

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Burcu FENNİBİLEK**

**BAZI KURU VE TAZE MEYVELERİN ANTİOKSİDAN  
KAPASİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2012**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI KURU VE TAZE MEYVELERİN ANTİOKSİDAN  
KAPASİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Burcu FENNİBİLEK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

Bu Tez 24/09/2012 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

|                           |                        |                                 |
|---------------------------|------------------------|---------------------------------|
| .....                     | .....                  | .....                           |
| Prof.Dr.Güzide YÜCEBİLGİÇ | Prof.Dr.S.Seyhan TÜKEL | Prof.Dr.Hatice KORKMAZ GÜVENMEZ |
| DANIŞMAN                  | ÜYE                    | ÜYE                             |

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.  
**Kod No:**

**Prof. Dr. Selahattin SERİN**  
**Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç.Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**  
**Proje No: FEF.2011.YL.28**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların  
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere  
tabidir.

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### BAZI KURU VE TAZE MEYVELERİN ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

**Burcu FENNİBİLEK**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KİMYA ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Güzide YÜCEBİLGİÇ

Yıl: 2012, Sayfa: 79

Jüri : Prof .Dr. Güzide YÜCEBİLGİÇ

: Prof. Dr. S.Seyhan TÜKEL

: Prof. Dr. Hatice KORKMAZ GÜVENMEZ

Bu çalışmada; erik (kırmızı), dut, üzüm (kırmızı), kayısı ve incir meyvelerinin taze ve kuru hallerinin antioksidan içerikleri incelenerek, antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Bunun için meyve ekstratlarının 2,2-difenil-1-pikril-hidrazin (DPPH) ve hidroksil serbest radikal giderme aktiviteleri, kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesi, toplam fenolik madde miktarı ve potasyum ferrisiyanür indirgeme metodu ile toplam indirgeme kuvveti araştırılmıştır. Bu beş meyve arasında en yüksek antioksidan kapasiteye sahip meyvenin erik olduğu saptanmıştır. En düşüğü ise incir olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada elde edilen bulgulardan meyvelerin kurudukça mg başına gösterdiği antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Kuru ve taze meyve, toplam fenolik madde, antioksidan kapasitesi, radikal giderme, indirgeme kapasitesi.

## ABSTRACT

### MSc-THESIS

# INVESTIGATION OF THE ANTIOXIDANT CAPACITY OF SOME OF FRESH AND DRIED FRUITS

**Burcu FENNİBİLEK**

**CUKUROVA UNIVERSITY  
INSTITUTE of NATURAL and APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT of CHEMISTRY**

Supervisor : Prof. Dr. Güzide YÜCEBİLGİÇ

Year: 2012, Page: 79

Jury : Prof .Dr. Güzide YÜCEBİLGİÇ

: Prof. Dr. S.Seyhan TÜKEL

: Prof. Dr. Hatice KORKMAZ GÜVENMEZ

In this study, plum (red), mulberry, grape (red), apricot and fig that are the states of fresh and dried, analyzed antioxidant content and compared for their the antioxidant capacities. We investigated the fruit extracts for 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazine (DPPH) and hydroxyl free radical scavenging activity, cupric ions ( $\text{Cu}^{2+}$ ) reducing capacity, total phenolic content and the total reducing power by the method of reduction of potassium ferricyanide. We determined that plum has the highest antioxidant capacity among these five fruits. The lowest antioxidant capacity was determined for the figs. In addition, we observed higher antioxidant activity that was shown per mg of dried fruit, when the fruits dried.

**Keywords:** Fresh and dried fruits, total phenolic substance, antioxidant capacity, radical scavenging activities, reducing power.

## TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim sırasında engin bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve bana her konuda destek olan, bu konuda çalışma olanağı sağlayan, danışman hocam Prof. Dr. Güzide YÜCEBİLGİÇ'e,

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren değerli hocalarım Prof. Dr. S.Seyhan TÜKEL ve Prof. Dr. Hatice KORKMAZ GÜVENMEZ'e,

Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını benden esirgemeyen Dr. Dilek ALAGÖZ, Dr. Deniz YILDIRIM ve Öğr. Gör. Ercan ÇINAR başta olmak üzere sevgili arkadaşlarım ve hocalarıma,

Özellikle, doğduğum andan bugüne onların desteğiyle karşılaştığım tüm zorlukları birlikte aştığım, bugünlere gelmemdeki en büyük etken, annem Demet FENNİBİLEK, babam Ali FENNİBİLEK, ablam Buket FENNİBİLEK ve kardeşim Ozan FENNİBİLEK'e,

Bu sıkıntılı aylarımda yanımda olan, her konuda destekçim sevgili nişanlım Engin Yücel KILIÇER'e,

Lisans eğitimim sırasında karşılaştığım tüm zorlukları birlikte aşıp, bana destek olan ve bu dönemde de desteğini benden esirgemeyen canım arkadaşım Şebnem ÖZDEMİR'e,

SONSUZ TEŞEKKÜRLER...

