır ve Uzun, 2015).

Dünya'da yaygın olarak *Myrtus communis* L. olarak bilinirken (Kordalia ve ark. 2016; Babou ve ark. 2016), Türkiye'nin güney kıyılarında yerel halk tarafından 'Mersin' ve 'Murt' olarak adlandırılmaktadır (Tumen ve ark. 2017). Deniz seviyesinin üzerindeki bölgelerde çam ormanlarında yetişmektedir. Türkiye'de ise yaygın olarak güneyde Toros Dağları'nda nehir kenarlarında görülmektedir (Şan ve ark. 2015).

Myrtus communis L. ağacı her mevsim yeşil, yapraklarını dökmeyen ve çalı formundadır. Boyları genelde 1-3 metre arasında değişir. Yaprak, çiçek ve meyveleri güzel kokuludur. Mayıs-Haziran arasında beyaz çiçekler açmakta (Yıldırım ve ark. 2013) ve meyveleri Ekim-Kasım aylarında olgunlaşmaktadır. Olgunlaşan meyveler, Türkiye'nin Akdeniz sahil il ve ilçe pazarlarında satılmaktadır (Uzun ve ark. 2016). Ağaç ve meyveler Şekil 2.1, 2.2, 2.3 ve 2.4' de görülmektedir.



Şekil 2.1. *Myrtus communis* L. ağacı



Şekil 2.2. *Myrtus communis* L. ağacı ve çiçeği



Şekil 2.3. *Myrtus communis* L. Meyveleri



(Az olgunlaşmış)



(Az olgunlaşmış)



(Yarı olgunlaşmış)



(Olgun)

Şekil 2.4. *Myrtus communis* L. farklı olgunluk seviyelerindeki meyveleri

Myrtus communis L.'nin meyveleri; uçucu bileşikler, fenoller, tanenler, şekerler, antosiyaninler, esansiyel yağlar, yağ asitleri ve sitrik ve malik asitler gibi organik asitler bakımından zengindir (Tumen ve ark. 2017; Şan ve ark. 2015; Scorrano ve ark. 2017). Meyvelerin ve yapraklarının besleyici değerinin yüksek olması kullanım alanlarını arttırıp, tüketici ve üreticilerin ilgisini çekmektedir (Şan ve ark. 2016).

2.2. *Myrtus Communis* L. Meyvesinin kullanım alanları

Myrtus communis L. Türkiye ve diğer Akdeniz ülkelerinde eski zamanlardan beri bilinen ve tüketilen bir bitkidir ve geleneksel olarak tıbbi amaçla kullanılmaktadır (Tumen ve ark. 2017; Sisay ve ark.2017).

Geleneksel tıpta kullanımına yönelik farklı uygulamalar bulunmakta olup; bu bitkinin yaprak ve meyveleri; mide, kolesterol, bronşit, hipoglisemik, anti-hiperglisemik, anti-öksürük, antimikrobiyal, antioksidan ve anti-hemorajik ilaç olarak kullanılmaktadır (Kordalia ve ark. 2016; Belmimoun ve ark. 2016; Henniaa ve diğ. 2016; Şan ve ark. 2015; Yıldırım ve ark. 2013; Bahmanzadegan ve ark. 2015; Usai ve ark. 2015). Ayrıca, antidiyabetik, antiseptik, antienflamatuar, antimikrobiyal ve antimutajenik aktiviteler de gösterdiği belirtilmiştir (Tumen ve ark. 2017; Bahmanzadegan ve ark. 2105; Rahimi ve ark. 2015).

Meyveleri ve yaprakları ayrıca mide ülseri, karın ağrısı, ishal, dizanteri ve romatizma gibi bazı hastalıklar için özellikle de gastro-intestinal bozukluklarda kullanılmaktadır (Henniaa ve ark. 2016; Sisay ve ark. 2017; Jabria ve ark. 2016; Salehi ve ark. 2017). Çiçekler, yapraklar ve meyvelerin ekstraksiyonu yaralarda, bazı cilt hastalıklarının tedavisinde ve saç dökülmesi için de kullanılmaktadır (Kordalia ve ark., 2016; Babou ve ark. 2016, Usai ve ark., 2015).

Tıbbi amaçla kullanılması dışında, hammadde ve aromatik koku kaynağı olarak farklı alanlarda da kullanılmaktadır. Parfüm ve kozmetik sanayinde, ilaç endüstrisinde, gıda endüstrisinde et ve sosların lezzetlendirilmesinde, şekerleme ve içeceklerde olmak üzere geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır (Bahmanzadegan ve ark. 2105; Usai ve ark. 2015; Rahimi ve ark., 2015; Salehifar ve ark. 2017).

2.3. Serbest Radikaller

Serbest radikaller, son yörüngelerinde eşlenmemiş elektron bulunduran bileşiklerdir. Stabil olmayan bu bileşikler yüksek enerjili olup (Karadeniz ve Koca 2003) bünyelerindeki eşlenmemiş elektronun kazandırdığı reaktivite nedeniyle diğer moleküllerle etkileşime girerek oksidatif strese yol açmakta ve hücrelerde hasar meydana getirmektedirler (Karadeniz ve Koca 2003, Çakatay ve Kayalı 2006). Hasara yol açan bu reaktif oksijen türlerinden en çok bilinenleri; süperoksit, hidrojen peroksit, hidroksil, singlet oksijen ve nitrik oksit olup *in vivo* ve *in vitro* olarak aktivite göstermektedirler (Fu ve ark. 2011). Çizelge 2.1’de serbest radikal türleri verilmiştir (Aydın 2011).

Çizelge 2.1 Bazı serbest radikal türleri (Aydın 2011)

| Adı | Formülü | Tanımı |
|--------------------|----------------------------------|---|
| Hidrojen atomu | H^{\bullet} | En basit serbest radikal |
| Süperoksit | $O_2^{\bullet -}$ | Oksijen merkezli radikal, seçikle reaktif |
| Hidroksil | HO^{\bullet} | En fazla oksijen radikali, insan vücudundaki tüm moleküllere saldırır. |
| Triklorometil | CCl_3^{\bullet} | C merkezli radikal, CCl_4 metabolizması sonucu üretilir ve genellikle O_2 ile hızla reaksiyona girer. |
| Tiyil | RS^{\bullet} | Kükürt üzerinde eşleşmemiş elektron bulunduran türlerin genel adı |
| Peroksil, Alkoksil | ROO^{\bullet} , RO^{\bullet} | Organik peroksitlerin yıkımı sırasında oluşan oksijen merkezli radikaller |
| Nitrik oksit | NO^{\bullet} | L – arginin amino asidinden <i>in vivo</i> koşullarda üretilir. |
| Azotdioksit | NO_2^{\bullet} | NO_2^{\bullet} ’nin O_2 ile reaksiyonunda oluşur. Kirli hava, sigara dumanında bulunur. |
| Hidrojen peroksit | H_2O_2 | Reaktivitesi en düşük, moleküler hasar yeteneği düşük |
| Singlet oksijen | 1O_2 | Oksijenin güçlü oksidatif formu |

Normal şartlarda insan vücudunda meydana gelen serbest radikaller bazı durumlarda yüksek miktarda oluşmakta ve serbest radikallerin olumsuz etkilerini azaltacak yada ortadan kaldıracak mekanizmalar yeterli gelmediğinde çeşitli hastalıklara neden olmaktadır (Altınar ve ark. 2018, Karadeniz ve Koca 2003). Hastalıklar; hücre ölümü, hücre fonksiyonlarının engellenmesi, DNA tahribatı, bağışıklık hücrelerinin yok edilmesi vb. gibi vücut hücrelerinin uğradığı zararlarla oluşmaktadır (Ardağ 2008). Bağışıklık sisteminde zayıflama, kalp-damar hastalıkları, diyabet, gastrointestinal sorunlar ve çeşitli kanser türleri gibi hastalıklara yol açtıklarından son derece dikkat edilmesi gereken bileşik gruplarıdır (Amin ve ark. 2013, Karadeniz ve Koca 2003).

2.4. Antioksidan Bileşikler

Antioksidan bileşikler; serbest radikalleri yakalayıp bunların yol açacağı hasarı önleyen veya oluşmuş hasarın onarılmasında görev alan maddelerdir (Özenç 2011, Kasnak ve Palamutoğlu, 2015). Antioksidanlar kendi yapılarındaki elektronları serbest radikallere vererek onları nötrleştirip etkilerini azaltırlar yani oksidasyon reaksiyonlarına karşı çalışırlar. Normal şartlarda bu durum denge halinde olup, serbest radikallerin antioksidanlardan fazla olduğu durumlarda hasarlar oluşmaktadır. (Güleşci ve Aygöl 2016). Antioksidanlar ve oksidanlar arasında denge olması ve bu dengenin korunması sağlık açısından son derece önemlidir (Yılmaz 2010).

Antioksidan aktivite ile serbest radikaller temizlenerek etkileri azaltılmakta veya yok edilmekte böylece kanser, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıklar önlenebilmektedir (Zou ve ark. 2016). Ayrıca, kronik hastalıkları önlemede antitümoral, antimutajenik, antimetastatik, antiülser, antikarsinojenik, antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiaging, antiinflamatuvar özellikler gösterdikleri bilinmektedir (Yılmaz 2010, Zou ve ark. 2016).

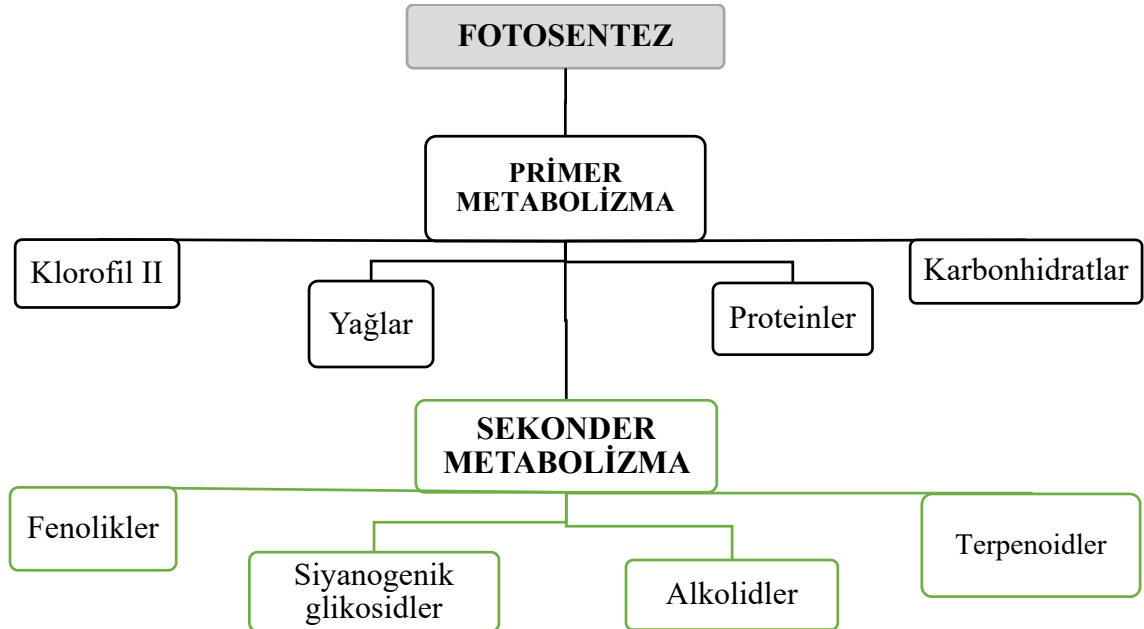
Yapılan çalışmalarda meyve sebzelerin koruyucu etkilerinin yapılarındaki antioksidan bileşiklerden kaynaklandığı ve bunların da askorbik asit (C vitamini), α - tokoferol (E vitamini), karotenoidler, glutasyon, flavonoidler ve fenolik asitler gibi doğal bileşikler olduğu belirtilmiştir (Güleşci ve Aygöl 2016, Aydın 2011).

Askorbik asit elektronlarını çok kolay vermesinden dolayı güçlü bir antioksidan aktiviteye sahiptir. Karotenoidler birçok bitki tarafından sentezlenmekte olup, çoklu doymamış bağ içerdiklerinden kolay okside olabilen ve stabil olmayan yapıları sayesinde antioksidan özellikleri vardır (Güleşci ve Aygül 2016).

2.5. Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler, bir benzen halkasına bir ya da birden fazla hidroksil grubunun bağlanması ile oluşan yapılardır (Vermerris ve Nicholson, 2006, Nakilcioğlu ve Hışıl 2011). Meyve, sebze, bitki, yaprak, çiçek ve tohumlarda bulunmaktadır (Baysal ve Yıldız 2003, Anonim 2006, Coşkun 2006). Meyvelerde sebzelerden daha fazla fenolik bileşik bulunduğu bildirilse de, bitkilerde genel olarak fenolik bileşik yaygın olduğundan çoğu meyve ve sebze farklı miktarlarda bulunmaktadır (Baysal ve Yıldız 2003).

Bitki kimyasalları primer ve sekonder metabolitler olarak iki grupta incelenmektedir (Şekil 2.5). Primer metabolitler, klorofil II, karbonhidratlar, yağlar, proteinler; sekonder metabolitler ise fenolikler, terpenoidler, alkaloidler ve siyanogenik glikosidler olarak gruplandırılmıştır (Oskay ve Oskay 2009).



Şekil 2.5. Bitkilerde primer ve sekonder metabolitler (Oskay ve Oskay 2009).

Bitki metabolizmalarındaki sekonder metabolitler olan fenolik bileşikler, bitkilerin kendilerini bazı durumlara (enfeksiyon, yaralanma, ağır metal etkileri ve bazı zararlılar vb.) karşı koruma mekanizmasında önemlidirler (Kulbat 2016). Gıdaların tat, renk, koku, aroma gibi özelliklerinde de etkili olup; belirgin olarak gıdalarda, renk, acılık-burukluğun kaynağıdır (Meral 2016, Nakilcioğlu ve Hışıl 2011, Nizamlıoğlu ve Nas 2010).

Fenolik bileşikler; fenolik asitler (hidroksisünamik asitler, hidroksi benzoik asitler) ve flavonoidler (antosiyandin, flavonlar ve flavonoller, flavanonlar, kateşinler ve löykoantosiyandinler, proantosiyandinler) olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir (Cemeroğlu 2004).

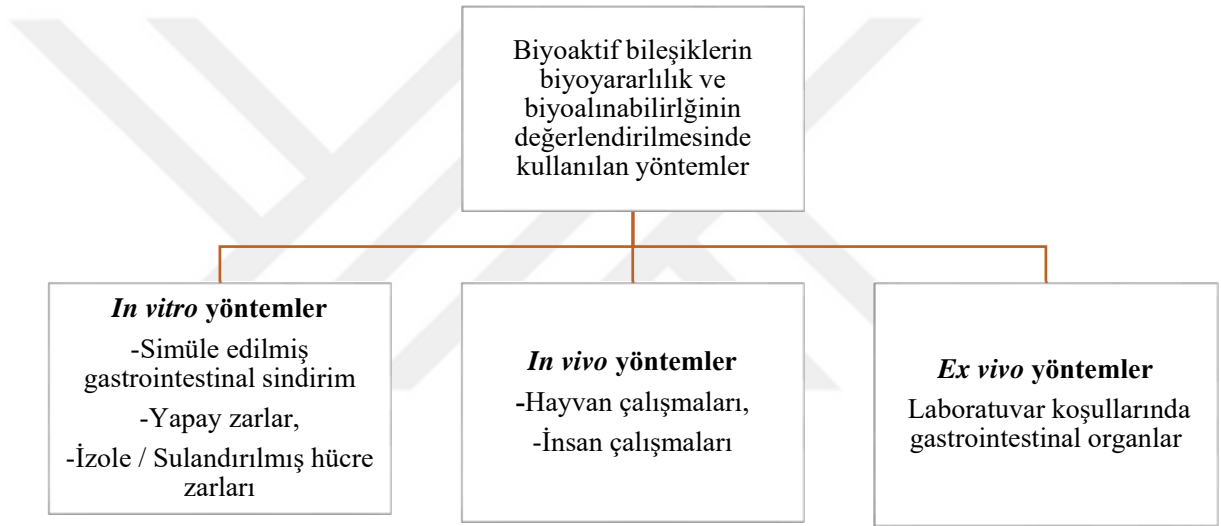
Doğal antioksidan kaynağı olan fenolik bileşikler sahip oldukları olumlu etkilerden dolayı büyük önem arz edip, beslenme konusunda dikkatleri meyve ve sebzelere çekmektedir. Ayrıca, fenolik bileşikler, diyabet (Tip 2), kanser türleri ve kardiyovasküler hastalıklarda (Kolaç ve ark. 2017, Lin ve ark. 2016), üriner sistem enfeksiyonları ve mide ülserleri gibi rahatsızlıklarda (İrkin ve ark. 2008) antialerjik, antiinflamatuar, antidiyabetik, antimikrobiyal, antipatojenik, antiviral ve antitrombotik gibi özelliklerinden dolayı koruyucu etki göstermektedirler (Kolaç ve ark. 2017).