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

|                                                         |      |
|---------------------------------------------------------|------|
| ÖZ.....                                                 | I    |
| ABSTRACT.....                                           | II   |
| TEŞEKKÜR.....                                           | III  |
| İÇİNDEKİLER.....                                        | IV   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                                  | VIII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                    | X    |
| 1.GİRİŞ.....                                            | 1    |
| 1.1. Serbest Radikaller.....                            | 1    |
| 1.1.1. Süperoksit Radikali ( $O_2^{\bullet-}$ ).....    | 2    |
| 1.1.2. Hidroksil Radikali ( $OH^{\bullet}$ ).....       | 3    |
| 1.1.3. Lipit Peroksil Radikali ( $LOO^{\bullet}$ )..... | 4    |
| 1.1.4. Hidrojen Peroksit ( $H_2O_2$ ).....              | 4    |
| 1.1.5. Singlet Oksijen.....                             | 4    |
| 1.1.6. Nitrik Oksit ( $NO^{\bullet}$ ).....             | 5    |
| 1.2. Serbest Radikallerin Etkileri.....                 | 7    |
| 1.2.1. DNA ve Nükleik Asitlere Etkileri.....            | 7    |
| 1.2.2. Proteinlere Etkileri.....                        | 7    |
| 1.2.3. Karbohidratlara Etkileri.....                    | 7    |
| 1.2.4. Lipitlere Etkileri.....                          | 8    |
| 1.3. Antioksidanlar.....                                | 9    |
| 1.3.1. Doğal Antioksidanlar.....                        | 12   |
| 1.3.1.1. Tokoferoller.....                              | 12   |
| 1.3.1.2. Fenolik Bileşikler ve Flavonoidler.....        | 13   |
| 1.3.1.3. Askorbik Asit.....                             | 14   |
| 1.3.1.4. Karotenoidler.....                             | 14   |
| 1.3.2. Antioksidan Enzimler.....                        | 17   |
| 1.3.2.1. Süperoksit Dismutaz.....                       | 17   |
| 1.3.2.2. Glutasyon Peroksidaz.....                      | 18   |
| 1.3.2.3. Glutasyon Redüktaz.....                        | 18   |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3.2.4. Katalaz.....                                                                | 18 |
| 1.3.3. Selenyum.....                                                                 | 19 |
| 1.3.4. Ubikinon (Koenzim Q).....                                                     | 20 |
| 1.3.5. Ürik Asit.....                                                                | 20 |
| 1.3.6. Transferrin ve Laktoferrin.....                                               | 20 |
| 1.3.7. Bilirubin.....                                                                | 21 |
| 1.3.8. Haptoglobin (Hp).....                                                         | 21 |
| 1.3.9. Seruloplazmin (Cp).....                                                       | 21 |
| 1.4. Antioksidan Savunma Sistemi.....                                                | 21 |
| 1.5. Meyveler.....                                                                   | 23 |
| 1.5.1. Erik.....                                                                     | 23 |
| 1.5.2. Üzüm.....                                                                     | 25 |
| 1.5.3. Dut.....                                                                      | 27 |
| 1.5.4. Kayısı.....                                                                   | 28 |
| 1.5.5. İncir.....                                                                    | 29 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....                                                            | 33 |
| 3. MATERYAL VE METOD.....                                                            | 39 |
| 3.1. Materyal.....                                                                   | 39 |
| 3.1.1. Kullanılan kimyasal maddeler.....                                             | 39 |
| 3.1.2. Yararlanılan ekipmanlar.....                                                  | 39 |
| 3.1.3. Kullanılan çözeltiler ve hazırlanması.....                                    | 39 |
| 3.1.3.1. Hidroksil radikal süpürücü aktivite tayini ile ilgili Çözeltiler.....       | 39 |
| 3.1.3.2. DPPH radikal süpürücü aktivite tayini ile ilgili çözeltiler.....            | 40 |
| 3.1.3.3. Toplam fenolik madde miktarı tayini ile ilgili çözeltiler.....              | 40 |
| 3.1.3.4. Cuprac metoduna göre indirgeme kapasitesi tayini ile ilgili çözeltiler..... | 40 |
| 3.1.3.5. İndirgeme gücü tayini ile ilgili çözeltiler.....                            | 41 |
| 3.2. Metod.....                                                                      | 42 |
| 3.2.1. Örnek Hazırlama.....                                                          | 42 |
| 3.2.2. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi.....                                     | 42 |
| 3.2.2.1. Hidroksil radikal süpürücü aktivite tayini.....                             | 42 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.2.2. DPPH radikal süpürücü aktivite tayini.....             | 43 |
| 3.2.2.3. Toplam fenolik madde miktarı tayini.....               | 44 |
| 3.2.2.4. Cuprac metoduna göre indirgeme kapasitesi tayini.....  | 45 |
| 3.2.2.5. İndirgeme gücü tayini.....                             | 45 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....                                    | 47 |
| 4.1. Bulgular.....                                              | 47 |
| 4.1.1. Hidroksil radikal süpürücü aktivite bulguları.....       | 47 |
| 4.1.2. DPPH radikal süpürücü aktivite bulguları.....            | 50 |
| 4.1.3. Toplam fenolik madde miktarı bulguları.....              | 52 |
| 4.1.4. Cuprac metoduna göre indirgeme kapasitesi bulguları..... | 55 |
| 4.1.5. İndirgeme gücü bulguları.....                            | 58 |
| 4.2. Tartışma.....                                              | 62 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....                                    | 67 |
| 5.1. Sonuçlar.....                                              | 67 |
| 5.2. Öneriler.....                                              | 68 |
| KAYNAKLAR.....                                                  | 69 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                   | 79 |





## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 1.1. Reaktif oksijen türleri.....                                                                                                                | 11 |
| Çizelge 1.2. Reaktif azot türleri.....                                                                                                                   | 11 |
| Çizelge 1.3. Taze eriğin (100 g için) besin değeri.....                                                                                                  | 24 |
| Çizelge 1.4. Üzüm şirasının besin değeri.....                                                                                                            | 25 |
| Çizelge 1.5. Taze dutun (100 g için) besin değeri.....                                                                                                   | 27 |
| Çizelge 1.6. Yaş ve kuru kayısının (100 g için) besin değeri.....                                                                                        | 29 |
| Çizelge 1.7. Taze ve kuru incirin (100 g için) besin içerikleri.....                                                                                     | 31 |
| Çizelge 4.1. Kuru meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL)<br>etanol ekstrlerinin hidroksil radikal süpürücü aktiviteleri (%).....          | 48 |
| Çizelge 4.2. Taze meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL)<br>etanol ekstrlerinin hidroksil radikal süpürücü aktiviteleri (%).....          | 48 |
| Çizelge 4.3. Kuru meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL)<br>su/etanol (50:50) ekstrlerinin DPPH radikal süpürücü aktiviteleri<br>(%)..... | 51 |
| Çizelge 4.4. Taze meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL)<br>su/etanol (50:50) ekstrlerinin DPPH radikal süpürücü aktiviteleri<br>(%)..... | 51 |
| Çizelge 4.5. Meyvelerden elde edilen etanol ekstrlerinin 100 g'ında bulunan<br>toplam fenolik bileşik miktar.....                                        | 54 |
| Çizelge 4.6. Kuru meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L)<br>elde edilen etanol ekstrlerinin 450 nm'deki absorbansları.....                | 56 |
| Çizelge 4.7. Taze meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L)<br>elde edilen etanol ekstrlerinin 450 nm'deki absorbansları.....                | 57 |
| Çizelge 4.8. Kuru meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L)<br>elde edilen etanol ekstrlerinin 700 nm'deki absorbansları.....                | 59 |
| Çizelge 4.9. Taze meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L)<br>elde edilen etanol ekstrlerinin 700 nm'deki absorbansları.....                | 60 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. Oksidatif Stresin Etkileri.....                                                                                                                                         | 6  |
| Şekil 1.2. Araşidonik asitin otooksidasyonu mekanizması.....                                                                                                                       | 8  |
| Şekil 1.3. Tokoferolün yapısı.....                                                                                                                                                 | 12 |
| Şekil 1.4. Flavonoidlerin C6-C3-C6 iskelet yapısı.....                                                                                                                             | 13 |
| Şekil 1.5. Askorbik asitin yapısı.....                                                                                                                                             | 14 |
| Şekil 1.6. $\beta$ karotenin yapısı.....                                                                                                                                           | 15 |
| Şekil 1.7. Bazı önemli antioksidan bileşiklerin yapıları.....                                                                                                                      | 16 |
| Şekil 1.8. Antioksidanların hücresel etki mekanizmasının şematik gösterimi.....                                                                                                    | 23 |
| Şekil 3.1. Bir antioksidan tarafından DPPH radikalının giderilmesi.....                                                                                                            | 44 |
| Şekil 4.1. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) etanol<br>ekstrelerinin hidroksil radikal süpürücü aktivitelerinin karşılaştırılması...                           | 47 |
| Şekil 4.2. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) etanol<br>ekstrelerinin hidroksil radikal süpürücü aktivitelerinin (%)<br>karşılaştırılması.....                  | 49 |
| Şekil 4.3. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) su/etanol<br>(50:50) ekstrelerinin DPPH radikal süpürücü aktivitelerinin<br>karşılaştırılması.....                | 50 |
| Şekil 4.4. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) su/etanol<br>(50:50) ekstrelerinin DPPH radikal süpürücü aktivitelerinin (%)<br>karşılaştırılması.....            | 52 |
| Şekil 4.5. Gallik asit standart grafik.....                                                                                                                                        | 53 |
| Şekil 4.6. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (12,5-200 mg/L) etanol<br>ekstrelerinin 750 nm'deki absorbanlarının karşılaştırılması.....                                       | 53 |
| Şekil 4.7. Meyvelerden elde edilen etanol ekstrelerinin 100 g'ında bulunan<br>toplam fenolik madde miktarının karşılaştırılması.....                                               | 55 |
| Şekil 4.8. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (12,5-200 mg/L) etanol<br>ekstrelerinin kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kuvvetlerinin<br>karşılaştırılması..... | 58 |

Şekil 4.9. Meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L) elde edilen etanol ekstraktlarının indirgeme kuvvetlerinin karşılaştırması.....61

## 1. GİRİŞ

Reaktif oksijen türlerinin (ROS) neden olduğu oksidatif stres kardiyovasküler hastalıklar, kanser, diyabet, yaşlanma gibi birçok kronik ve dejeneratif hastalıkların ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır (Young ve Woodside, 2001; Azizova, 2002). Serbest radikaller direkt olarak DNA mutasyonuna, hücre ölümüne, gen ekspresyonunda değişikliğe, hücre sinyal iletiminde modifikasyona, lipid peroksidasyonuna ve protein bozulmalarına yol açmaktadır (Nordberg ve Arner, 2001). Reaktif oksijen türlerinin giderilmesinin bazı kronik ve dejeneratif hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için organizmanın oksidatif stres seviyesini düşürmek için etkili bir ölçüt olduğu düşünülmektedir. Meyve ve sebzelerin tüketilmesiyle kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi birçok kronik hastalık riskinin ters ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Block ve ark., 1992; Duthie ve ark., 2000; Leifert ve Abeywardena, 2008). Bu hastalıklardan korunmada sebze ve meyvelerdeki vitaminler ve polifenoller gibi doğal antioksidanların etkili olabileceği düşünülmektedir (Bartosz, 1997; Leja ve ark., 2003).

Son yıllarda meyve ve sebzelerin toplam fenolik içeriklerinin ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi konusuna ilgi giderek artmıştır (Fu ve ark., 2011). İnsan beslenmesinde antioksidan kapasitesi yüksek besinlerin kullanılması özendirilmekte ve kapasitesi yüksek olan besinler belirlenerek duyurulmaktadır (Halliwell, 2001).

### 1.1. Serbest Radikaller

Serbest radikaller; bir elektron kaybedip, bu elektron açığını kapatabilmek için başka atomların elektronlarını paylaşmaya çalışan ve diğer moleküllere enerji veren kararsız atomlardır (Gök ve Serteser, 2003; Lee ve ark., 2004). Serbest radikaller karbohidrat, protein, lipid ve DNA gibi birçok biyolojik molekülü okside ederek zarar verebilirler (Choe ve Min, 2005).

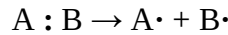
Serbest radikallerin sebep olduğu oksidasyon reaksiyonlarına vücuttaki antioksidan savunma sistemleri karşı koymaktadır. Normal fizyolojik şartlarda bir denge halinde olan bu durum, antioksidan tüketimi veya serbest radikal oluşumunun

artması durumunda birçok hastalığın oluşumundan sorumlu tutulan oksidatif strese yol açmaktadır (Günaydın ve Çelebi, 2003).

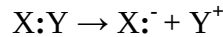
Stres, radyasyon, fosil kökenli yakıtların bazı yanma ürünleri, sigara dumanı, güneş ışınlarının bir kısmı olan ultraviyole ışınları, virüsler, zirai mücadele ilaç kalıntıları, enfeksiyon, iltihap, yağ metabolizmasının bazı toksik ürünleri, bazı tahrip edici kimyasallar, mitokondrilerde elektron transport zincirinde oksijenin tam olmayan redüksiyonu, iskemik dokuların reperfüzyonu, cerrahi müdahale sonrası gözlenen organ hasarları ve bakır ve demir gibi geçiş metallerinin aracılık ettiği bazı kimyasal reaksiyonlar serbest radikal oluşturan kaynaklar olarak gösterilebilmektedir (Gök ve Serteser, 2003; Günaydın ve Çelebi, 2003; Lee ve ark., 2004).