2.6. Biyoyararlılık ve Biyoalınabilirlik

Gıdanın fiziksel ve kimyasal yapısı yanında kişisel koşullar (genetik faktörler, sağlık durumu, sindirim sistemindeki ortam özellikleri, yaşam ve beslenme şekli vb.) gibi faktörlere bağlı olarak besin öğelerinden yararlanım oranı değişmektedir (Ercan ve El 2010, Li ve Wang 2019). Gıdanın içerdiği bileşenlerin belirlenmesi, bu bileşenin tamamının emilerek kullanılacağı anlamına gelmediği gibi vücuttaki kullanım ve etkilerini belirlemede de yeterli değildir. Etkin beslenmenin sağlanabilmesi için gıda bileşenlerinin doğru gıda kaynağından ve uygun miktarlarda alınması gerekmektedir. Bu nedenle, gıdaların beslenme açısından değerlendirilmesinde, içerdiği gıda bileşenlerinin miktarı kadar, o bileşenin biyoyararlılık ve biyoalınabilirliğinin de bilinmesi gerekmektedir (Buniowska ve ark. 2014).

Biyoyararlılık; sindirilen gıdalardan salınan bileşiklerin vücut fonksiyonları için kullanılmak ya da depo edilmek üzere sindirim sisteminden emilen kısımdır (Bruna ve ark. 2019, Ercan ve El 2010). Biyoalınabilirlik ise sindirimle gıda yapısından ayrılan ve vücut tarafından emilebilecek hale gelen bu bileşenlerin miktarıdır (Sahan ve ark. 2017, Li ve Wang 2019; Sahan ve ark. 2019).

Biyoyararlılık ve biyoalınabilirliğin belirlenmesi için *in vivo* (hayvan ve insan çalışmaları), *ex vivo* (laboratuvar koşullarındaki gastrointestinal sindirim organları) ve *in vitro* (benzetilmiş gastrointestinal sindirim, yapay membranlar vb.) yöntemler kullanılmaktadır (Barba ve ark. 2017).



Şekil 2.6. Biyoaktif bileşiklerin biyoyararlılık ve biyoalınabilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler (Buniowska ve ark. 2014).

Biyoyararlılık çalışmaları, *in vivo* yöntemler olup beraberinde etik sorunlar, uzun zamana ihtiyaç duymaları, kontrollerinin ve tekrarlanabilirliklerinin düşük olması ve pahalı olmalarından dolayı kullanılmaları çok kısıtlıdır. Bu nedenle biyoyararlılık çalışmaları yerine uygulanması ve kontrolü daha kolay, ucuz ve hızlı sonuç veren *in vitro* yöntemler biyoalınabilirlik analizlerinde kullanılmaktadır (Li ve Wang 2019, Güven ve ark.2010, Etcheverry ve ark. 2012). Gıdalardan etkin ve doğru şekilde yararlanarak dengeli ve düzenli beslenme sağlanabilmekte dolayısıyla gerek sağlığın korunmasında büyük önem

taşımaktadır. Bu yüzden son yıllarda yapılan gıda araştırmalarında biyoalnabilirlik çalışmaları büyük önem arz etmektedir.

2.7. Toplam fenol miktarı

Fenolik maddeler; bitkilerde bulunan ve bulunduğu konsantrasyon ile orantılı şekilde antioksidan aktiviteye katkı sağlayan bileşikler olduğundan, antioksidan aktivite değerlendirmeleri için miktarlarının belirlenmesi önemlidir (elik 2009). Uygulanması basit ve tekrarlanabilen Folin Ciocalteu (FC) yöntemi (Chen ve ark. 2015, Albayrak ve ark. 2010); bitki dokuları, otlar, meyve suları, şarap ve alkollü içecekler vb. gıdaların toplam fenolik içeriğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Chen ve ark. 2015, Bastola ve ark. 2017).

Folin-Ciocalteu yöntemi; fenoliklerin aktif merkezi Mo(VI) olan Folin-Ciocalteu reaktifi -molibdofosfotungstik heteropoliasit ($3H_2O.P_2O_5.13WO_3.5MoO_3.10H_2O$) ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan indirgenmiş mavi renkli ozeltinin 765 nm'de spektrofotometrik olarak llmesine dayanmaktadır (Bastola ve ark. 2017, Büyüktuncel 2013, elik 2009). ozeltinin renk yoğunluğu fenollerin konsantrasyonu ile doğru orantılıdır (Rover ve Brown 2013). Analizin doğruluğu; ortamın alkali olmasına, kullanılan standarda, Folin-Ciocalteu reaktifine ve reaktiflerin eklendiği sıraya bağlıdır (Chen ve ark. 2015). Birçok çalışmada standart olarak kateşin eşdeğeri, kafeik asit eşdeğeri, protokateşik asit eşdeğeri vb. farklı standartlar kullanıldığı belirtilse de (Büyüktuncel 2013) genellikle gallik asit standart olarak kullanılıp sonuçlar gallik asit eşiti (GAE mg/L) türünden verilmektedir (Albayrak ve ark. 2010).

2.8. Antioksidan kapasite yöntemleri

Meyve, sebze, baharat ve birçok gıdada doğal olarak bulunan antioksidanlar hastalıklara karşı koruyucu, önleyici ve tedavi edici etkilerinden dolayı araştırmalarda büyük ilgi çekmektedir (Abderrahim ve ark. 2016, Bvenura ve Sivakumar 2017). Bu çalışmalarda, birbiriyle karıştırılan antioksidan aktivite ve antioksidan kapasite terimleri farklı anlamlarda kullanılmaktadır. Antioksidan aktivite; antioksidan ile oksidan arasındaki

reaksiyonun hız sabitini ifade ederken; antioksidan kapasite numunenin uzaklaştırdığı /yok ettiği serbest radikalın miktarının ölçüsüdür (Büyüktuncel 2013, Özyurt 2014, Akara ve Burnaz 2019). Genel olarak metotlar farklı şekillerde sınıflandırılmış olsa da kabul gören sınıflandırma şekli hidrojen atomu transfer (HAT) temelli ve elektron transfer (ET) temelli analiz metotlarıdır ve bunlar numunenin radikal veya oksidan giderici kapasitesini ölçmektedir (Apak ve ark. 2007, Okan ve ark. 2013).

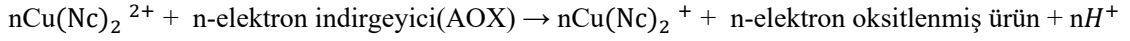
Çoğu kinetik bazlı olan HAT temelli analizler reaksiyon sırasında azo bileşiklerin ayrışması ile oluşan peroksil radikalleri için antioksidan ve substratın rekabetinde devam eden analizlerdir. ET temelli analizler ise bir antioksidanın, oksidantı indirgeme kapasitesini ölçmektedir (Apak ve ark. 2007). Bu ölçüm renk değişiminin spektrofotometrik olarak ölçülen absorbansı ile belirlenmektedir (Albayrak ve ark. 2010, Nacak 2014). HAT yöntemlerine göre daha yavaş gerçekleşen ET yöntemleri, çözücü ve pH faktörlerinden etkilenmektedir (Okan ve ark. 2013).

Antioksidan kapasite belirlenmesine yönelik olarak literatürde, çok sayıda farklı yöntem kullanılmasına rağmen en fazla uygulama alanı bulanlar; Hidrojen transferine dayanan yöntemlerden (HAT); Oksijen radikal absorbans kapasite (ORAC), Toplam radikal yakalayıcı antioksidan parametre (TRAP), İndüklenmiş düşük yoğunluklu lipoprotein otooksidasyonu ve Krosin beyazlatma ile; tek elektron transferine dayanan yöntemlerden (ET); Folin-Ciocalteu reaktifi ile toplam fenolik bileşik tayini (FCR), Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite tayini (ABTS/TEAC), Demir (III) iyonu indirgeme antioksidan kapasite yöntemi (FRAP), DPPH radikal süpürücü aktivite tayini, Kuprik iyon (Cu^{2+}) indirgeme antioksidan kapasite yöntemi (CUPRAC) ve Ferrik tiyosiyanat yöntemi ile total antioksidan aktivite tayin yöntemi (FTC)'dir.

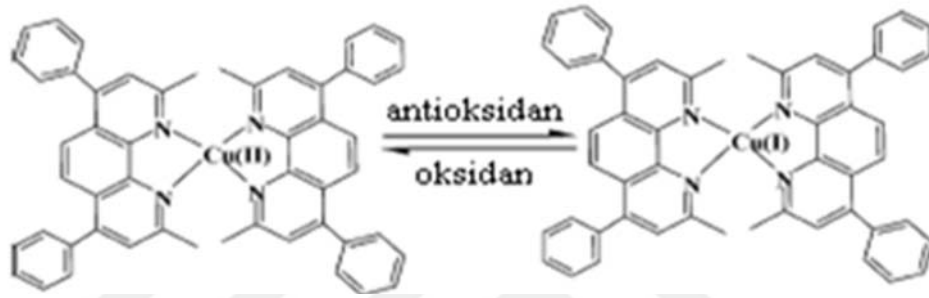
Antioksidan kapasite belirleme çalışmalarında; analiz şartları, ekstraksiyon koşulları ve diğer etkenlere bağlı olarak sonuçlarda oluşabilecek değişiklikler göz önünde bulundurulmalı ve farklı antioksidan kapasite tayin metotları ile analizler tekrarlanmalıdır (Arkan 2011). Bu çalışmada kullanılan antioksidan kapasite tayin yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

2.8.1. CUPRAC Yöntemi

CUPRAC yöntemi, bakır(II)-neokuproin kompleksinin (Cu(II)-Nc) antioksidanlar tarafından bakır(I)-neokuproin [Cu(I)-Nc]'e indirgenmesi temeline dayanan bir yöntem olup reaksiyon aşağıda görülmektedir (Apak ve ark. 2007, Çelik ve ark. 2010, Apak ve ark. 2014).



İndirgenme işlemi Şekil 2.7.'de görüldüğü gibi ılmektedir (Apak ve ark. 2014).



Şekil 2.7. Cu(II)' nin Cu(I)'e indirgenmesi (Albayrak ve ark. 2010)

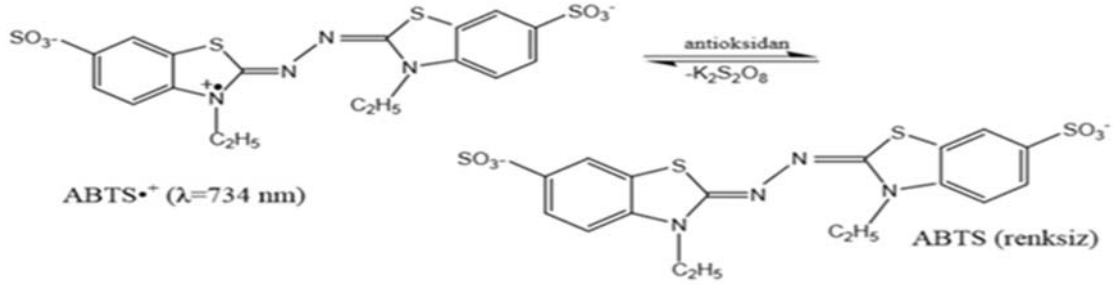
CUPRAC yönteminde genel olarak örnek üzerine Cu(II) klorür, neokuproin ve amonyum asetat (pH=7) çözeltileri eklenmekte ve 30 dakika beklenmektedir (Özyurt 2014). Süre sonunda indirgenme sonucu oluşan turuncu-sarı renkli $\text{Cu}(\text{Nc})_2^+$ 'nin absorpsansı 450 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmektedir (Apak ve ark. 2014).

CUPRAC reaktifinin (bakır (II) neocuproin); erişilebilirlik, stabilite, basitlik, düşük maliyet gibi özellikleriyle birlikte lipofilik ve hidrofilik antioksidanlar için de uygulanabilir olması (Apak ve ark. 2014); hava, güneş ışığı, nem ve pH gibi parametrelerden etkilenmemesi (Büyüktuncel 2013); ayrıca birçok farklı örneğin antioksidan kapasitesinin ölçülmesinde kullanılabilmesi CUPRAC yöntemini cazip hale getirmektedir (Apak ve ark. 2014).

2.8.2. ABTS Yöntemi

ABTS yönteminde; $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ veya Mn_2O_3 gibi farklı oksidan maddelerin kullanımı ile doğrudan oluşturulan mavi/yeşil (ABTS•+) radikal katyonunun (Albayrak ve ark. 2010,

Re ve ark. 1999) renginin giderilmesi ile oluşan absorbans azalması spektrofotometrik olarak ölçülmektedir (Re ve ark.1999, Ojha ve ark. 2018). Sonuçlar troloks eşdeğer antioksidan kapasite (TEAC) şeklinde verilmektedir (Büyüktuncel 2013). Oluşan reaksiyon Şekil 2.8’de görülmektedir. Bu yöntem ile 415, 645 nm ve 734 nm gibi farklı dalga boylarında çalışılabilmektedir (Apak ve ark. 2007).

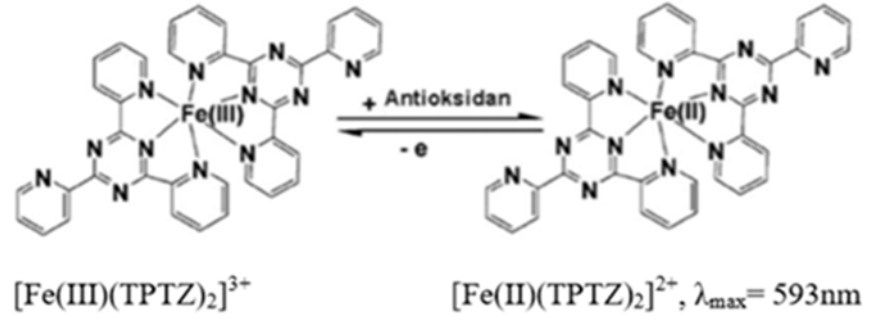


Şekil 2.8. ABTS'nin K₂S₂O₈ ile oksidasyonu (Büyüktuncel 2013).

ABTS yöntemi, teknik olarak basit ve hızlı bir yöntem olması, sulu ve lipit fazda kullanılabilmesi, geniş pH aralığında çalışılabilmesi ile pH'ın etkisinin antioksidan mekanizmasıyla durumunun araştırılmasına olanak sağlanması gibi olumlu özelliklerinden dolayı sıklıkla tercih edilen bir analiz yöntemidir (Albayrak ve ark. 2010).

2.8.3. FRAP Yöntemi

FRAP (ferrik indirgeyici antioksidan gücü) analizi, ferrik 2,4,6-tripiridil-s-triazin bileşiğinin (Fe³⁺-TPTZ) örnekte bulunan antioksidanlar tarafından Fe²⁺-TPTZ indirgenmesi esasına dayanmaktadır (Gliszczynska-Swiglo 2006, Çelik ve ark. 2010, Özyurt 2014). Şekil 2.9’da FRAP reaktifinin antioksidan ile etkileşimi görülmektedir. Koyu mavi renginde olan Fe²⁺-TPTZ bileşiğinin maksimum absorbans verdiği 593 nm’de yapılan ölçümlerle sonuçlar troloks eşdeğeri (TE) olarak verilmektedir (Berker ve ark. 2007).



Şekil 2.9. FRAP reaktifinin antioksidan ile etkileşimi (Özyurt 2014)

Analiz edilecek örneğin, Fe^{3+} -TPTZ bileşimini indirgeme miktarı içeriğindeki antioksidanların miktarı ile ilişkilendirilmekle birlikte, demirin çözünürlüğü ortamın pH'sına bağlı olup indirgenme olayı asidik koşullarda (pH 3.6) gerçekleşmektedir (Berker ve ark. 2007, Büyüktünel 2013, Ojha ve ark. 2018). Reaksiyon süresi sabit olmayıp reaksiyon hızına göre 4 dakika ile birkaç saat aralığında değişmektedir. Bu nedenle önce örneklerde ön denemeler sonucunda reaksiyon süresi belirlenmekte daha sonra analize geçilmektedir (Büyüktünel 2013). Bu yöntem; hidrofilik ve lipofilik karakterdeki bileşiklerin analizi için de uygun olup hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Büyüktünel 2013). En önemli avantajı ise basit ve ucuz olmasıdır (Griffina ve Bhagoolib 2004).

2.9. Kaynak Araştırmaları

Yapılan literatür araştırmalarında *Myrtus communis* L. üzerine yapılmış farklı çalışmalara rastlanmıştır.

Yıldırım ve ark. (2013) çalışmalarında, Adana (Karaisalı) ve Mersin (Tarsus ilçe merkezi, Yanıkkışla köyü ve Erdemli ilçesi) ekolojik koşullarında doğal olarak yetişen 60 adet mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) seçerek bu örneklerde; meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), çiçek çapı, bir çiçekteki erkek organ sayısı gibi özellikleri incelemişler.

Bayır Yeğın ve Uzun (2015) yaptıkları bir çalışmada (*Myrtus communis* L.) mersin meyvelerinin içerdiği fenolik bileşik miktarlarını ve bunların genotiplere göre değişimini saptamayı amaçlamışlar ve Antalya civarından topladıkları meyvelerde fenolik bileşik olarak, gallik asit (GA), kateşin (CT), epikateşin (ECT), epikateşin-30 -gallat (ECG), prosiyanidin B1 (B1), prosiyanidin B2 (B2), kuersetin (Q), kamferol (K) ve mirisetin (M) miktarlarını tespit etmişlerdir.

Avcı ve Bayram (2008) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bornova araştırma alanında bulunan Mersin (*Myrtus communis* L.) bitkilerinde farklı hasat zamanlarının uçucu yağ oranlarına etkisini araştırmak amacıyla bir yıl boyunca her ayın 15'inde ve günün üç farklı saatinde yapraklı dal örnekleri alınmış yapılan analizler sonucunda uçucu yağ değerleri farklı aylara ve saatlere göre belirlenen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Şan ve ark.(2016) Mersin bitkisinin biyokimyasal özellikleri üzerine yapılan çalışmaları incelemişler. Bu çalışmalarda meyvenin ve yapraklarının fenolik maddeler ve antioksidan özellikler yönünden zengin, ayrıca önemli derecede antibakteriyel ve antifungal etkilerinin olduğu ifade etmişlerdir.

Babou ve ark. (2016), *Myrtus communis* L. yaprak ve meyvelerinin fenolik bileşim ve antioksidan aktivitesinin olgunlukla ilişkisini belirlemişlerdir. Eylül ve Aralık aylarında toplanan yapraklarla, Aralık ayında hasat edilen olgun meyveler ve tohumları incelenmiş ve en yüksek sonuçların olgun olanlardan elde edildiği bildirilmişlerdir.

Jabria ve ark. (2016) alışmalarında *Myrtus communis* L. meyvelerinin sulu ekstraktının antidiyaretik etkilerinin yanı sıra antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerini araştırmışlar, sonuç olarak meyvenin tanenler açısından zengin ve geniş bir antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Myrtus communis L. meyvesi hakkında farklı çalışmalara rastlanmakla birlikte bu çalışmaların bazı eksik yanları olduğu grlmektedir. Çalışmamızda genel kapsamlı olarak meyvenin olgunlaşma periyodu baz alınıp; fizikokimyasal özellikleri ve mineral içeriği ile antioksidan kapasite ve toplam fenol miktarı belirlenip sonuçlar yorumlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3. 1. Materyal

Myrtus communis L. meyveleri 2017 yılının Temmuz ve Kasım ayları arasında Mersin ili Toroslar İlçesi Işıktepe Köyü'nden üç farklı olgunluk seviyesinde (olgunlaşmamış, yarı olgun ve olgun) toplanmıştır. Meyvelerin farklı olgunluk seviyelerinde toplanması, aynı ağaçlardan örnek alınarak gerçekleştirilmiştir. Her olgunluk seviyesindeki meyve özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Meyveler soğuk zincir altında laboratuvara getirilmiş, hasarlı olanlar ayklandıktan sonra sağlam olanlar fiziksel ve kimyasal analizler için hazırlanmıştır. Tüm örnekler kullanılacağı zamana kadar derin dondurucuda -18 °C' de depolanmıştır.

3. 2. Yöntem

3.2.1. Kurumadde tayini

Kuru madde analizleri için meyveler parçalanmış ve homojenize edilmiştir. Önceden 105°C'lik etüvde kurutularak sabit ağırlığa getirilerek daraları alınmış kuru madde kaplarına 2'şer gram tartılıp 105°C'lik etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulup tartılmıştır (Uylaşer ve Başoğlu 2014). Aşağıdaki eşitliğe göre hesaplama yapılarak toplam kuru madde miktarı belirlenmiştir.




$$\% \text{ Toplam Kurumadde miktarı (g/100g-mL)} = \frac{T_2 - T_1}{\text{Ö}} \times 100$$

$$T_1 = \text{Kabın darası (g)}$$

$$T_2 = \text{Kabın darası (g) + Kurumadde (g)}$$

$$\text{Ö} = \text{Alınan örnek miktarı (g-mL)}$$

Çizelge 3.1 Meyvelerin olgunluk seviyelerindeki özellikleri ve hasat zamanları

| Periyot | Hasat zamanı | Olgunluk seviyeleri ve özellikleri |
|---------|-----------------------|--|
| P1 | Temmuz'un son haftası | Olgunlaşmamış: Küçük taneli, açık yeşil, çok buruk  |
| P2 | Eylül | Yarı olgun: Orta büyüklükte, açık sarı, buruk  |
| P3 | Kasım | Olgun: İri taneli, sarı renkte ve üzerinde kahverengi lekeler var, burukluk en az seviyede  |

3.2.2. Suda çözülebilir kuru madde miktarının analizi

Meyvelerin suda çözülebilir kuru madde miktarı AOAC Metodu No. 932.12' ye göre refraktometre kullanılarak belirlenmiştir (Anonim 1990b).

3.2.3. pH analizi

pH analizi için meyveler parçalanıp bir miktar saf su ile homojen hale getirildikten sonra AOAC Metodu No. 981.12'e göre Hanna marka pH metre ile ölçüm yapılmıştır (Anonim 1990b).

3.2.4. Titre edilebilir asitlik

Örneklerin titre edilebilir asitlikleri AOAC Metodu No: 942.15 metoduna göre titrimetrik olarak belirlenmiş ve gerekli hesaplamalar malik asit eşdeğerine göre aşağıdaki formül kullanılarak yapılmıştır (Anonim 1990b).

$$\% \text{ Titrasyon Asitliği (\%TA)} = \frac{a \times N \times \text{meq} \times F}{\text{Ö}} \times 100$$

a = Titrasyonda kullanılan 0,1 N NaOH çözeltisi (mL)

Ö = Örnek miktarı

N= Titrasyonda kullanılan NAOH normalitesi

F= Titrasyonda kullanılan NAOH faktörü

meq= Organik asidin meq ağırlığı (malik asit cinsinden: 67,05 meq)

3.2.5. Kül miktarı analizi

AOAC Metodu No. 940.26'ya göre sabit ağırlığa getirilen porselen krozelere, örneklerden 2'şer gram tartılmış ve 550°C deki kül fırınında yakılmış ve daha sonra tartımları gerçekleştirilmiştir (Anonim 1990b). Hesaplamalar aşağıdaki eşitlik kullanılarak yapılmıştır.

$$\text{Toplam kül miktarı (g/100g-mL)} = \frac{100 (a-b)}{\ddot{O}} \times \frac{100}{\text{KM}}$$

a= Kül + Porselen krozenin ağırlığı (g)

b= Porselen krozenin ağırlığı (g)

Ö= Örnek miktarı (g/mL)

KM= Örneğin kurumadde miktarı (%)

3.2.6. Renk ve Boyut Analizi

Meyvelerin iç ve dış renkleri Minolta CM 3600d model renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. CIE Renk değerleri değerlerinden (L*, a*, b*) oluşan üçlü skalada L*= 100 beyaz, L*= 0 siyah; yüksek pozitif a*= kırmızı, yüksek negatif a*=yeşil, yüksek pozitif b*=sarı ve yüksek negatif b*=mavi olarak değerlendirilmiştir.

Meyvelerin en ve boyları kumpas kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.7. Toplam şeker miktarı analizi

Meyvelerin toplam şeker miktarı Luff-Schoorl yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; homojenize örnekten 25 g alınarak 100 mL'lik ölçü balonuna konulmuş ve Carrez I ve Carrez II çözeltilerinden 5'er mL ilave edilmiş ve çizgisine tamamlanarak bekletilmiştir. Filtre edildikten sonra filtrattan 25 mL alınmış, üzerine 50 mL damıtık su, 5 mL HCl (%35-36) eklemiş ve 70°C'de 5 dakika bekletilip soğumaya alınmıştır. Soğuduktan sonra fenolfitalein indikatörlüğünde %30'luk KOH ile kırmızı renge kadar titre edilmiştir. Asetik asit ile renksizleştirildikten sonra 250 mL' ye saf su ile tamamlanmış ve buradan 25 mL örnek alınarak üzerine 25 mL Luff çözeltisi ilave edilmiştir. Bu karışım 10 dakika geri soğutucuda kaynatılıp soğutulduktan sonra sırası ile 10 mL KI, 25 mL H₂SO₄ ve 2 mL nişasta çözeltisi (% 1) eklenip ardından 0,1 N sodyumtiyosülfat ile titre edilmiştir (Anonim 1990b). Toplam şeker miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam \u0131eker (g/L-mL)} = \frac{V_2 \times F \times 2}{V_1 \times V} \times 100$$

V_2 = Seyreltme hacmi (mL)

V_1 = Alınan \u00f6rnek miktarı (mL)

V= Titrasyonda harcanan \u00e7\u00f6zelti miktarı (mL)

F= Fakt\u00f6r

3.2.8.Ya\u011f Analizi

\u00d6rneklerin ya\u011f miktarı, Soxhelet sistemi kullanılarak AOAC Metot No:948.22'e g\u00f6re belirlenmi\u015ftir (Anonim 1990b). \u00d6rnekten 10 g tartılarak ekstraksiyon kartu\u015funa aktarılmı\u015ftır. Kartu\u015f Soxhelet sistemine koyularak hegzan yardımıyla ekstraksiyon i\u015lemleri ger\u00e7ekle\u015ftirilmi\u015ftir.

3.2.9. Protein Analizi

Meyvelerin azot miktarı AOAC Metot No:920.152 y\u00f6ntemine g\u00f6re yapılmı\u015ftır (Anonim 1990b). Bulunan de\u011fer 6.25 ile \u00e7arpılarak protein miktarı (%) kurumadde \u00fczerinden hesaplanmı\u015ftır.

3.2.10.Mineral Analizi

\u00d6rneklerin Mg, Ca, Cu, Zn, Fe, Mn ve B minerallerinin belirlenmesinde ICP-OES (İnd\u00fcktif E\u015le\u015mi\u015f Plazma Optik Emisyon spektrometresi, Perkin Elmer 2100 USA) kullanılmı\u015ftır. Numune yakma i\u015lemleri Milestone MLS 1200 (İtalya) Marka mikrodalga fırınında ger\u00e7ekle\u015ftirilmi\u015ftir (Anonim 2007c, Anonim 2007d).

\u00c7\u00f6zeltiler : T\u00fcm \u00e7\u00f6zeltiler analitik saflıkta ve TKA Ultra Pacific ve Genpura su safla\u015ftırma sistemiyle ultra saf su (18 M Ω cm diren\u00e7li) kullanılarak hazırlanmı\u015ftır. %

67'lik HNO₃ Merck (Darmstadt, Almanya)'den temin edilmiştir. Argon (99.9995% saflıkta, Linde, Türkiye) taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır.

Standart stok çözeltiler (1000 mg/L) her element için (Mg, Ca, Cu, Zn, Fe, Mn ve B) Merck (Darmstadt, Almanya) kalibrasyon standartlarını hazırlamak için kullanılmıştır. Standartlar çözeltiler, % 0.3'lük HNO₃ kullanılarak günlük hazırlanmıştır. Metod validasyonu için botanik sertifika referans materyalleri olarak Sertifikalı Lahana: IAEA – 359 Avusturya, Sertifikalı Çay NCS ZC73014- (GSB-7) Çin, Sertifikalı Çilek LGC7162 İngiltere, tercih edilmiştir. Dış standart solüsyonu olarak 10 µg/L Seryum, Lityum, Yttriyum, Talyum, ve Kobalt kullanılmıştır.

Örnek hazırlama: Örneklerin yakma işleminde, 12 örnek hazneli bir rotora sahip ve polietilen teflon kapları olan Anton Paar Multiwave Go mikrodalga yakma sistemi kullanılmıştır. Polietilen teflon kaplar %10 HNO₃ (%67 v/v) banyo içinde dezenfekte edilmiş, sonra ultra saf suda temizlenmiş ve 40 °C'deki fırında kurutulmuştur. Homojenize edilmiş numuneden yaklaşık 0.5 g KÇU örneği alınıp 6 ml derişik HNO₃ + 1ml H₂O₂ eklenmiştir. Anton Paar Multiwave Go model mikrodalga yakma fırını ile aşağıdaki verilen programa göre yakılmış ve sonrası 25 ml'ye deiyonize saf su ile seyreltilmiştir. Örnekler oda sıcaklığında belirli bir hacme tamamlandıktan sonra ICP-OES ile analiz edilmiştir.

Mikrodalga Fırın Yakma Programı

| Step | Ramp (dk) | Sıcaklık (°C) | Bekletme (dk) |
|------|-----------|---------------|---------------|
| 1 | 10:00 | 120 | 5:00 |
| 2 | 5:00 | 200 | 10:00 |

Kullanılan cihazlar: Mg, Ca, Cu, Zn, Fe, Mn ve B analizleri ICP-OES Perkin Elemer 2100 model (USA) ile axial konum kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz çalışma koşulları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. ICP-OES çalışma şartları

| ICP-OES | |
|-------------------|---------------------------------------|
| RF Gücü | 1300W |
| Plazma | 15L/dk |
| Aux. | 1L/dk |
| Sisleştirici | 0,5L/dk |
| Entegrasyon Modu | Pik Alanı |
| Örnek akışı | 0,8 mL/dk |
| Kullanılan gazlar | Yüksek saflıkta %99,999 Argon ve Azot |

Kalibrasyon ve tayin: Mg ve Ca için 0.5-10 mg/l aralığında, Zn, Fe, Cu, Mn ve B için 0.1-2 mg/l aralığında standart çözelti ile kalibrasyon eğrileri lineer olarak çizilmiştir. Kontrol çözeltileri için Sertifikalı Çay, Lahana, Çilek standartları analiz edildikten sonra numuneler incelenmiştir.

Geri kazanım çalışmaları: Her bir numune üzerine 5 mg/kg Zn, Fe, Cu, Mn, B ve 50 mg/kg Ca ve Mg olacak şekilde standart eklenmiştir. Örneklerle aynı yakma ve tayin prosedürü uygulanmıştır. Ayrıca en küçük standart 12 kez okutularak standart sapma hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak minerallerin Tespit limitleri (Limit of Detection-LOD) ve Tayin Limitleri (Limit of Quantification-LOQ) belirlenmiştir. LOD ve LOQ değerleri hesaplanırken, standart sapma (s_0) belirlendikten sonra aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{LOD} = 3 \times s_0 \text{ ve } \text{LOQ} = 10 \times s_0$$

3.2.11.Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Örneklerin antioksidatif özelliklerinin belirlenmesi amacı ile 2 farklı ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla meyvelerin ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonlarının ekstraksiyonları Vitali ve ark. (2009) ve Beta ve ark. (2005) metotları modifiye edilerek uygulanmıştır. Parçalanmış meyvelerden 2'şer g tartılarak üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltisi ($\text{HCl}_{\text{kons}}/\text{metanol}/\text{su}$ 1:80:10) eklenip 20 °C'de 2 saat

çalkalanmıştır. Süre sonunda 3500 rpm de 10 dk santrifüjlenmiştir. Süpernatant ekstrakte edilebilir fraksiyon olarak ayrılmıştır. Kalan rezidünün üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltisi (metanol/H₂SO₄kons 10:1) eklenip 20 saat boyunca 85 °C’de bekletilmiştir. Süre sonunda 3500 rpm de 10 dakikalık santrifüjleme işleminin ardından süpernatant hidrolize edilebilir fraksiyon olarak ayrılmış ve analizler yapılana kadar -18°C de saklanmıştır.