Serbest radikaller başlıca üç temel mekanizma ile oluşmaktadırlar (Halliwell ve Gutteridge, 1984; Halliwell ve Gutteridge, 1990; Cheeseman ve Slater, 1993). Bu mekanizmalar;

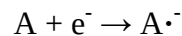
- Kovalent bağlı normal bir molekülün, her bir parçasında ortak elektronlardan birisinin kalarak homolitik bölünmesi sonucu oluşan radikaller:



- Normal bir molekülden tek bir elektronun kaybı veya bir molekülün heterolitik bölünmesiyle oluşan radikaller:



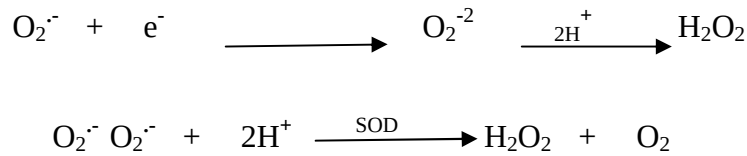
- Normal bir moleküle elektron transferiyle ortaya çıkan radikaller:



Vücudumuzda oksidatif strese yol açan bazı önemli serbest radikaller şunlardır;

### 1.1.1. Süperoksit Radikali ( $O_2^{\bullet-}$ )

Süperoksit radikali, oksijenin bir elektron alarak indirgenmesi sonucu oluşur (Günaydın ve Çelebi, 2003; Lee ve ark., 2004). Eşlenmemiş bir elektron içerdiğinden ne çok fazla reaktif, ne de güçlü bir oksidandır (Günaydın ve Çelebi, 2003). Hem oksitleyici hem de indirgeyici özelliğe sahip olan süperoksit radikalının kendisi doğrudan zarar vermez. Bu radikal anyonun önemi, hidrojen peroksit kaynağı olması ve geçiş metalleri iyonlarının indirgeyicisi olmasıdır (Lee ve ark., 2004).

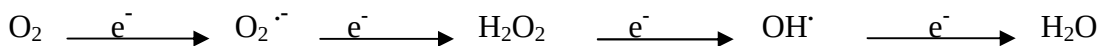


### 1.1.2. Hidroksil Radikali ( $OH^{\bullet}$ )

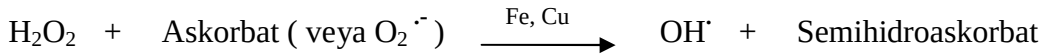
Hidroksil radikali, serbest radikaller içerisinde en reaktif olan moleküldür. Daima tehlikeli ve çok toksik kabul edilir. Çünkü insan vücudundaki her molekülü okside edebilmektedir (Günaydın ve Çelebi, 2003). Hidroksil radikalının sebep olduğu en önemli hasar, lipid peroksidasyonudur. Hücre zarı su içermediğinden hidroksil radikalının başlıca hedefi yağ asitleridir. Zar lipidlerinin peroksidasyonu zarın yapısını bozar ve geçirgenliğini artırarak hücre ölümüne sebep olabilir (Balci, 2007; Turna, 2008).

$H_2O_2$ 'in iki elektron alarak indirgenmesi sonucu su oluşurken, tek elektronla indirgenmesi  $OH^{\bullet}$  yapımına neden olur. Bu tür indirgenme Fe, Cu gibi metal iyonları tarafından katalizlenir. Askorbik asit, süperoksit gibi indirgeyici bileşiklerin de bulunduğu ortamda, oksitlenen metal iyonu tekrar indirgendiğinden,  $H_2O_2$ 'ten  $OH^{\bullet}$  yapımı sürekli bir duruma gelir.

Bir sistemde  $O_2$ 'nin suya kadar indirgenmesi;







### 1.1.3. Lipit Peroksil Radikali (LOO•)

Serbest radikaller hücre membranında bulunan yağ asitleri ve kolesterolün doymamış bağları ile reaksiyona girerek peroksidasyona neden olabilirler. İlk olarak yağ asidi; hidrojen ve kendi üzerinde birer elektron kalacak şekilde parçalanır ve lipit radikalini oluşturur. Oluşan lipit radikal (L•) oksijenle reaksiyona girerek lipit peroksil radikalini (LOO•) oluşturur. Lipit peroksil radikali başka bir lipitten hidrojen atomunu uzaklaştırarak lipit hidroperoksit (LOOH) ile başka bir lipit radikali oluşturur. Böylece zincirleme bir reaksiyon başlamış olur (Günaydın ve Çelebi, 2003; Memişoğulları, 2005).

### 1.1.4. Hidrojen Peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Hidrojen peroksit, oksijenin iki elektron alarak indirgenmesiyle ya da süperoksitlerin dismutasyon tepkimeleriyle oluşur. Yapısında eşlenmemiş elektron bulunmadığından radikal özellik taşımaz (Altıntaş, 2006; Turna, 2008). Hidrojen peroksitin oksitleyici bir tür olarak bilinmesinin sebebi, demir ve bakır gibi metal iyonlarının varlığında hidroksil radikalinin öncülü gibi davranmasıdır (Turna, 2008). Hidrojen peroksit membran lipoproteinleri ve doymamış yağ asitlerine karşı gösterdiği etkiler sonucunda hücresel hasara yol açar (Balci, 2007).

### 1.1.5. Singlet Oksijen

Singlet oksijen, oksijenin elektronlarından birinin enerji alarak kendi orbitalinin ters yönünde bulunan başka bir orbitalle yer değiştirmesiyle oluşan moleküler oksijenin yüksek enerji ile uyarılmış formudur (Altınışik, 2000; Turna, 2008). Eşlenmemiş elektronu olmadığı için radikal olmayan bir reaktif oksijen türüdür (Min ve Boff, 2002; Lee ve ark., 2004). Singlet oksijen, içerdiği yüksek enerjiyi çevreye dalga enerjisi şeklinde vererek yeniden oksijene dönüşebilir veya

kovalent tepkimelere girebilir (Turna, 2008). Hücre membranındaki çoklu doymamış yağ asitleriyle doğrudan reaksiyona girerek lipid peroksitlerin oluşumuna yol açan singlet oksijen, kanser hücreleri ve mikrobiyal patojenlere karşı koruyucu veya tedavi edici özelliğe sahiptir (Lee ve ark., 2004; Balcı, 2007).