3.2.12.Biyoalınabilirlik

Biyoalınabilirlik, laboratuvar koşullarında hazırlanan mide ve bağırsak ortamlarının taklit edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, homojenize edilmiş örneklerden 2 gr tartılıp ve 10 ml saf su ve 0,5 ml pepsin (20 g/L, 0,1 mol/L HCl) ile karıştırılmıştır. Mide ortamı koşulları sağlamak için 5 mol/L HCl kullanarak pH 2’ ye ayarlandıktan sonra 37 °C’ de 1 saat çalkalamalı su banyosunda tutulmuştur. Süre sonunda bağırsak ortamı koşulları sağlamak için 1 M NaHCO₃ eklenerek pH 7,2’ ye ayarlanmıştır. Önce 2,5 mL bile/pankreatin çözeltisi (0.5 g pankreatin ve 3 g bile tuzu tartılarak 250 mL ölçü balonuna alınmış ve çizgisine 0.1 M NaHCO₃ çözeltisiyle tamamlanmıştır) ardından da 2,5 mL NaCl/KCl (100 mL için 0.7 g NaCl ve 0.04 g KCl tartılmış ve ayrı ayrı çizgilerine saf su ile tamamlanmış ve daha sonra homojen şekilde karıştırılmıştır) eklenerek; 37 °C’de 2,5 saat tutulan örnekler 3500 rpm’de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Üstteki berrak kısım biyoalınabilir fraksiyon olarak -18°C de analiz edilene kadar saklanmıştır (Vitali ve ark. 2009).

Biyoalınabilir fraksiyonlar toplam fenol miktarı ve antioksidan kapasite analizlerinde kullanılmıştır. Ayrıca minerallerin biyoalınabilirliklerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan bu fraksiyonlara mineral maddelerin belirlenmesinde kullanılan örnek hazırlama işlemleri uygulandıktan sonra analizlerde kullanılmış ve mineral biyoalınabilirlikleri belirlenmiştir.

3.2.13. Toplam Fenol İçeriğinin Belirlenmesi

Meyvelerin içerdiği ekstrakte edilebilen, hidrolize edilebilen ve biyoalınabilir fraksiyonlar kullanılarak Naczka ve Shahidi (2004), Vitali ve ark. (2009)'nın belirttiği yöntemlere göre tespit edilmiştir. Bu amaçla aşağıdaki analiz prosedürü kullanılmıştır.

Deney tüplerine x mL örnek/standart konularak üzerine (2-x) mL saf su ve 2,5 mL Lowry C (Lowry A çözeltisi 0,1 mol/L NaOH içinde %2'lik Na₂CO₃ olacak şekilde hazırlanmıştır. Lowry B çözeltisi de %1'lik NaKC₄H₄O₆ içinde %0,5 CuSO₄ olacak şekilde hazırlanmıştır. Lowry C çözeltisi ise Lowry A ve Lowry B çözeltilerinin 50:1 (v/v) oranında karıştırılması ile hazırlanmıştır) ilave edilerek, karıştırılmış ve 10 dk bekletilmiştir. Süre sonunda 1:3 oranında saf su ile seyreltilmiş Folin reaktifinden 0,25 mL ilave edilerek karıştırılan örnekler karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. 30 dk sonunda 750 nm dalga boyunda örneklerin ve standartların absorbans değerleri Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometrede okunmuştur. Toplam fenol içeriği tayini analizlerinde standart madde olarak gallik asit kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiği gallik asit çözeltilerinin absorbans değerleri ile çizilmiştir ve grafikten elde edilen kalibrasyon denklemi kullanılıp hesaplama yapılarak, sonuçlar gallik asit eşdeğerine göre mg GAE/100 g örnek olarak ifade edilmiştir.

3.2.14. Antioksidan Kapasite Tayini

Literatürde gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla çok sayıda yöntem kullanıldığı bilinmektedir. Antioksidan özellik gösteren bileşiklerin etkileri farklı mekanizmalar ve tepkimeler sonucu gerçekleşmektedir. Bu nedenle, antioksidan kapasite çalışmalarında tek bir metoda bağlı kalmak, analiz edilen gıdanın antioksidan kapasitesi hakkında yeterli bilgi vermemektedir (Konak ve ark. 2017). Ayrıca, farklı antioksidan kapasite yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması, gıdanın antioksidan gücünün ve mekanizmalarının ortaya konulması, tek bir yöntemle göre daha fazla bilgi vermektedir (Ardağ 2008). Bu nedenle *Myrtus communis* L. meyvelerinin antioksidan kapasitesinin

belirlenmesi amacıyla CUPRAC (bakır iyon indirgeme antioksidan kapasite yöntemi), ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) ve FRAP (demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi) metotları olmak üzere 3 farklı tayin yöntemi kullanılmış ve yöntemler arası karşılaştırma da yapılmıştır. Örnekler spektrofotometrik olarak analiz edilmiş ve sonuçlar gram ağırlık başına mikromol troloks eşdeğeri olarak ($\mu\text{mol TE /g}$) hesaplanmıştır (Apak ve ark. 2004). Kalibrasyon grafiğinin hazırlanmasında 0,00252-0,126 mg aralığında troloks çözeltileri (0.0242 g troloks tartılmış ve metanol ile 100 mL çizgisine tamamlanmıştır) kullanılmıştır.

CUPRAC Yöntemi

CUPRAC yöntemi Apak ve ark. (2008)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla, ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fraksiyonlardan, x mL ekstrakt ve 1-x mL saf su ilave edilmiş ve üzerine 1 mL 1.0×10^{-2} M Cu(II) klorür çözeltisi (0.4262 g bakır (II) klorür (CuCl_2), 100 mL' ye saf su ile çizgisine tamamlanmıştır), 1 mL 7.5×10^{-3} M neokuproin çözeltisi (0.0390 g neokuproin ($\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{N}_2$), 25 ml ye %96'lık etanol ile çizgisine tamamlanmıştır) ve 1 mL 1M amonyum asetat tampon çözeltisi (19.27 g amonyum asetat (NH_4Ac), 250 ml ye saf su ile çizgisine tamamlanmıştır) konulmuştur. 30 dakika bekleme süresinin sonunda antioksidan bulunmayan örneğe karşı, 450 nm'deki absorbans değerleri (Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometre) okunmuştur.

ABTS Yöntemi

7mM ABTS sulu çözeltisi 2,45 mM $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ sulu çözeltisiyle karıştırılarak karanlıkta 12-16 saat bekletilmiştir. Elde edilen ABTS çözeltisi % 96'lık etanolle 1:10 oranında seyreltilmiştir. 4 mL etanol ve 1 mL ABTS karıştırılarak oda sıcaklığında ve karanlıkta 6 dk bekletildikten sonra, 734 nm dalga boyunda şahit örnek için absorbans değeri okunmuştur ($A_{\text{kör}}$). x mL ekstrakt üzerine (4-x) mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi ilave edilerek karıştırılmış ve 6 dk boyunca karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletildikten sonra, 734 nm'de absorbans değeri (Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometre)

ölçülmüştür ($A_{\text{örnek}}$). Ölçümler sonucunda % inhibisyon değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Apak ve ark. 2004).

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{\text{kör}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kör}}} \times 100$$

FRAP Yöntemi

FRAP analizi için öncelikle TPTZ (10 mmol/L TPTZ, 40 mmol/L HCl içinde hacmine tamamlanır), FeCl₃ (0,325 g FeCl₃ Tartılarak 100 mL'ye saf su ile tamamlanır) ve asetat buffer çözeltileri 0,3 mol/L; pH 3,6) hazırlanarak sırasıyla 250 mL, 250 mL ve 62,5 mL alınarak karıştırılır ve FRAP çözeltisi elde edilmiştir. Elde edilen bu çözelti 37 °C'deki sıcak su banyosunda bekletilmiştir. Analiz tüplerine 100 µL örnek, 300 µL su ve 3 mL FRAP çözeltisi konulmuş ve 37 °C'deki sıcak su banyosunda 15 dakika beklendikten sonra 595 nm'de (Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometre) absorbans değerleri ölçülmüştür. Bekleme süresi yapılan ön demeneler sonucunda belirlenmiştir (Benzei ve Strain 1996).

3.2.15. İstatistiksel Analiz

Analizlerden elde edilen sonuçlar SPSS 13.0 programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen ortalama değerler arasındaki istatistiki farklı grupların belirlenmesinde $p < 0.05$ olasılık düzeyinde LSD testi kullanılmıştır. Analizler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal Analizler

Meyvelerin olgunluk seviyelerine göre fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Meyvelerin olgunluk seviyelerine göre fizikokimyasal ve renk analiz sonuçları

| | P1 | P2 | P3 |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Kuru madde (%) | 22,50±0,008 | 23,21±0,02 | 24,02±0,002 |
| Briks | 52,13±0,006 | 62,93±0,005 | 79,71±0,007 |
| pH | 5,78±0,01 | 5,84±0,02 | 5,87±0,01 |
| Toplam asitlik (% dw) | 4,26±0,042 | 3,29±0,025 | 2,89±0,043 |
| Toplam şeker (% dw) | 4,62±0,02 | 5,56±0,02 | 6,01±0,005 |
| Kül (% dw) | 4,36±0,009 | 3,86±0,092 | 3,32±0,02 |
| Protein (% dw) | 1,61±0,015 | 1,65±0,020 | 1,66±0,020 |
| Yağ (% dw) | 0,40±0,025 | 0,45±0,020 | 0,48±0,015 |
| Renk analizi | | | |
| - İç kısım | | | |
| L* | 59,29±3,33 | 63,62±2,20 | 57,8±0,78 |
| a* | 0,27±0,28 | 2,11±1,32 | 5,11±0,78 |
| b* | 28,31±0,88 | 24,72±1,25 | 24,17±1,25 |
| -Dış kısım | | | |
| L* | 57,37±1,14 | 68,25±1,67 | 56,45±0,52 |
| a* | -5,24±0,81 | -1,71±1,47 | 4,38±0,70 |
| b* | 36,46±1,56 | 36,10±2,14 | 29,95±1,40 |
| Boyut (cm) | | | |
| En | 1,008±0,005 | 2,025±0,005 | 2,264±0,01 |
| Boy | 1,252±0,01 | 2.261±0,005 | 3,059±0,005 |

dw: Kimyasal analiz sonuçları kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

Meyvelerin kuru madde, briks, pH, toplam şeker, kül, protein ve yağ miktarları, olgunlaşma ile artarken, titre edilebilir asitlikleri azalmıştır. Uzun ve ark. (2016) *Myrtus communis* L.'nin değişik ekolojilerde verim ve kalite özelliklerini belirledikleri araştırmalarında, çalışmamıza benzer şekilde, olgunlaşma ile briks değeri (% 12-18) artarken, titre edilebilir asitlik oranının (% 3,82- 0,39) azaldığını belirlemişlerdir. İki farklı *Myrtus communis* L. kültürünün incelendiği başka bir çalışmada da pH, kuru madde, toplam şeker ve titre edilebilir asitlik meyve olgunlaşması boyunca izlenmiş ve pH (4.2'den 5.30'a), kuru maddenin (% 23.97'den % 38.63'e), toplam şeker içeriğinin (% 1.13'ten % 8.26'ya) olgunlaşma ile arttığını ve ayrıca titre edilebilir asitlik değerinde azalma olduğunu (% 0.53'ten % 0.16'ya) rapor edilmiştir (Fadda ve Mulas 2010).

Meyvelerin iç kısımlarının L* (L = 100 açıklık, L = 0 karanlık) değerleri incelendiğinde; en yüksek sonuç P2'de, en düşük sonuç P3'te ölçülmüştür. a* değeri (-a yeşil / + a kırmızı) olgunluğa bağlı olarak artmış olup yeşil renk olgunlaşma ile azalmıştır. En yüksek b* (- b mavi / + b sarı) değeri P1 'de görülmüştür. P2 ve P3 değerleri birbirine çok yakın değerler vermiş olmasına rağmen, P3'ün en düşük b* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin *Myrtus communis* L. meyvesinin olgunlaştıkça renginin yeşilden sarıya dönmesi olduğu düşünülmektedir.

Meyvelerin dış kısmında ise; L* değeri P2'de en yüksek ve P3'te en düşük olarak ölçülmüş olup bu sonuç meyvelerin iç kısmının L* değerlerine benzemektedir. Olgunlaşmamış meyvenin tipik rengi yeşil olduğu için en düşük a* değeri P1 ve en yüksek P3 örneğinde ölçülmüştür. b* değeri en yüksek P1 değerinde ölçülürken, P2 değeri bu değere yakın olsa da, biraz daha düşüktür. En düşük sonuç ise P3'te gözlemlenmiştir. Genel olarak renk analizinin sonuçlarını olgunlaşma sürecinde meyvenin karakteristik özellikleriyle açıklayabiliriz. P1; olgunlaşmamış meyveler yeşildir, P2 ; yarı olgun meyveler açık sarı iken P3; olgun meyveler ise sarı renkte olup üzerinde kahverengi lekelere sahiptir.

Meyvelerin büyüklüğünü belirlemek için yapılan ölçümler sonucunda; meyvenin boyutu beklenildiği gibi olgunlaşmaya bağlı olarak düzenli olarak artmaktadır. Şekil 4.1' de

meyvelerin olgunluğuna bağlı olarak boyut değişimleri görölmektedir. Çalışmamıza benzer şekilde; *Myrtus communis* L. meyvesinin olgunlaşması sırasında büyüklüğünü takip edilmiş ve meyvelerin en ve boy değerlerinin olgunlaşma süresince iki katına çıktığı rapor edilmiştir (Uzun ve ark. 2016).



Şekil 4.1. *Myrtus communis* L. meyvesinin olgunluğuna bağlı olarak boyut değişimi

4.2. Mineral Analizleri

Mineral madde analizlerinde kullanılan metoda ait performans karakteristikleri Çizelge 4.2’da verilmiştir.

Çizelge 4.2. Mineral madde analizi metot performans karakteristikleri

| Metal Adı | Geri Kazanım (%) | LOD (mg/kg) | LOQ (mg/kg) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|
| Ca | 91,1 | 2,7 | 9,1 |
| Mg | 84,8 | 2,1 | 6,9 |
| Zn | 89,8 | 0,3 | 0,8 |
| Fe | 87,3 | 0,3 | 1,0 |
| Cu | 100,1 | 0,2 | 0,7 |
| Mn | 89,5 | 0,1 | 0,4 |
| B | 92,8 | 0,4 | 1,3 |

Analizi yapılan mineral maddelerin % geri kazanım değerleri %84,8 -100,1 arasında değişmektedir. En düşük geri kazanım değeri magnezyumda en yüksek ise bakırda belirlenmiştir. Minerallerin, LOD değerlerinin 0,1- 2,7 mg/kg ve LOQ değerlerinin ise 0,4- 9,1 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir.

Myrtus communis L. meyvelerinin mineral içeriği ve biyoalınabilirlikleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Örnekler toplam mineral açısından incelendiğinde, bakılan mineraller arasında en fazla Ca (772,84- 919,02 mg/kg) bulunurken bunu sırasıyla Mg (182,33- 202,55 mg/kg), Zn (7,29-8,43 mg/kg), Fe (6,29-6,97 mg/kg), B (4,94-5,24 mg/kg), Mn (2,11-2,44 mg/kg) ve Cu (1,33- 1,58 mg/kg) izlemiştir. Ayrıca bu sırlama her üç olgunluk düzeyinde de aynı olup en yüksek sonuçlar P3 örneğinde kaydedilmiştir.

Özcan ve Akbulut (1998) yaptıkları çalışmada *Myrtus communis* L. meyvesinin mineral içerikleri Mg için 712,73 mg/kg, Ca için 36,10 mg/kg, Fe için 31,42 mg/kg, Cu için 5,01 mg/kg ve Zn için 3,34 mg/kg Mn için 2,27 mg/kg olarak rapor etmiştir. Bu değerlerle çalışmamızda elde edilen değerler arasında farklılıklar görölmektedir. Bu farklılığın, meyvenin olgunluk düzeyi, yetiştirildiği toprağın mineral içeriği, iklim koşulları, zirai uygulamalar ve çevre koşulları gibi nedenlerden kaynaklanabileceği düşünölmektedir (Şahan ve ark. 2007).

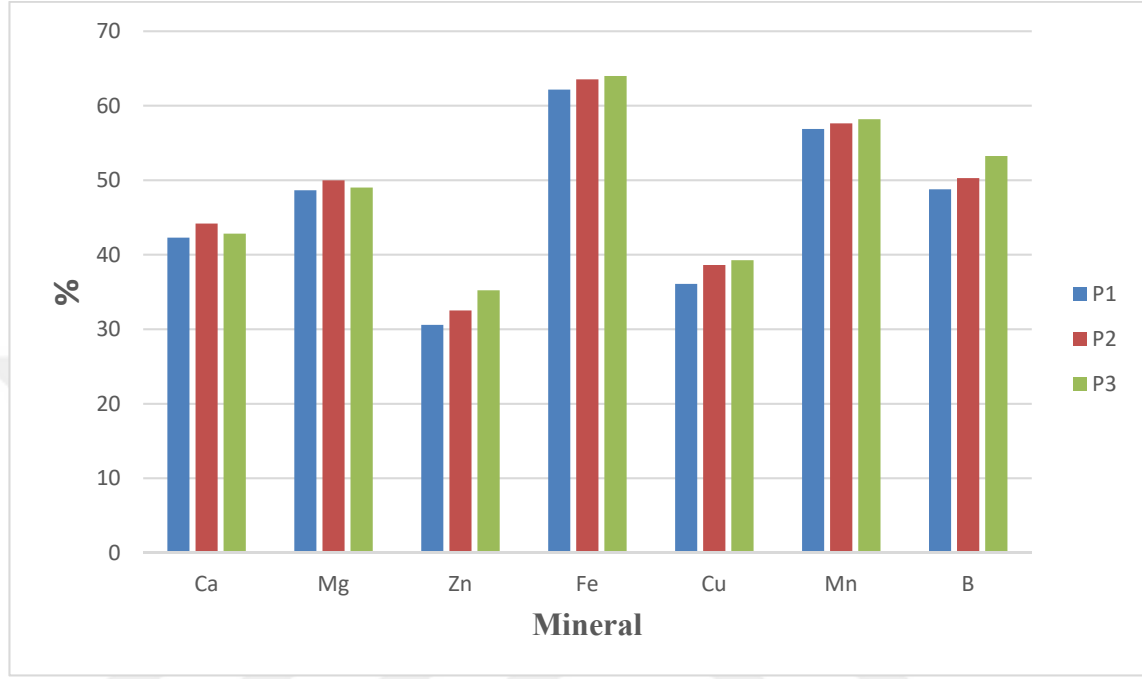
Biyoalınabilirlik açısından değerlendirildiğinde, *Myrtus communis* L. meyvelerinin her üç olgunluk seviyesinde ki mineral içerikleri Ca için 326,97-393,68 mg/kg, Mg için 88,74-99,27 mg/kg, Fe için 3,91-4,46 mg/kg, Zn için 2,23-2,97 mg/kg, B için 2,41-2,79 mg/kg, Mn için 1,20-1,42 mg/kg ve Cu için 0,48-0,62 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. *Myrtus communis* L.'nin mineral içeriği ve biyoalınabilirlikleri

| Mineral | Mineral Konsantrasyonu (mg/kg) | | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Toplam | | | Biyoalınabilir | | |
| | P1 | P2 | P3 | P1 | P2 | P3 |
| Ca | 772,84±18,56 ^c | 816,01±28,9 ^b | 919,02±31,45 ^a | 326,97±28 ^c | 360,54±26 ^b | 393,68±31 ^a |
| Mg | 182,33±9,12 ^c | 193,7±13,4 ^b | 202,55±12,23 ^a | 88,74±7,6 ^b | 96,78±4,8 ^a | 99,27±2,2 ^a |
| Zn | 7,29±2,31 ^{bc} | 7,87±0,80 ^b | 8,43±0,64 ^a | 2,23±0,47 ^c | 2,56±0,56 ^b | 2,97±0,61 ^a |
| Fe | 6,29±0,90 ^b | 6,61±0,50 ^a | 6,97±0,71 ^a | 3,91±0,85 ^b | 4,20±1,11 ^{ab} | 4,46±0,42 ^a |
| Cu | 1,33±0,85 ^b | 1,45±0,30 ^{ab} | 1,58±0,22 ^a | 0,48±0,19 ^c | 0,56±0,07 ^b | 0,62±0,20 ^a |
| Mn | 2,11±0,76 ^b | 2,29±0,80 ^{ab} | 2,44±0,21 ^a | 1,20±0,25 ^c | 1,32±0,19 ^b | 1,42±0,11 ^a |
| B | 4,94±0,53 ^b | 5,05±0,20 ^b | 5,24±0,44 ^a | 2,41±0,47 ^b | 2,54±0,39 ^b | 2,79±0,18 ^a |

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0.05).

Farklı olgunluk seviyelerindeki *Myrtus communis* L. meyvelerinin mineral biyoalınabilirlikleri (%) Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.2. Minerallerin % Biyoalınabilirlikleri

Biyoalınabilirlikler % olarak değerlendirildiğinde her üç olgunluk düzeyindeki meyvede en yüksek değer Fe mineralindeyken (>%60), bunu sırasıyla Mn, B, Mg, Ca, Cu ve Zn takip etmektedir. Genel olarak mineral biyoalınabilirliği açısından incelendiğinde olgunluk seviyesindeki artışa paralel olarak mineral biyoalınabilirliğide (%) olarak artmaktadır. Yapılan literatür çalışmasında *Myrtus communis* L.’nin mineral içeriğinin biyoalınabilirliği ile ilgili yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle farklı meyveler ile karşılaştırma yapılmıştır.

Schulz ve ark., (2017) Juçara meyvelerinin (*Euterpe edulis* Martius) mineral içeriklerinin biyoalınabilirliklerini araştırmışlar ve mineral biyoalınabilirliğini % 0 -81.1 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Minerallerin biyoalınabilirliklerini çinko (% 35.8 -% 69.2), kalsiyum (%14.3 -%65.5), magnezyum (%32.2 -%55.5), demir (% 0-29.5) olarak rapor etmişlerdir. Genel olarak meyvede olgunlaşma arttıkça minerallerinin

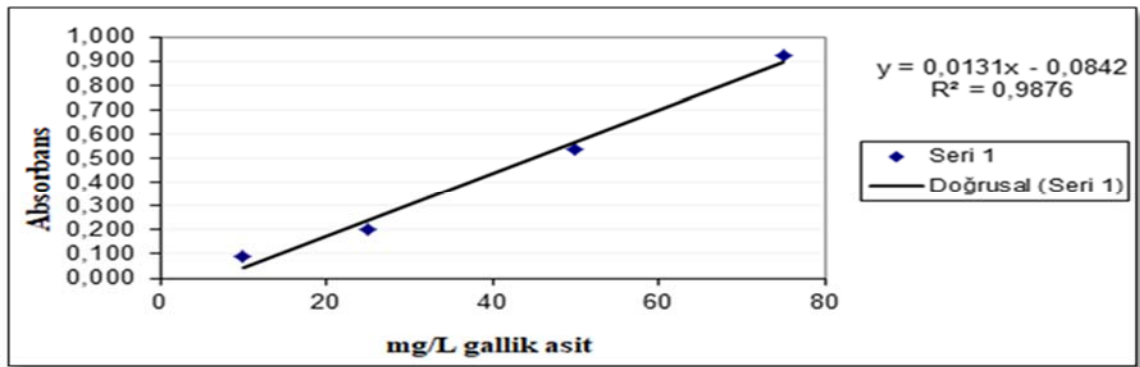
biyoalınabilirliğinin arttığı, bu artışın özellikle Fe ve Zn de çok belirgin olduğunu ifade etmişlerdir.

Bitkisel gıdaların düşük mineral biyoalınabilirlikleri oranları, genel olarak gıdanın bileşimi, proteinlerin miktarı ve kalitesi, erken olgunlaşma aşamalarında hasat, minerallerin kimyasal formu, besinsel etkileşimler ve çözülmeyen lifler, polifenoller ve fitatlar gibi mineral biyoalınabilirliğini olumsuz yönde etkileyebilecek bileşiklerin varlığından kaynaklanabilmektedir (Sandberg, 2002, Fernández-García ve ark. 2009).

Pereira ve ark. (2018), böğürtlen, ahududu, yaban mersini ve çileğin toplam mineral içeriklerini Ca (82-285 mg/kg), Cu (0,20-0,99 mg/kg), Fe (7,3-13,3 mg/kg), Mg (119-243 mg/kg), Mn (2,2-28,7 mg/kg) ve Zn (1.3-3.0 mg/kg) olarak ve biyoalınabilirlik değerlerini ise Cu'da %41, Fe'de %9, Mn'da %34 ve Zn'da %18 olarak belirlemişlerdir. Biyoalınabilirliğin polifenol bileşimlerine bağlı olarak değiştiğini de ifade etmişlerdir. Zn ve Fe'in meyvelerde bulunan fitatlar ve diyet liflerle çözünmez bileşikler oluşturma eğiliminde olduğu için zayıf biyoyararlanım gösterdiklerini, buna karşılık Cu ve Mn'nın ise sindirim sisteminde daha çözünebilir olan metal-fitalat kompleksleri oluşturabildiği için daha yüksek biyoalınabilirlik değerlerine sahip olduklarını rapor etmişlerdir.

4.3. Toplam Fenol İçeriği

Meyvelerden elde edilen ekstrakte ve hidrolize edilebilen fraksiyonların toplam fenol içeriğine ait kalibrasyon grafiği gallik asit kullanılarak (mg/L) çizilmiş olup şekil 4.2' ve toplam fenol içerikleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonların kalibrasyon grafiği

Çizelge 4.4. *Myrtus communis* L. meyvesinin üç farklı olgunluk seviyesindeki toplam fenolik içerikleri

| Toplam Fenol içeriği (mg GAE/ g) | P1 | P2 | P3 |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ekstrakte edilebilir fraksiyon | 113,6±0,57 ^b | 136,46±0,48 ^a | 112,21±0,31 ^b |
| Hidrolize edilebilir fraksiyon | 558,49±2,5 ^b | 626,21±2,5 ^a | 452,54±0,02 ^c |

*Sonuçlar % kuru madde de verilmiştir.

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

Ekstrakte edilebilir fraksiyonda, P2 (136,46 mg GAE/ g) örneğinin toplam fenol içeriği P1 ve P3 örneklerinden daha fazla olup; P1 ve P3 değerleri arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir ($p<0.05$). Hidrolize edilebilir fraksiyonda ise en yüksek değer P2 (626,21 mg GAE/ g) örneğinde olup bunu sırasıyla P1 ve P3 örnekleri takip etmektedir. Ayrıca hidrolize edilebilir fraksiyonun fenol içeriği ekstrakte edilebilir bileşiklerin fenol içeriğinden oldukça fazla bulunmuştur.

Analiz sonuçları genel olarak incelendiğinde toplam fenol içeriğinin olgunlaşma periyodu boyunca azaldığı ve en düşük değerlerin olgun meyvelere (P3) ait olduğu belirlenmiştir.

Fadda ve Mulas (2010)'ın yaptığı çalışmada benzer bir sonuç elde edilmiş ve meyve oluşumundan sonra yüksek olan toplam fenol miktarının olgunlaşma ile azaldığı belirtilmiştir (Fadda ve Mulas 2010).

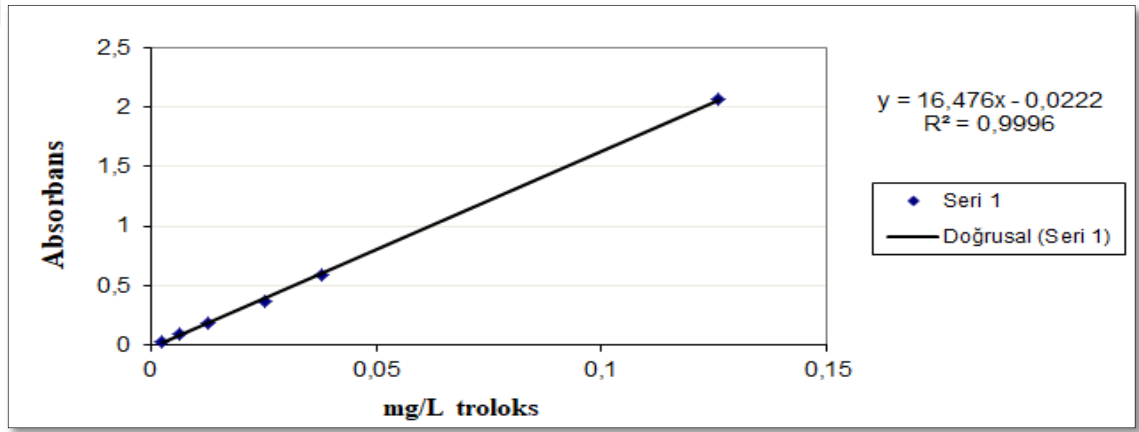
Babou ve ark. (2016) olgunlaşma ile yaprak ve meyvelerinin fenolik bileşimi ve antioksidan aktivitesini incelemek için yaptıkları çalışmada, olgun meyvelerin en düşük miktarda fenolik bileşiğe (6.00-15.44 g / kg kuru ekstrakt) sahip olduklarını bulmuşlardır. Bu sonuçların, kimyasal bileşimin bitkinin bölgesi, kısımları, olgunlaşma ve ekstraksiyon işlemlerine göre değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Amos ve ark. (2013) Olgunluk durumunun nar meyve tanelerinde biyokimyasal içeriği, polifenol bileşimi ve antioksidan kapasitesi üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda en yüksek toplam fenolik içeriği erken olgunlaşmamış aşamada 2027.46 mg

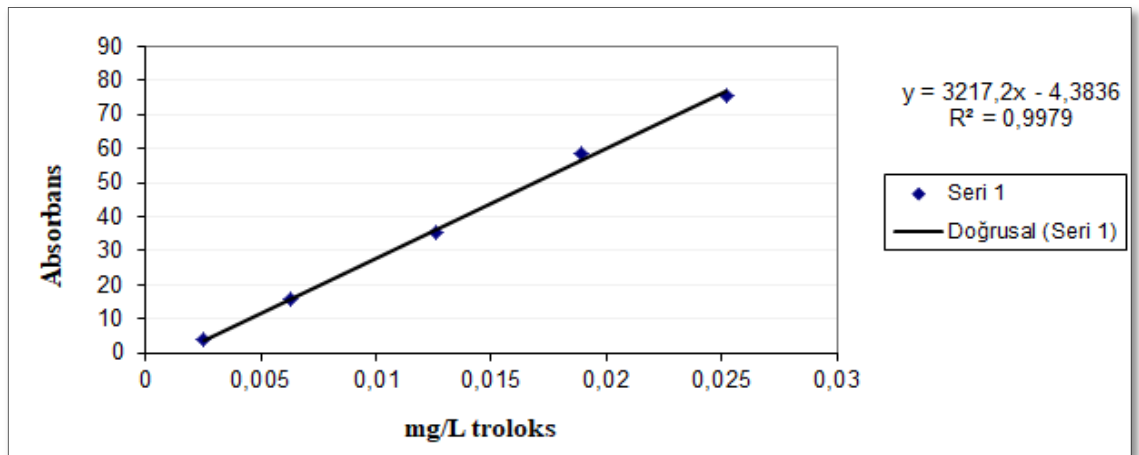
olarak ölçüp bu değerin olgunlaşma ile düştüğünü ve tam olgun zamanda 583.72 mg civarlarında sabit kaldığını belirlemişlerdir. Meyve olgunluğu sırasında polifenollerin polifenoloksidaz ile oksidasyonundan dolayı toplam fenolik içeriğinin ilerleyen meyve olgunluğuyla birlikte azaldığı düşünülmektedir.