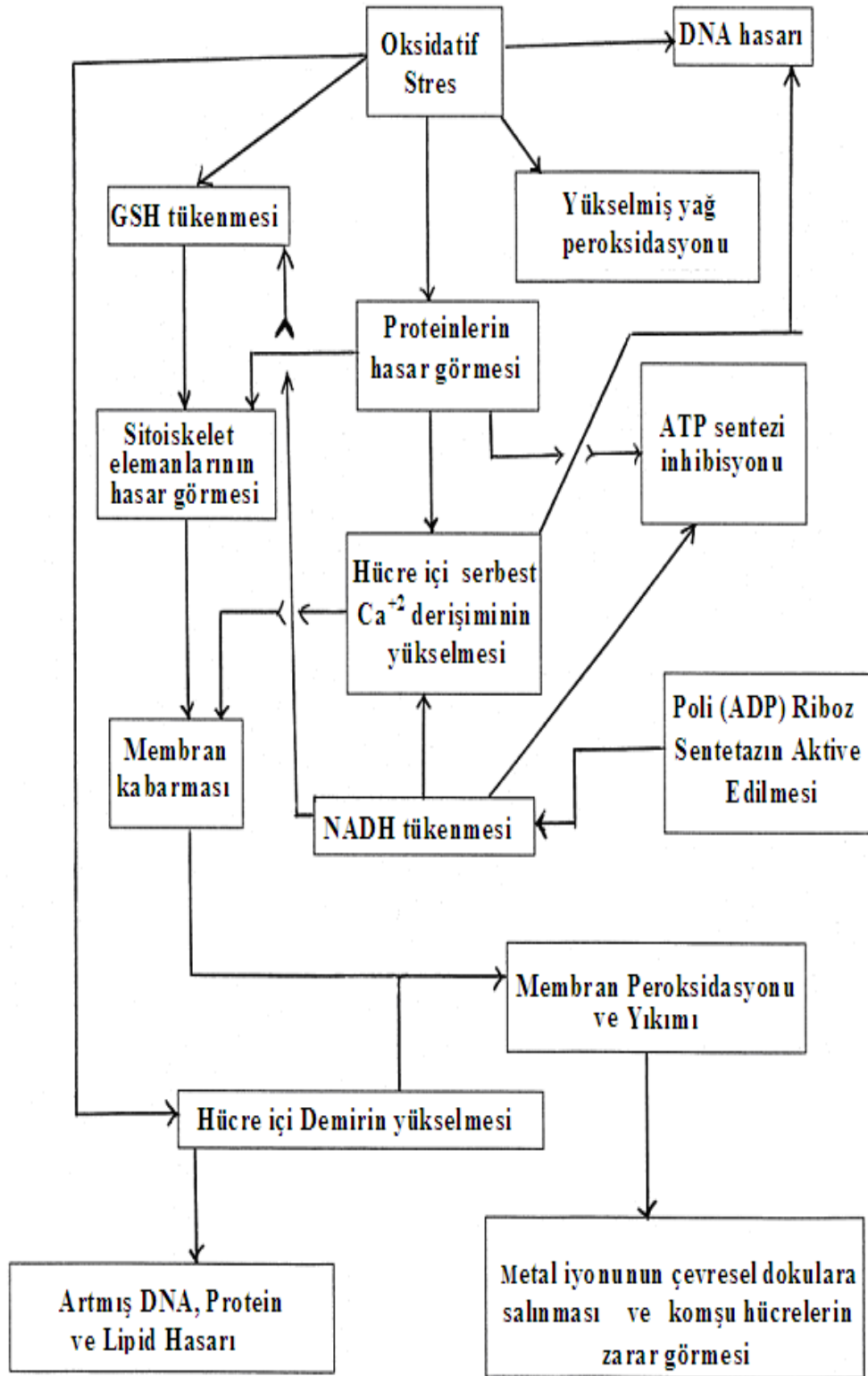
#### 1.1.6. Nitrik Oksit (NO')

Nitrik oksit son derece toksik, renksiz, yarı ömrü oldukça kısa olan bir gazdır (yaklaşık 5 sn). Oksijensiz ortamda oldukça durağandır ve suda erir. Nitrik oksit, L-Arginin'den nitrik oksit sentaz ile oluşur. Nitrik oksit oluştururken moleküler oksijene ihtiyaç duyar.

Düşük konsantrasyondaki nitrik oksit, okjiene göre hemoglobine çok yüksek bir affiniteyle bağlanmak ister. Hemoglobin oksit formunda ise, NO'i, önce NO<sub>2</sub>'e (nitrit) ardından NO<sub>3</sub>'a (nitrat) oksitler ve kendisi methemoglobine dönüşür. Böylelikle oksihemoglobin, NO için oksidan aynı zamanda etkilerini engelleyen bir inhibitördür.

Nitrik oksit yük taşımaması ve çiftlenmemiş elektron bulundurması sebebiyle hücreden hücreye hiçbir engelle karşılaşmadan kolaylıkla geçer. Aynı zamanda nitrik oksit taşıdığı çiftlenmemiş elektron ile bir radikal özelliği taşır. Diğer radikaller her konsantrasyonda hücreler için zararlı iken nitrik oksit düşük konsantrasyonlarda önemli fizyolojik görevler yapar. Nitrik oksit bu özellikleri nedeniyle fizyolojik haberci molekülü özelliği kazanır (Aktar, 2006).

Yukarıda değinilen serbest radikallerin rolü gözden geçirildiğinde oksidatif stresin etkileri şekil 1.1'de özetlenebilir.