4.4. Antioksidan Kapasite

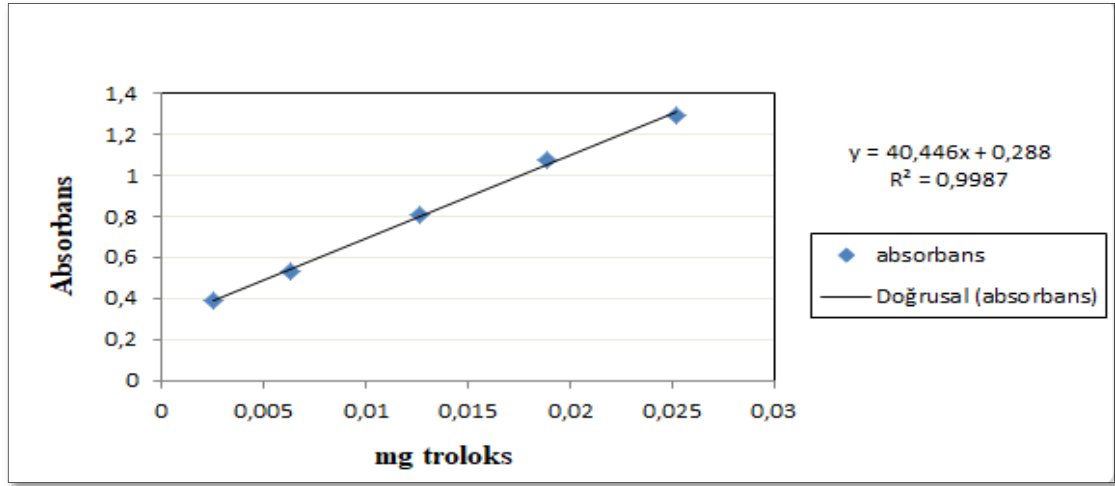
Örneklerin ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonlarının antioksidan kapasiteleri CUPRAC, ABTS ve FRAP yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntemlere ait troloks çözeltileri kullanılarak hazırlanan kalibrasyon grafikleri Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.4. CUPRAC yöntemine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.5. ABTS yöntemine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.6. FRAP yöntemine ait kalibrasyon grafiği

Myrtus communis L. meyvelerinin farklı fraksiyon ve yöntemlere göre antioksidan kapasiteleri çizelge 4.4'te görülmektedir.

Çizelge 4.5. *Myrtus communis* L. meyvelerinin farklı fraksiyon ve yöntemlere göre antioksidan kapasiteleri

| Yöntem | Fraksiyon | Antioksidan Kapasite ($\mu\text{mol TE/g}$) | | |
|--------|----------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| | | P1 | P2 | P3 |
| CUPRAC | Ekstrakte edilebilir | 213,73±0,54 ^a | 204,96±1,41 ^a | 130,75±0,01 ^b |
| | Hidrolize edilebilir | 698,75±2,94 ^a | 586,85±0,77 ^b | 405,21±0,76 ^c |
| ABTS | Ekstrakte edilebilir | 147,37±0,39 ^a | 145,17±0,06 ^a | 98,29±0,22 ^b |
| | Hidrolize edilebilir | 335,78±0,47 ^b | 399,05±0,23 ^a | 279,62±0,95 ^c |
| FRAP | Ekstrakte edilebilir | 250,98±1,42 ^a | 192,46±1,22 ^b | 179,12±0,93 ^b |
| | Hidrolize edilebilir | 894,22±0,07 ^a | 799,23±0,88 ^b | 703,92±1,13 ^c |

*Sonuçlar % kuru madde olarak verilmiştir.

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0.05$).

Myrtus communis L. meyvelerinin tüm olgunluk periyotlarında, her üç antioksidan kapasite yönteminde de hidrolize edilebilir fraksiyonların antioksidan kapasiteleri, ekstrakte edilebilir fraksiyonlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

CUPRAC yöntemine göre; ekstrakte edilebilir fraksiyonların antioksidan kapasitesinde P1 (213,73 $\mu\text{mol TE/g}$) ve P2 (204,96 $\mu\text{mol TE/g}$) örneklerinde istatistiki olarak fark gözlemlenmemekle birlikte ($p < 0.05$), P3 (130,75 $\mu\text{mol TE/g}$) örneğinden oldukça fazladır. Hidrolize edilebilir fraksiyonların antioksidan kapasitesi en yüksek P1 örneğinde, en düşük P3 örneğinde olup; ekstrakte hem de hidrolize edilebilir fraksiyonların antioksidan kapasite değerinde meyvenin olgunlaşması ile düşüş olduğu belirlenmiştir.

ABTS yöntemine göre; ekstrakte edilebilir fraksiyonların antioksidan kapasitesinde en düşük değer P3 (98,29 $\mu\text{mol TE/g}$) örneğinde iken P1 (147,37 $\mu\text{mol TE/g}$) ve P2 (2145,17 $\mu\text{mol TE/g}$) örneklerinde daha fazladır ve kendi aralarında istatistiki olarak fark yoktur ($p < 0.05$). Her üç olgunluk seviyesindeki meyve için (P1,P2,P3) hidrolize edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasitesi ekstrakte edilebilir bileşenlere göre daha fazla belirlenmiş olup; sıralama ise P2, P1 ve P3 şeklindedir.

FRAP yöntemine göre; ekstrakte edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasitesi P1 (250,98 $\mu\text{mol TE/g}$) örneğinde en yüksektir. P2 (192,46 $\mu\text{mol TE/g}$) ve P3 (179,12 $\mu\text{mol TE/g}$) örnekleri arasında istatistiksel olarak fark olmayıp ($p < 0.05$) P1 örneğinden daha düşük değere sahiptirler. Hidrolize edilebilir bileşenlerde en yüksek antioksidan kapasite değeri P1 örneğindeyken, en düşük değer ise P3 örneğindedir.

Amos ve ark. (2013) olgunluk durumunun nar meyve tanelerinde biyokimyasal içeriği, polifenol bileşimi ve antioksidan kapasitesi üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, nar örneğinin antioksidan kapasitesinin yarı olgun aşamaya geçişte önemli ölçüde düştüğünü ve olgun örneklerde de bir miktar düşerek sabit kaldığını belirtmişler ve antioksidan aktivitelerin azalmasının toplam fenolik içeriği oluşturan çeşitli polifenol bileşiklerinin içeriğindeki nispi azalma ile ilişkili olabileceğini eklemiştir.

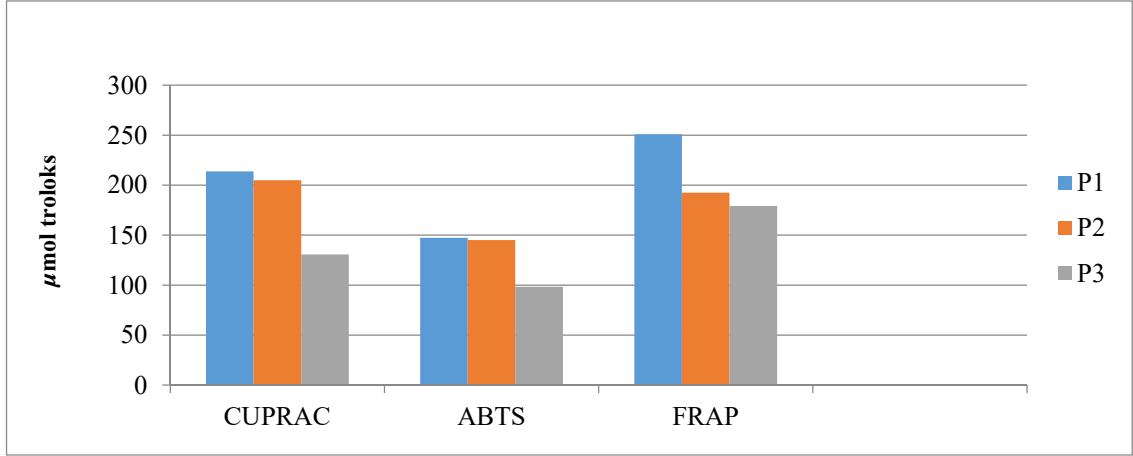
Bir çok meyvenin biyokimyasal içeriği genellikle olgunluk seviyesi etkisiyle olmaklar beraber, çevresel koşullar, hasat zamanı, üretim koşulları vb. gibi yöntemlere bağlı olarak

değişiklik göstermekte olup boyut, renk ve lezzeti de etkilemektedir (Öztürk ve ark. 2018, Amos ve ark. 2013).

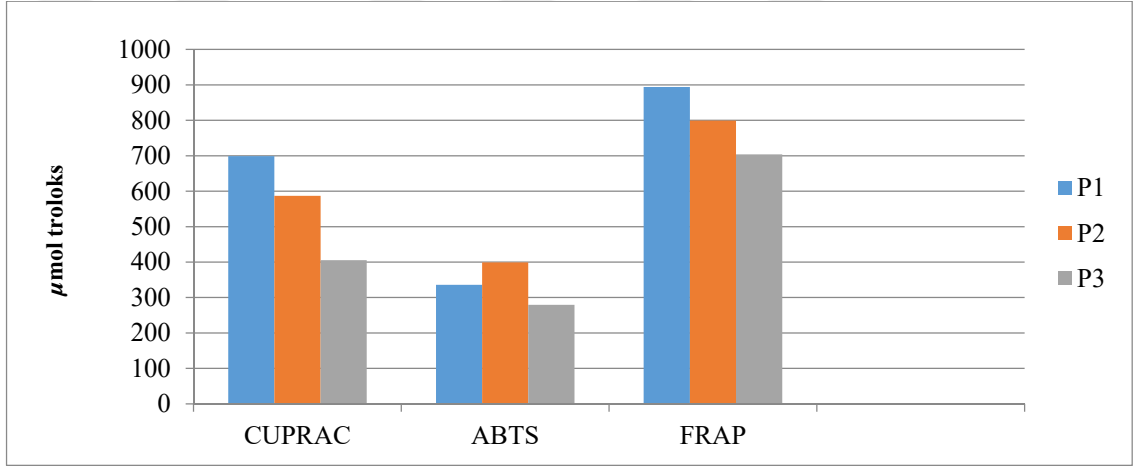
Myrtus communis L. meyvesinin toplam fenol ve antioksidan kapasitesinin meyvenin olgunluk aşaması ile değişimi hakkında yapılan çalışma olmadığı için farklı meyvelerle yapılan çalışmaların sonuçları baz alınarak kıyaslamalar yapılmıştır.

Tüm olgunluk periyotlarında, *Myrtus communis* L. meyvelerinin ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonlarının, farklı antioksidan kapasite belirleme yöntemlerine göre elde edilen sonuçlar Şekil 4.6 ve 4.7'de görülmektedir. Üç farklı olgunluk düzeyindeki meyvelerin antioksidan kapasitelerini belirlemek için kullanılan CUPRAC, ABTS ve FRAP yöntemlerinden en iyi sonucu FRAP yöntemi vermiştir. Her üç analiz yönteminde de hidrolize edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasitesi ekstrakte edilebilir bileşenlere göre daha fazla bulunmuştur. Ayrıca ekstrakte edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasiteleri değerlendirildiğinde her üç analiz yönteminde de P1 örneği en yüksek değere sahipken bu sırayı P2 ve P3 takip etmektedir. Hidrolize edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasitelerinde CUPRAC ve FRAP yöntemleri için benzer olup en yüksek antioksidan kapasite P1 örneklerindedir. ABTS yönteminde ise bu durum farklılık göstermekte olup sıralama P2, P1 ve P3 şeklindedir. Ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde ABTS yöntemi en düşük sonuçları vermiştir. (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).

Serrelı ve ark. (2017) ticari beyaz mersin meyvesinin (*Myrtus communis* L. var. *Leucocarpa* DC) likörünün antioksidan kapasitesini ve fiziksel-kimyasal özelliklerini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada antioksidan kapasiteleri FRAP, CUPRAC, DPPH • ve ABTS • + deneyleri ile belirlemiş ve en iyi sonuca FRAP yöntemi ile ulaşmıştır.



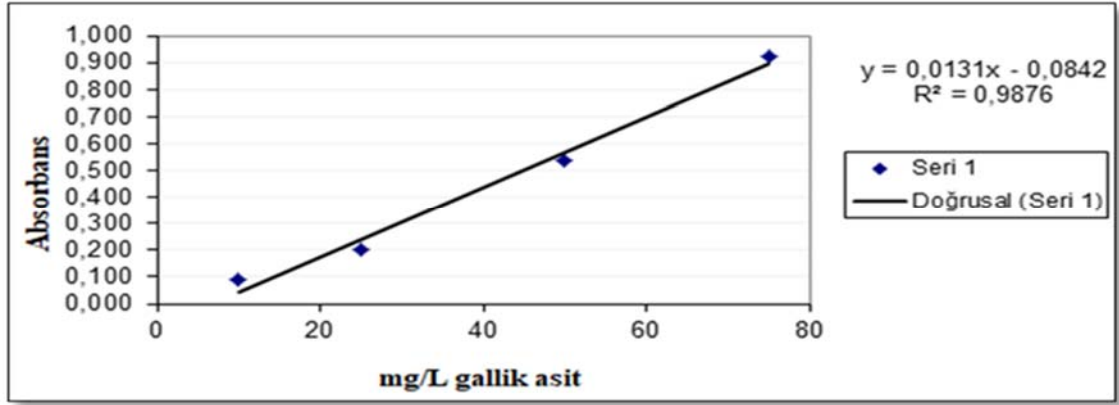
Şekil 4.7. Antioksidan kapasite yöntemlerine göre meyvelerin ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının değişimleri



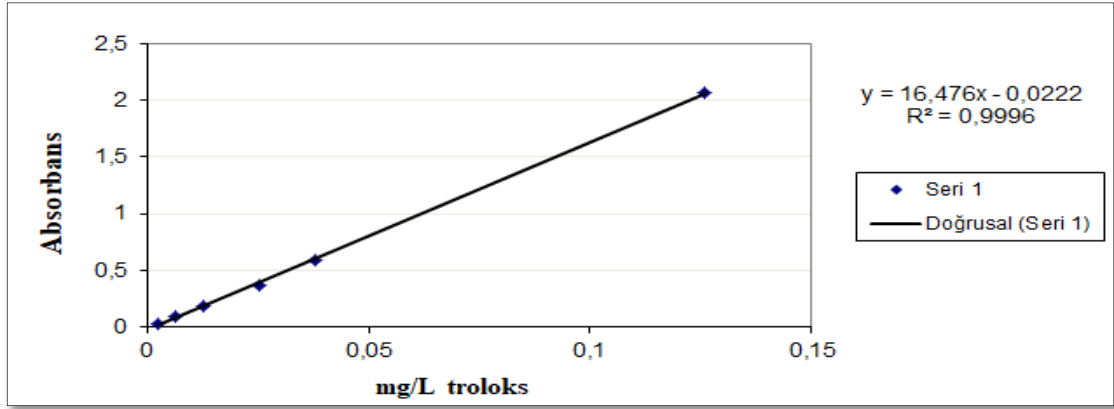
Şekil 4.8. Antioksidan kapasite yöntemlerine göre meyvelerin hidrolize edilebilir fraksiyonlarının değişimleri

4.5. Biyoalınabilirlik

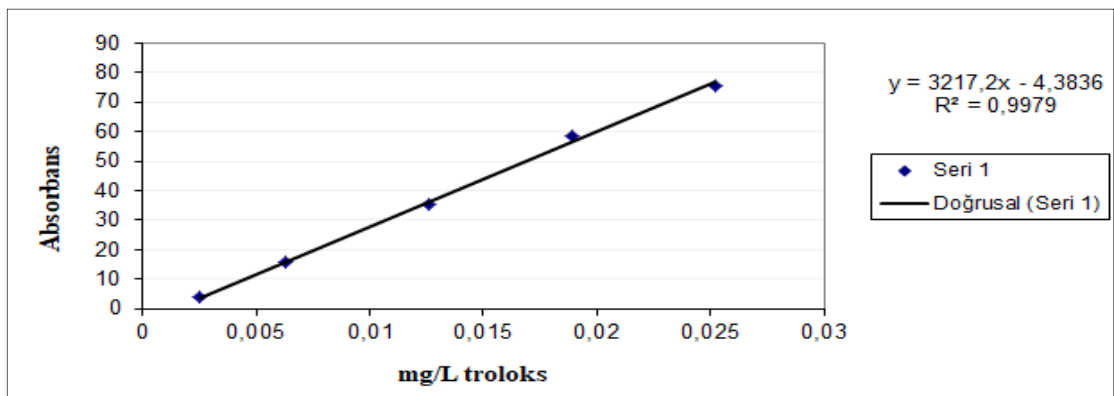
Biyoalınabilirlik, sindirimle gıda yapısından salınan ve vücut tarafından emilebilecek hale gelen bileşenlerin miktarıdır (Li ve Wang 2019). Bir bileşenin sağlık üzerine olumlu etkileri, gıdadaki toplam miktarından çok biyoalınabilirliğine bağlıdır (Cilla ve ark. 2018). Bu nedenle gıdalardan verimli ve etkin şekilde yararlanabilmek açısından biyoalınabilirlik değerlerini belirlemek büyük öneme sahiptir. *Myrtus communis* L. meyvelerinin toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitelerinin (CUPRAC, ABTS ve FRAP) kalibrasyon grafikleri ise Şekil 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11’ de ve biyoalınabilir fraksiyonlarının analiz sonuçları Çizelge 4.7 ve Şekil 4.11’de, verilmektedir.