Şekil 1.1. Oksidatif Stresin Etkileri (Southorn ve Powis, 1988; Halliwell ve Gutteridge, 1989)

## **1.2. Serbest Radikallerin Etkileri**

### **1.2.1. DNA ve Nükleik Asitlere Etkileri**

Serbest radikaller DNA'yı etkileyerek hücrede mutasyona neden olurlar. Serbest radikallerden hidroksil radikali deoksiriboz ve bazlarla kolayca reaksiyona girer. Hidrojen peroksit ise zarlardan kolayca geçip hücre çekirdeğine ulaşarak DNA hasarına, hücrede fonksiyon bozukluğuna ve hatta hücre ölümüne neden olabilir (Meram ve Aktaran, 2002; Özkan ve Fışkın, 2004).

### **1.2.2. Proteinlere Etkileri**

Proteinler, radikallerin etkilerine lipitlere oranla daha az hassastır ve amino asit dizilişlerine bağlı olarak etkilenirler. Doymamış bağ ve sülfür içeren moleküllerin serbest radikallerle etkileşimi yüksek olduğundan triptofan, tirozin, fenil alanin, histidin, metionin ve sistein gibi amino asitleri içeren proteinler serbest radikallerden daha kolay etkilenirler. İmmungulobin G ve albumin gibi disülfid bağı fazla olan proteinlerin ise üç boyutlu yapıları bozulur (Akkuş, 1995; Gutteridge, 1995; Meram ve Aktaran, 2002).

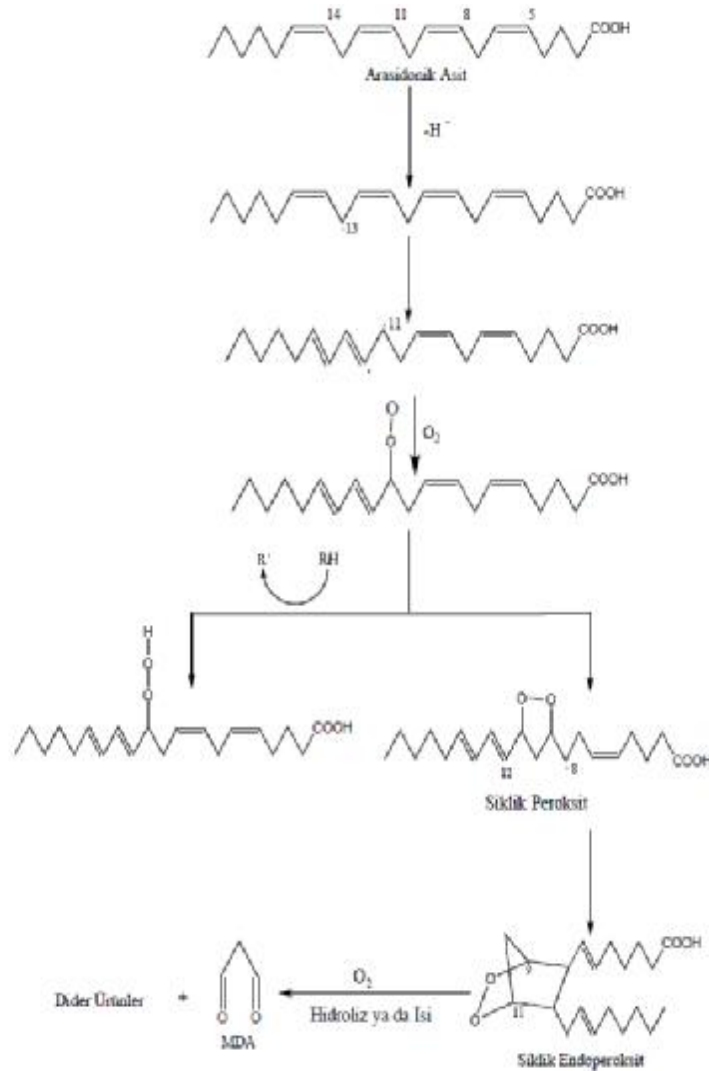
### **1.2.3. Karbohidratlara Etkileri**

Monosakkaritlerin otooksidasyonu sonucu hidrojen peroksit ve okzoaldehitler meydana gelir. Açığa çıkan okzoaldehitler proteinlere bağlanabilme özelliklerinden dolayı antimitotik etki gösterip, kanser ve yaşlanmaya neden olabilirler (Meram ve Aktaran, 2002). Serbest oksijen radikalleri bağ dokunun önemli bir bileşeni olan hiyalüronik asit gibi karbohidratların parçalanmalarına da yol açabilirler (Kurutaş ve ark., 2004).

### 1.2.4. Lipitlere Etkileri

Serbest radikallerin biyolojik dokulardaki doymamış yağ asitlerine etkileriyle oluşan lipid peroksidasyonu, membran fosfolipitlerindeki doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna neden olup, membranın lipid yapısını değiştirerek hücre yapı ve fonksiyonlarını bozmaktadır (Davies, 2000).

Biyolojik zarların yapısı lipid ve proteinden oluşmaktadır, lipid peroksidasyonu lipitlere olduğu kadar zar proteinlerine de zarar verir (Halliwell ve Gutteridge, 1989).



Şekil 1.2. Araşidonik asitin otooksidasyonu mekanizması

### 1.3. Antioksidanlar

Antioksidanlar, organik bileşiklerin serbest radikaller sayesinde oluşan oksidasyonunu engelleyen bileşiklerdir. Doğal antioksidanların büyük çoğunluğu bitkisel kaynaklı olup, askorbik asit (C vitamini),  $\alpha$ -tokoferol (E Vitamini), karotenoidler (A Vitamini), çeşitli fenolik yapıya sahip polifenoller ve flavonoidler halinde bitkiler tarafından sentezlenirler.

Antioksidanlar besin endüstrisinde de kullanılmaktadır. Bunun nedeni genellikle bitkilerde enzimatik olmayan peroksidasyon veya lipoksigenaz enzimlerinin çalışmasıyla ortaya çıkan hidrojen peroksit nedeniyle görülen istenmeyen kokuşmaların ve bozunmaların önlenmesidir. Bundan dolayı antioksidanlar lipid peroksidasyonunu engelleyen ve böylece besin bozunmasını önleyen maddelere eşdeğer tutulmuştur. Ancak, insan vücudunda oluşacak protein ve DNA'lardaki oksidatif hasar da en az besin bozunması kadar önemlidir. DNA'nın oksidatif olarak hasar görmesi kanser gibi hastalıkların oluşumu için önemli bir risk faktörü oluşturabilir. Bu bilgiler ışığında antioksidanı "oksitlenebilen substratlarla karşılaştığında, düşük derişimlerde, substratın oksidasyonunu geciktiren veya önleyen madde" olarak tanımlayabiliriz. "Oksitlenebilen madde" terimi besin ve canlı dokulardaki su hariç proteinler, lipitler, karbohidratlar ve DNA da dahil olmak üzere her şeyi içerir (Karagözler ve Aktaş, 2005).

Oksijenin eksik indirgenmesi sonucu reaktif oksijen türleri (ROS) oluşmaktadır. Hücreye zarar veren bu reaktif oksijen türleri, antioksidan savunma sistemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda hücre ölümüne sebep olmaktadır. %40'luk oksijen konsantrasyonunda protein agregatları birikimi, proteaz aktivitesi artışı ve yaşlanmada hızlanma görülmüştür. Vücudumuzda bulunan antioksidanlar, serbest radikallere karşı etki göstererek, zarar vermesini önler (Davies, 2000).

Moleküler oksijen dış orbitallerinde, spinleri aynı yönde ve farklı orbitallerde olduğundan dolayı minimum enerji seviyesine sahip paylaşılmamış iki elektron içerir. Oksijenin herhangi bir molekülle tepkimeye girebilmesi için, tepkimeye gireceği molekülün de benzer yapıya (farklı orbitallerde spinleri aynı yönde elektron içermesi) sahip olması gerekir. Oysa başta organik moleküller olmak üzere, atom ve

moleküller orbitallerinde elektronları anti paralel ve eşleşmiş olarak içerirler veya paylaşılmamış elektronlar bağlara katılmışlardır. Bunun sonucu olarak oksijenin diğer moleküllere olan reaktivitesi son derece kısıtlanmıştır. Bu kısıtlama “spin kısıtlaması” olarak adlandırılır. Canlıların oksijene elektron transferi yaparak spin kısıtlamasını aşıp, oksijeni kullanabilmesi için, geçiş elementleri sınıfından bazı metal iyonlarından yararlanmaları gerekir. Geçiş elementlerinden Fe, Cu, Mn, Zn, Se Co ve Mo vücudun gereksinim duyduğu başlıca eser elementler olup, bu elementler dış orbitallerinde paylaşılmamış elektron içerirler. Canlılarda oksijeni kullanan enzimler ya da oksijenle etkileşime giren maddeler, bu elementlerden en az bir tanesini içermek zorundadırlar (Aust ve ark., 1985).

Moleküler oksijenin oksidasyon yeteneği az olmasına rağmen ROS’un en yaygın formları olan süperoksit, hidrojen peroksit vb. aktivitesi nispeten daha yüksektir. Oksijen yüksek konsantrasyonlarda, bu reaktif türlerini uzaklaştıracak sistemler yetersiz kalmakta ve özellikle doymamış yağ asitleri oksidasyona uğramaktadır. Dolayısıyla yüksek lipid içeriğine sahip olan sinir ve membran dokuları yüksek oksijen konsantrasyonunda kolayca oksidatif hasara uğramaktadırlar (Sohal, 2002).

Oksijenden hücre içinde metabolik olayların paralelinde devamlı olarak oksijen radikalleri oluşmaktadır. Oluşan bu reaktif oksijen türleri (ROS), reaktif nitrojen türleri (RNS) ve nadir rastlansa da sülfür merkezli radikaller (RSH) oksidan sınıfına girerler. Ancak tüm reaktif türleri radikal değildir (Abuja ve Albertini, 2001; Word ve Peters, 1996).

En çok oksidatif strese sebep olan Çizelge 1.1 ve 1.2’de gösterilen reaktif oksijen ve reaktif azot türleridir.

Çizelge 1.1. Reaktif oksijen türleri (Aruoma and Cuppett, 1997)

|               | <b>Radikaller Formülü</b> |                   | <b>Nonradikaller Formülü</b> |
|---------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|
| Süperoksit    | $O_2^{\bullet-}$          | Hidrojen peroksit | $H_2O_2$                     |
| Hidroksil     | $OH^{\bullet}$            | Hipokloröz asit   | $HOCl$                       |
| Peroksil      | $L(R)OO^{\bullet}$        | Hipobromöz asit   | $HOBr$                       |
| Alkoksil      | $L(R)O^{\bullet}$         | Ozon              | $O_3$                        |
| Hidroperoksil | $HOO^{\bullet}$           | Singlet oksijen   | $^1\Delta_g \ ^1O_2$         |

Çizelge 1.2. Reaktif azot türleri (Aruoma and Cuppett, 1997)

|              | <b>Radikaller Formülü</b> |                        | <b>Nonradikaller Formülü</b> |
|--------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|
| Nitrik oksit | $NO^{\bullet}$            | Nitröz asit            | $HNO_2$                      |
| Azot dioksit | $NOO^{\bullet}$           | Nitrozil katyonu       | $NO^+$                       |
|              |                           | Diazot tetraoksit      | $N_2O_4$                     |
|              |                           | Peroksinitröz asit     | $ONOOH$                      |
|              |                           | Alkilperoksi nitritler | $ROONO$                      |
|              |                           | Nitroksi anyonu        | $NO^-$                       |
|              |                           | Peroksinitrit          | $ONOO^-$                     |
|              |                           | Nitronyum katyonu      | $NO^{2+}$                    |

Reaktif türlerden bazıları insan metabolizması için vazgeçilmezdir ve anormal şartlarda konsantrasyona bağlı olarak artış görülebilir. Bazı reaktif türler ise insan vücudunda çok az üretilir ya da hiç üretilmez; sigara dumanı, hava kirliliği, radyasyon gibi dış kaynaklı olarak alınabilir (Gülçin ve ark., 2003).

Bu reaktif oksijen ve azot türlerine karşı “Antioksidan Sistem” olarak bilinen savunma sistemleri bulunmaktadır. Organizmada sürekli reaktif oksijen ve azot türleri (ROS ve RNS) üretilmekte, antioksidan sistem tarafından da bu istenilmeyen reaktif etkileri giderilmektedir. Bu durum bir denge halinde süreklilik devam etmektedir. Bu dengenin oksidanlar lehine bozulması ise başta lipitler, proteinler ve nükleik asitler olmak üzere metabolizmada birçok sistemi olumsuz etkileyen oksidatif strese yol açar (Lambeth, 2004). Olumsuz etkilenen bu sistemler, zincirleme olarak diğer sistemleri de etkilerler ve radikalik zincir reaksiyonu sonlanıncaya kadar antioksidan sistem tarafından prosesin bir yerinde devam ederler.