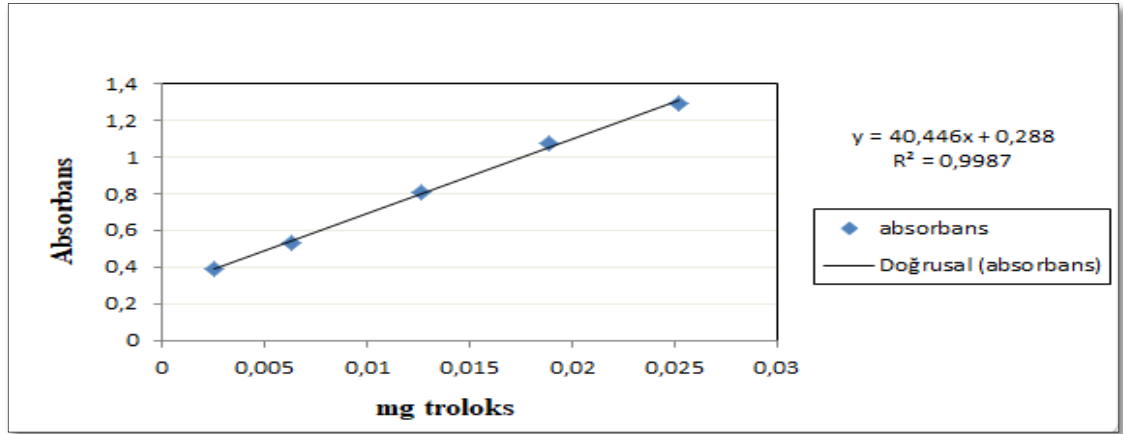
Şekil 4.9. Toplam fenol içeriğinin biyoalnabilir fraksiyonuna ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.10. CUPRAC yönteminin biyoalnabilir fraksiyonuna ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.11. ABTS yönteminin biyoalnabilir fraksiyonuna ait kalibrasyon grafiği

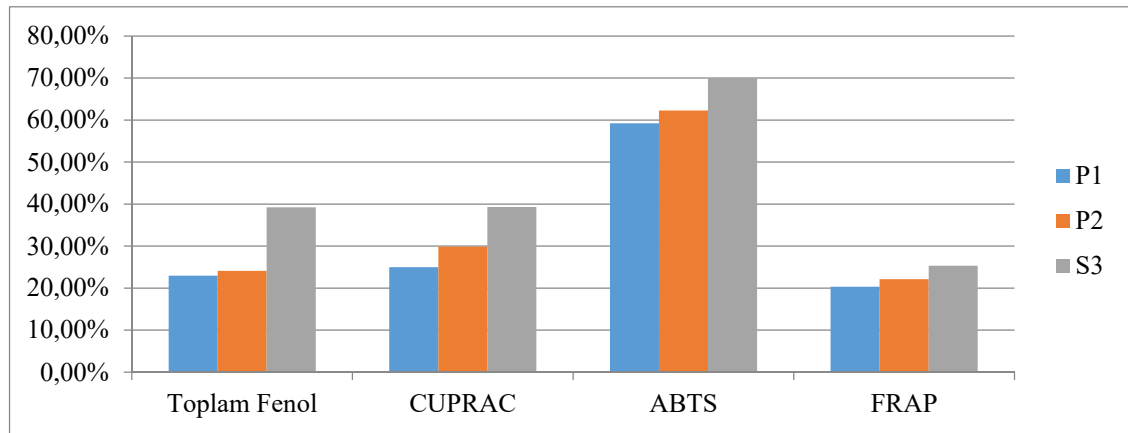


Şekil 4.12. FRAP yönteminin biyoalınabilir fraksiyonuna ait kalibrasyon grafiği

Çizelge 4.6. Toplam fenol içeriği ve Antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoalınabilir fraksiyonu sonuçları

| | P1 | P2 | P3 |
|--|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Toplam Fenol İçeriği (mg GAE/g) | 154,22±0,05 ^c | 183,92± 0,3 ^b | 221,58±0,32 ^a |
| CUPRAC (µmol TE/g) | 227,82±0,24 ^{ab} | 236,38±0,17 ^a | 215,87±0,88 ^b |
| ABTS (µmol TE/g) | 286,17±0,05 ^b | 338,88±0,05 ^a | 264,37±1,5 ^b |
| FRAP (µmol TE/g) | 233,02±0,25 ^a | 219,39±0,17 ^b | 223,66±0,33 ^b |

*Sonnular % kuru maddede verilmiştir *Aynı sütun ve değışkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0.05).



Şekil 4.13. % Biyoalınabilirlik değerler

Sonuçlar genel olarak incelendiğinde, ekstrakte ve hidrolize edilebilen fraksiyonların antioksidan kapasite değerleri meyve olgunlaşması ile azalırken, biyoalınabilir fraksiyonlarında ise tam tersi bir durum görülmekte ve hem toplam fenol içeriği hem de antioksidan kapasite yöntemlerinde en yüksek biyoalınabilirlik değeri olgun meyve olan P3 örneğine aittir. Toplam fenol içeriğinin biyoalınabilirliğinde P3 örneğinin biyoalınabilirliğinin P1 örneğinin yaklaşık iki katı kadar olduğu saptanmıştır. Her üç olgunluk seviyesi için *Myrtus communis* L. meyvelerinin biyoalınabilir fraksiyonlarının belirlenmesinde ABTS yöntemi antioksidan kapasite yöntemleri arasında en iyi sonucu vermiştir. FRAP yöntemi ise biyoalınabilir fraksiyonların ölçülmesinde her üç olgunlaşma periyodunun sonuçları birbirine yakın ve istatistiksel olarak birbirinden farksız bulunmuştur.

5. SONUÇ

Çalışmamızda, üç farklı olgunluk seviyesindeki *Myrtus communis* L. meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle birlikte mineral içeriği, toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasitesi ve bunların biyoalınabilirliği araştırılmıştır.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde;

Meyvelerin olgunluk seviyelerine göre fizikokimyasal ve renk analiz sonuçları belirlenmiş ve kuru madde, briks, pH, toplam şeker, kül, protein ve yağ miktarları, olgunlaşma ile artarken, titre edilebilir asitlikleri azalmıştır.

Myrtus communis L. meyvelerinde analiz edilen mineraller içinde bakılanlar arasında en fazla Ca bulunurken bunu sırasıyla Mg, Zn, Fe, B, Mn ve Cu izlemiştir. Ayrıca bu sırlama her üç olgunluk düzeyinde de aynı olup en yüksek sonuçlar olgun olan meyvelerde P3 belirlenmiştir.

Toplam Fenol içeriği, ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonlar için yarı olgun meyvelerde P2 daha yüksek bulunmuştur.

Antioksidan kapasite sonuçları değerlendirildiğinde, kullanılan üç analiz yönteminden en iyi sonuca FRAP yöntemi ile ulaşıldığı görülmekle birlikte FRAP yönteminden sonra

CUPRAC yöntemi de önerilebilmektedir. Her üç yöntemde de ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonların en yüksek değeri yarı olgun meyvelerde P3 belirlenirken, hidrolize edilebilir fraksiyonların sonuçları ekstrakte edilebilenlere oranla oldukça yüksektir.

% Biyoalınabilirlik değerleri incelendiğinde toplam fenolde en yüksek değer P3 örneğinde olup yaklaşık P1 örneğinin 2 katı kadar bir değere sahiptir. Antioksidan kapasite yöntemlerinin sonuçları incelendiğinde her üç yöntem de P3 örneğinin en yüksek değere sahip olduğu ve üç yöntem içinde en iyi sonuca ABTS yöntemi ile ulaşıldığı görülmektedir.

Sonuç olarak *Myrtus communis* L. meyvesinin toplam fenol içeriği, antioksidan kapasitesi ve bileşimi ile biyoalınabilirliğinin nispeten yüksek olmasından dolayı sağlığa katkı sağladığı düşünülmekte olup tüketilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abderrahim M., Arribas S., Condezo-Hoyos L. 2016.** A novel high-throughput image based rapid Folin-Ciocalteu assay for assessment of reducing capacity in foods. *Talanta* 152: 82–89
- Akara Z., Burnaz N. 2019.** A new colorimetric method for CUPRAC assay with using of TLC plate. *LWT - Food Science and Technology* 112: 108212
- Akyol A., Bilgiç P., Ersoy G. 2008.** Fiziksel Aktivite, Beslenme Ve Sağlıklı Yaşam. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü
- Albayrak S.,Sağdıç O.,Aksoy A.2010.** Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 26(4):401-409
- Al-juhaimi, F., Ghafoor, K., Özcan, M.M., Jahurul, M. H. A., Babiker, E.E., Jinap, S., Sahena, F., Sharifudin, M. S., Zaidul, I. S. M. 2018.** Effect of various food processing and handling methods on preservation of natural antioxidants in fruits and vegetables. *J Food Sci Technol* 55(10):3872–3880
- Altner A., Atalay H., Bilal T. 2018.** Serbest Radikaller Ve Stres İle İlişkisi. *Balıkesir Sağlık Bil Derg Cilt:7 Sayı:1*
- Amin F., Wani S. M., Gani A., Masoodi F.A. 2013.** Polyphenolic Estimation and Antioxidant Activity of Some Vegetables of J &K India-A Correlation Study. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)* pp.595-603
- Amos O., Umezuruike F., Opara L. 2013.** Effects of maturity status on biochemical content, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv. 'Bhagwa'). *South African Journal of Botany* 85 (2013) 23–31
- Anwar S., Ahmed N., Al Awwad N., Ansari S., Wagih M. 2016.** Myrtle (*Myrtus communis* L.) Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00066-3>
- Anwar S., Crouch R. A., Ali N.A. , Al-Fatimi M. A., Setzer W. N., Wessjohann L. 2017.** Hierarchical cluster analysis and chemical characterisation of *Myrtus communis* L. essential oil from Yemen region and its antimicrobial, antioxidant and anti-colorectal adenocarcinoma properties. *Natural Product research*, 31(18), 2158–2163.
- Anonim, 2013.** Sekonder metabolitler ve bitkisel savunma. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/20579/mod_resource/content/0/BF%2013.%20HAFTA.pdf (Erişim tarihi: 21.12.18)
- Anonim, 2006.** Bitkilerde Doğal Renk Maddeleri ve Fenolik Bileşikler. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara
- Anonim 1990.** Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC, USA, (1990b).

Apak R, Güçlü, K., Demirata B, Ozyurek M, Celik ES, Bektasoglu B, Berker IK, Özyurt D. 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules* 12: 1496- 1517

Apak R., Özyürek M., Güçlü K., Bekdeşer B., Bener M. 2014. The CUPRAC Methods of Antioxidant Measurement for Beverages. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-404738-9.00024-6>

Apak R., Çelik S.E., Özyürek M., Güçlü K. 2007. CUPRAC total antioxidant capacity assay of lipophilic antioxidants in combination with hydrophilic antioxidants using the macrocyclic oligosaccharide methyl b-cyclodextrin as the solubility enhancer. *Reactive & Functional Polymers* 67 (2007) 1548–1560

Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., Bektaşoğlu, B., berker, K.I., Özyurt, D. 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12(7):1496–1547

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E. 2004. A novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols, vitamin C and E using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7970-7981

Ardağ A. 2008. Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemlerinin Analitik Açıdan Karşılaştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Analitik Anabilim Dalı Kim-Yüksek lisans tezi

Arkan T. 2011. Daphne Oleoides Subsp. Oleoides Ve Daphne Sericea' Nın farklı çözücülerle antioksidan özellikleri. Konya Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi

Astley S., Finglas P. 2016. Nutrition and Health. Institute of Food Research, Norwich, UK. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03425-9>

Avcı A. B, Bayram E. 2008. Mersin Bitkisi (*Myrtus communis* L.)'nde Farklı Hasat Zamanlarının Uçucu Yağ Oranlarına Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12-3 (2008),178-181

Aydın H. 2011. Bazı Baharatların Farklı Ekstraktlarının Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Babou L., Hadidi L., Grosso C., Zaidi F., Valentão P., Andrade P. B. 2016. Study of phenolic composition and antioxidant activity of myrtle leaves and fruits as a function of maturation. *Eur Food Res Technol* 242:1447–1457

Barbaros B., Kabaran S. 2014. Akdeniz Diyeti ve Sağlığı Koruyucu Etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi* 42(2):140-147

Bahmanzadegan A., Rowshan V., Saharkhiz M. J. 2015. Essential Oil Composition of *Myrtus communis* L. Under Different Storage Conditions. *TEOP* 18 (6); 1467 – 1475

Barba, F.J., Mariutti, L.R.B., Bragagnolo, N., Mercadante, A.Z., Barbosa-Canovas, G.V., Orlin, V. 2017. Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing. *Trends in Food Science & Technology* 67,195-206

Bastola K., Guragain Y., Bhadriraju V., Vadlani P. 2017. Evaluation of Standards and Interfering Compounds in the Determination of Phenolics by Folin-Ciocalteu Assay Method for Effective Bioprocessing of Biomass. *American Journal of Analytical Chemistry*, 2017, 8, 416-431

Bayır Yeğın A., Uzun H. İ., 2015. Mersin (*Myrtus communis* L.) Meyvelerinin Fenolik Bileşik İçerikleri. *Derim*, 32 (1): 81-88

Baysal, T., Yıldız, H. 2003. Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda mühendisliği dergisi*.14.(29-35)

Belmimoun A., Meddah B., Meddah A.T., Sonnet P. 2016. Antibacterial And Antioxidant Activities Of The Essential Oils And Phenolic Extracts Of *Myrtus Communis* And *Zygophyllum Album* From Algeria. *J Fundam Appl Sci.* 8(2), 510-524

Berker I. K., Güçlü K., Tor İ., Apak R. 2007. Comparative evaluation of Fe(III) reducing power-based antioxidant capacity assays in the presence of phenanthroline, batho-phenanthroline, tripyridyltriazine (FRAP), and ferricyanide reagents. *Talanta* 72 (2007) 1157–1165

Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., Sapirstein, H. D. 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82: 390–393

Bruna F., Schmite P., Bitobrovec A., Hacke A.C.M., Pereira R.P., Weinert P. L., Anjos V. E. 2019. *In vitro* bioaccessibility of Al, Cu, Cd, and Pb following simulated gastrointestinal digestion and total content of these metals in different Brazilian brands of yerba mate tea. *Food Chemistry* 281 (2019) 285–293

Buniowska M., Capella J.M., Barba F., Esteve M.,Frigola A. 2014. Analytical Methods for Determining Bioavailability and Bioaccessibility of Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* Vol.13,2014 doi:10.1111/1541-4337.12049

Boyacıoğlu D. 2012. Bal ve Diğer Arı Ürünleri İle Sağlıklı Yaşam Platformu Sağlıklı Yaşam Platformu, Balder

Büyükıuncel, E. 2013. Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. *Pharmaceutical Journal* 17: 93-103

Bvenura C., Sivakumar D.2017. The role of wild fruits and vegetables in delivering a balanced and healthy diet. *Food Research International* 99:15-30

Cemeroğlu, B., Özkan, M. 2004. Kurutma teknolojisi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, 2, 479-618.

- Cilla A., Bosch L., Barbera R., Alegria A. 2018.** Effect of processing on the bioaccessibility of bioactive compounds- A review focusing on carotenoids, minerals, ascorbic acid, tocopherols and polyphenols. *Journal of food composition and analysis* 68(2018) 3-15
- Chen L., Cheng C., Liang J. 2015.** Effect of esterification condensation on the Folin–Ciocalteu method for the quantitative measurement of total phenols. *Food Chemistry* 170 (2015) 10–15
- Çakatay U., Kayalı R. 2006.** Serbest Radikal Biyokimyasının Tarihsel Süreçteki Gelişimi. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*; 37:162-167
- Çelik S. E., Özyürek M., Güçlü K. Apak R. 2010.** Solvent effects on the antioxidant capacity of lipophilic and hydrophilic antioxidants measured by CUPRAC, ABTS/persulphate and FRAP methods. *Talanta* 81 (2010) 1300-1309
- Çelik F. 2009.** Kızılcığın (*Cornus mas L.*) ekstraksiyonu ve antioksidan bileşenlerinin analizi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Coşkun, F. 2006.** Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (2)27-33
- Dafni A. 2016.** Myrtle (*Myrtus communis*) as a Ritual Plant in the Holy Land- a Comparative Study in Relation to Ancient Traditions. *Economic Botany*, 70(3), pp. 222–234
- Demiray E., Tülek Y., 2008.** Domates Kurutma Teknolojisi ve Kurutma İşleminin Domatesteki Bazı Antioksidan Bileşiklere Etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* (3) 9-20
- Erbaş M. 2006.** Yeni Bir Gıda Grubu Olarak Fonksiyonel Gıdalar. Türkiye 9. Gıda Kongresi
- Ercan P., El S.N. 2010.** Koenzim Q10'un beslenme ve sağlık açısından önemi ve biyoyararlılığı. *TÜBAV Bilim* 3(2) 2010 192-200
- Etcheverry, P., Grusak, M. A., Fleige, L. E. 2012.** Application of *in vitro* bioaccessibility and bioavailability methods for calcium, carotenoids, folate, iron, magnesium, polyphenols, zinc, and vitamins B 6, B 12, D, and E. *Frontiers in Physiology*, 3: 1–22.
- Fadda A., Mulas M. 2010.** Chemical changes during myrtle (*Myrtus communis L.*) fruit development and ripening. *Scientia Horticulturae* 125 (2010) 477–485
- Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., Pérez-Gálvez, A. 2009.** *In vitro* bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutrition Research*, 29: 751–760.
- Fu L., Xu B., Xu X., Gan R., Zhang Y., Xia E., Li H. 2011.** Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry* 129(2011) 345-350

Gliszczyn´ska-S´wigło A.2006. Antioxidant activity of water soluble vitamins in the TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) and the FRAP (ferric reducing antioxidant power) assays. Food Chemistry 96: 131–136

Griffina S. P., Bhagoolib R. 2004. Measuring antioxidant potential in corals using the FRAP assay. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 302: 201 – 211

Güleşci N., Aygöl İ.2016. Beslenmede Yer Alan Antioksidan Ve Fenolik Madde İçerikli Cerezler. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2016;5(1)

Güven E., Otkun G., Boyacıoğlu D.2010. Flavonoidlerin biyoyararlılığını etkileyen faktörler. GIDA (2010) 35 (5): 387-394

Güvenç A., Gül H., Uzun E. 2012. Yaban Mersini Posasının Antioksidan Kapasitesi ve Trans-Resveratrol Derişimi Üzerine Ses Ötesi Dalgaların Etkisinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Ankara

Henniaa A., Miguelb M. G., Bradac M., Nemmiched S., Figueiredoe A. C. 2016. Composition, chemical variability and effect of distillation time on leaf and fruits essential oils of *Myrtus communis* from north western Algeria. Journal of Essential Oil Research, Vol. 28, no. 2, 146–156

IF B., JJ S. 1996.The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Anal Biochem. Jul 15;239(1):70-6.

Jabria M., Jabria A., Rtibi K., Ben-Saida A., Aouadhi C., Hosni K., Sakly M., Sebai H. 2016. Antidiarrhoeal, antimicrobial and antioxidant effects of myrtle berries *Myrtus communis* L. seeds extract. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 68, pp. 264–274

Karadeniz F., Koca N. 2003. Serbest Radikal Oluşum Mekanizmaları Ve Vücuttaki Antioksidan Savunma Sistemleri. Gıda Mühendisliği Dergisi 32-37

Karabulut H., Gülay M. 2016. Serbest Radikaller. MAKÜ Sağ. Bil. Enst. Derg. 4(1): 50-5

Kasnak C., Palamutoğlu R. 2015. Doğal Antioksidanların Sınıflandırılması ve İnsan Sağlığına Etkileri. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(5): 226-234

Kolaç, T., Gürbüz, P., Yetiş, G. 2017. Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. İ.Ü. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, Cilt 5, Sayı 1

Konak, M., Ates, M., Şahan, Y. 2017. Yenilebilir Yabani Bitki *Gundelia tournefortii*'nin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(2):101-108.

Kordalia S., Komakia A., Usanmaz A., Çakır A., Ercişli S., 2016. Antifungal and Herbicidal EffectsofFruit Essential Oils of Four *Myrtus communis* Genotypes.Chem. Biodiversity, 13,77–84

Kulbat, K. 2016. The role of phenolic compounds in plant resistance.Biotechnol Food Sci, 80 (2), 97-108

- Li W., Wang W. 2019.** *In vivo* oral bioavailability of fish mercury and comparison with *in vitro* bioaccessibility. *Science of the Total Environment* 683 (2019) 648–658
- Lin, D., Xiao, M., Zhao, J., Li, Z., Xing, B., Li, X., Kong, M., Li, L., Zhang, Q., Liu, Y., Chen, H., Qin, W., Wu, H., Chen, S. 2016.** An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes. *Molecules* 2016, 21, 1374
- Meral R. 2016.** Farklı Isıl İşlem Uygulamalarının Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi. *Journal of The Institute of Natural & Applied Sciences* 21 (1):55-67, 2016
- Nacak F. M. 2014.** Elektrokimyasal yöntemlerle antioksidan kapasite tayini ve klasik yöntemlerle karşılaştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi fen bilimleri enstitüsü, yüksek lisans tezi.
- Nacz, M., Shahidi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054: 95–111
- Nakilcioğlu, E., Hışıl, E. 2011.** Üzümsü Meyvelerin Fenolik Madde İçerikleri: Böğürtlen, Kızılıçık ve Çilek. *Akademik Gıda* 9(4) (2011) 71-78
- Neha K., Haider M.R., Pathak A., Yar S. 2019.** Medicinal prospects of antioxidants: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry* 178: 687-704
- Nizamhoğlu, N.M., Nas, S. 2010.** Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Teknolojik Araştırmalar: Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* Cilt:5, No: 1, (20-35)
- Ojha K., Dubey S., Chandrakar J., Minj R.A., Dehariya R., Dixit A. K. 2018.** A review on different methods of determination of antioxidant activity assay of herbal plants. *Nov – Dec RJBPCS* 4(6) Page No.707
- Okan O., Varlıbaş H., Öz M., Deniz İ. 2013.** Antioksidan Analiz Yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Antioksidan Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Odun Dışı Bazı Bitkisel Ürünler. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (1): 48-59
- Oskay, D., Oskay, M. 2009.** Bitki sekonder metabolitlerinin biyoteknolojik önemi. *e-Journal of New World Sciences Academy*. 4, (2), 31-41
- Özcan M., Akbulut M. 1998.** Mersin (*Myrtus communis* L.) meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *GIDA* 23(2):121-123
- Özenç B. 2011.** *Fumaria officinalis*'un antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi.
- Öztürk B., Özkan Y., Yıldız K., Küçüker E., Karaman S., Çelik S., Karakaya O., Karakaya M. 2018.** Tokat Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Japon Grubu Erik (*Prunus salicina* Lindell) Çeşitlerinin Meyve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. VII Turkey National Horticultural Congress (VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, in Turkish. DOI: 10.13140/RG.2.1.2639.6245

Özyurt D. 2014. Florometrik bir antioksidan tayin yöntemi geliştirilmesi ve uygulamaları. İstanbul Teknik Üniversitesi fen bilimleri enstitüsü, doktora tezi

Patthamakanokporn O., Puwastien P., Nitithamyong A., Sirichakwal P. P. 2008. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 21 241–248

Pereira, C.C., da Silva, E.N., de Souza, A.O., Vieira, M.A., Ribeiro, A.S., Cadore, S. 2018. Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries. *Journal of Food Composition and Analysis* 68, 73-78.

Pinky Raigond, Bhawana Kaundal, Ankita Sood, Shikha Devi, Som Dutt, Brajesh Singh. 2018. Quantification of biguanide and related compounds (anti-diabetic) in vegetables and fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 74 (2018) 82–88

Raigond, P., Kaundal, B., Sood, A., Devi, S., Dutt, S., Singh, B. 2018. Quantification of biguanide and related compounds (anti-diabetic) in vegetables and fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 74; 82–88.

Rahimi M. R., Zamani R., Sadeghi H., Tayebi A. R. 2015. An Experimental Study of Different Drying Methods on the Quality and Quantity Essential Oil of *Myrtus communis* L. Leaves. *TEOP* 18 (6) pp 1395 – 1405

Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, Vol. 26, Nos. 9/10, pp. 1231–1237

Rover R., Brown R. 2013. Quantification of total phenols in bio-oil using the Folin–Ciocalteu method Marjorie. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 104 (2013) 366–371

Sahan, Y., Gurbuz, O., Guldaz, M., Degirmencioglu, N., Begenirbas, A. 2017. Phenolics, antioxidant capacity and bioaccessibility of chicory varieties (*Cichorium* spp.) grown in Turkey. *Food Chemistry*, 217; 483-489.

Sahan, Y., Aydin, E., Dundar, A.N., Dulger, D., Celik, G., Gocmen, D., 2019. Effects of oleaster flour supplementation in total phenolic contents, antioxidant capacities and their bioaccessibilities of cookies. *Food Science and Biotechnology*, DOI: 10.1007/s10068-019-00589-6. Published online:16 March 2019.

Salehi M., Azizkhani M., Mobli M., Shakeri R., Saberi-Firoozi M., Rahimi R., Karimi M. 2017. The Effect of *Myrtus communis* L. Syrup in Reducing the Recurrence of Gastroesophageal Reflux Disease: A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *IranRedCrescentMedJ*.19(7):e55657.

Salehifar E., Abbasi M., Bahari-Kashani R. 2017. Effects of Myrtle (*Myrtus communis*) essential oil on growth performance, carcass characteristics, intestinal morphology, immune response and blood parameters in broiler chickens. *J. Livestock Sci.* 8: 63-71

Sandberg, A.S. 2002. Bioavailability of minerals in legumes. The British Journal of Nutrition, 88(3), 281–285.

Seçken N., Morgil F.İ.2000. Ortaöğretim kurumlarındaki öğrencilerin beslenme sorunları ve ders kitaplarındaki beslenme konusunun incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 18 : 123 - 127

Serrelli G., Jerković I,Angelika Gil K., Marijanović Z., PacinĀ V., Tuberoso C.2017. Phenolic Compounds, Volatiles and Antioxidant Capacity of White Myrtle Berry Liqueurs. Plant Foods Hum Nutr (2017) 72:205–210

Schafer F., Jeanne J.F.2018. Evaluating the effects of food on health in a world of evolving operational challenges. Contemporary Clinical Trials Communications 12(2018) 51-54

Schulz, M., Biluca, F.C., Gonzaga, L.V., Borges, G.D., Vitali, L., Micke, G.A., de Gois, J.S., de Almeida, T.S., Borges, D.L., Miller, P.R., Costa, A.C., Fett, R. 2017. Bioaccessibility of bioactive compounds and antioxidant potential of juçara fruits (*Euterpe edulis* Martius) subjected to *in vitro* gastrointestinal digestion. Food Chemistry 228; 447–454.

Scorrano S., Lazoi M. R., Mergola L., Pia Di Bello M., Del Sole R., Vasapollo G., 2017. Anthocyanins Profile by Q-TOF LC/MS in Myrtus communis Berries from Salento Area. Food Anal. Methods 10:2404–2411

Sisay M., Engidawork E., Shibeshi W., 2017. Evaluation of the antidiarrheal activity of the leaf extracts of Myrtus communis Linn (Myrtaceae) in mice model. BMC Complementary and Alternative Medicine 17:103

Şahan, Y., Başoğlu, F., Güçer, Ş. 2007. ICP-MS Analysis of a Series of Metals (Namely: Mg, Cr, Co, Ni, Fe, Cu, Zn, Sn, Cd, and Pb) in Black and Green Olive Samples from Bursa, Turkey. Food Chemistry 105, 395-399.

Şan B., Yıldırım A.N., Polat M., Yıldırım F. 2015. Chemical Compositions of Myrtle (*Myrtus communis* L.) Genotypes Having Bluish-Black and Yellowish-White Fruits. Erwerbs-Obstbau. 57:203–210

Şan B., Yıldırım F., Yıldırım A. N., 2016. Mersin (*Myrtus Communis* L.) Bitkisinin Biyoaktif Bileşenleri. Bahçe 45 (Özel Sayı 2): 185–193

Tumen İ., Kupeli Akkol E., Sutar İ., Erbey G., Kurtca M., Keles H., Reunanen M., Pranovich A. 2017. Evaluation Of The Wound Healing And Anti-Inflammatory Activities And Phytochemical Analysis Of *Myrtus Communis* L. Fresenius Environmental Bulletin Volume 26.No.7/ pages 4420-4428

Tuncer A. M. 2015. Türkiye'ye Özgü Besin Ve Beslenme Rehberi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Usai M., Mulas M., Marchetti M. 2015. Chemical composition of essential oils of leaves and flowers from five cultivars of myrtle (*Myrtus communis* L.). Journal of Essential Oil Research, Vol. 27, No. 6, 465–476

Uyar B. B.,Gezmen Karadağ M.,Şanlıer N.,Günyel S. 2013. Toplumumuzda Sıklıkla Kullanılan Bazı Bitkilerin Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Saptanması. GIDA (2013) 38 (1): 23-29

Uyulaşer ve Başoğlu 2014. Temel gıda analizleri, 2.baskı

Uzun H.İ, Baktır İ., Gözlekçi Ş., Bayır Yeğın A.2016. Siyah ve beyaz mersinde (*Myrtus communis*) meyve özelliklerinin ve yaprak uçucu yağ bileşiminin mevsimsel değişimi. Mediterranean Agricultural Sciences 29(3): 85-92

Uzun H. İ., Aksoy U., Gözlekçi Ş., Bayır Yeğın A., Selçuk N.2016. Siyah mersin (*Myrtus communis* L.)'in değişik ekolojilerde verim ve kalite özellikleri üzerine araştırmalar. Derim, 33 (2): 159 – 174

Ünal R., Besler T.2008. Beslenmede Sütün Önemi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. Bitkilerin Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Saptanması. GIDA (2013) 38 (1): 23-29

Vermerris, W., Nicholson, R. 2006. Phenolic Compound Biochemistry. Editör: West Lafayette

Vitali, D., Vedinra Dragojevic, I., Šebecic, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114: 1462–1469

Yılmaz İ. 2010. Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 17 (2) 143-153

Yıldırım H., Paydaşkargı S., Karabıyık Ş. 2013. Adana ve Mersin Ekolojik Koşullarında Doğal Olarak Yetişen Mersin (*Myrtus communis* L.) Bitkileri Üzerinde Bir Araştırma. Alatarım, 12(1):1-9

Zou Z., Xi W., Hu Y., Nie C., Zhou Z. 2016.Antioxidant activity of Citrus fruits.*Food Chemistry* 196(2016) 885-896

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sinem YILMAZ
Doğum Yeri ve Tarihi : Mersin, 13.04.1990
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Mersin Ticaret ve Sanayi Odası Anadolu Lisesi, 2004-2008
Lisans : Ankara Üniversitesi, 2009-2014
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, 2017-2020

Çalıştığı Kurum : Cüneyt Ekmen Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi/Mersin

İletişim : a_sinem_is@hotmail.com

Yayınları

Dülger Altiner, D., Sahan, Y., Ates, M., Yılmaz, S., 2018. The Effect of Using Carob Flour in Noodle Production on Antioxidant Capacity, Total Phenolic Contents and Their Bioaccessibility. 11th Aegean Analytical Chemistry Days (Oral presentation), 25-29 September 2018, Chania, Crete, Greece

Dülger Altiner, D., Çağlak, S., Sahan, Y., Ates, M., Yılmaz, S., Aroufai, I. A., 2018. Determination of antioxidant properties of raw, roasted coffee and coffee silverskin from different coffee beans. 3th International Congress on Food Technology (Oral Presentation), 10-12 October, Kapadokya, Turkey.

Ates M., Yılmaz S., Sahan Y., Erdemir Seven U., Gucer S. 2017. Evaluation of Bioaccessible Antioxidant Properties From Commercial Baby Foods. 17TH International Nutrition & Diagnostics Conference (INDC 2017), 9-12 October 2017 (Oral Presentation)

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

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