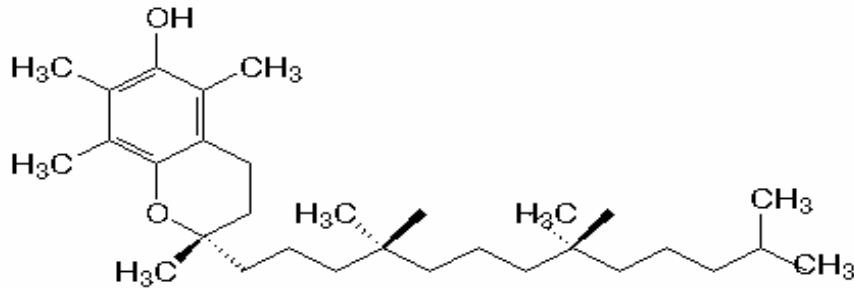


Aksi durumda bu reaktif türler hücrenin doğrudan ya da dolaylı olarak ölümüne sebep olurlar (Moldovan and Moldovan, 2004).

### 1.3.1. Doğal Antioksidanlar

#### 1.3.1.1. Tokoferoller

E vitamini; hücre membranlarını, lipid peroksidasyonundan koruyan yağda çözünen bir antioksidandır. Dört tokoferol ve dört tokotrienol olmak üzere 8 moleküler formu vardır. Bunlardan  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - ve  $\delta$ - tokoferoller antioksidan aktivite için gerekli olan hidroksil grupları içerirler. Antioksidan özellik  $\alpha$ -tokoferolde en fazladır. Tokoferollerin gösterdiği antioksidatif aktivitenin esası, hidroksil grubunun hidrojenini lipid peroksil radikaline aktarma yolu ile serbest radikalleri ve lipid peroksil radikallerini temizleyerek onların vücutta yaptıkları hasarı onarmaktır (Tüzün ve Garip, 2005).



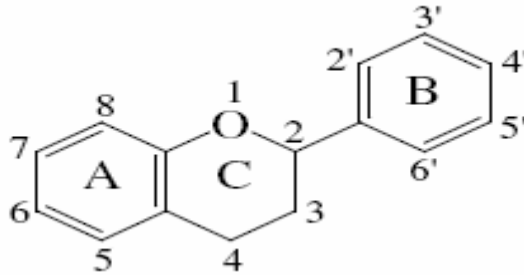
Şekil 1.3. Tokoferolün yapısı

#### 1.3.1.2. Fenolik Bileşikler ve Flavonoidler

Fenolik bileşikler, en az bir aromatik halka ve buna bağlı bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren kimyasal yapılardır. Polifenolik bileşikler serbest radikalleri önleyerek, metalleri tutuklayarak ve lipid peroksidasyonunu önleyerek işlev gören antioksidan bileşiklerdir (Durmaz, 2002). Fenoliklerin antioksidan etkileri bilhassa

redoks özelliklerinden ötürü olup, indirgeyici ajanlar, hidrojen vericiler, tekli oksijen önleyiciler ve metal şelatlayıcılar olarak etki ederler (Can ve ark., 2005).

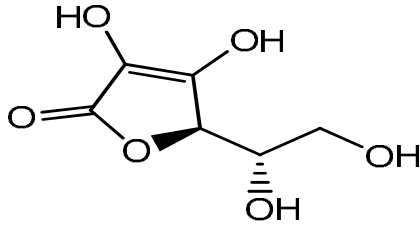
Flavonoidler fenolik bileşiklerin alt sınıfı olan difenilpropanlardır. Flavonoidler, C6–C3–C6 karbon iskeleti ile karakterize edilmektedirler. İki aromatik halka, üç karbonlu bir alifatik zincir ile birbirine bağlanmaktadır. Chalcone (çalkon), Aurone, flavanon, flavon, dihidroflavonol, flavonol, flavan, antosiyanin, isoflavonoid, neoflavonoid, oligoflavonoid farklı yapıdaki kompleks flavonoidlerdir. Flavonoidler antioksidatif aktivitelerini ksantin oksidaz, lipoksijenaz ve siklooksijenaz gibi enzimleri inhibe ederek, metal iyonları ile şelat oluşturarak, diğer antioksidanlar ile etkileşime girerek ve süperoksit anyonları, lipid peroksil radikalleri ve hidroksil radikalleri gibi serbest radikalleri yakalayarak gösterirler (Can ve ark., 2005).



Şekil 1.4. Flavonoidlerin C6-C3-C6 iskelet yapısı

### 1.3.1.3. Askorbik Asit

Askorbik asit, C vitamininin meyvelerde bulunan en baskın formu olup, biyolojik sistemler için önemli indirgen ajanlardandır. Lipid peroksidasyonu zincir reaksiyonunu elektron vererek durdurur. Askorbik asit serbest radikalleri hücre membranına varmadan etkisiz hale getirir.



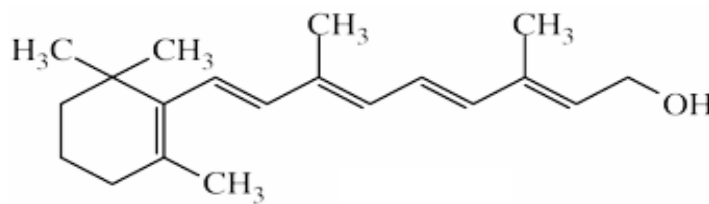
Şekil 1.5. Askorbik asitin yapısı

Askorbik asit antioksidan mekanizmaya singlet oksijeni gidererek, lipid peroksidasyonu ile oluşan peroksi serbest radikalini süpürerek,  $\alpha$ -tokoferol radikalini  $\alpha$ -tokoferole indirgeyerek katkı sağlar. Askorbik asit türevleri de metabolizma için önemlidir.

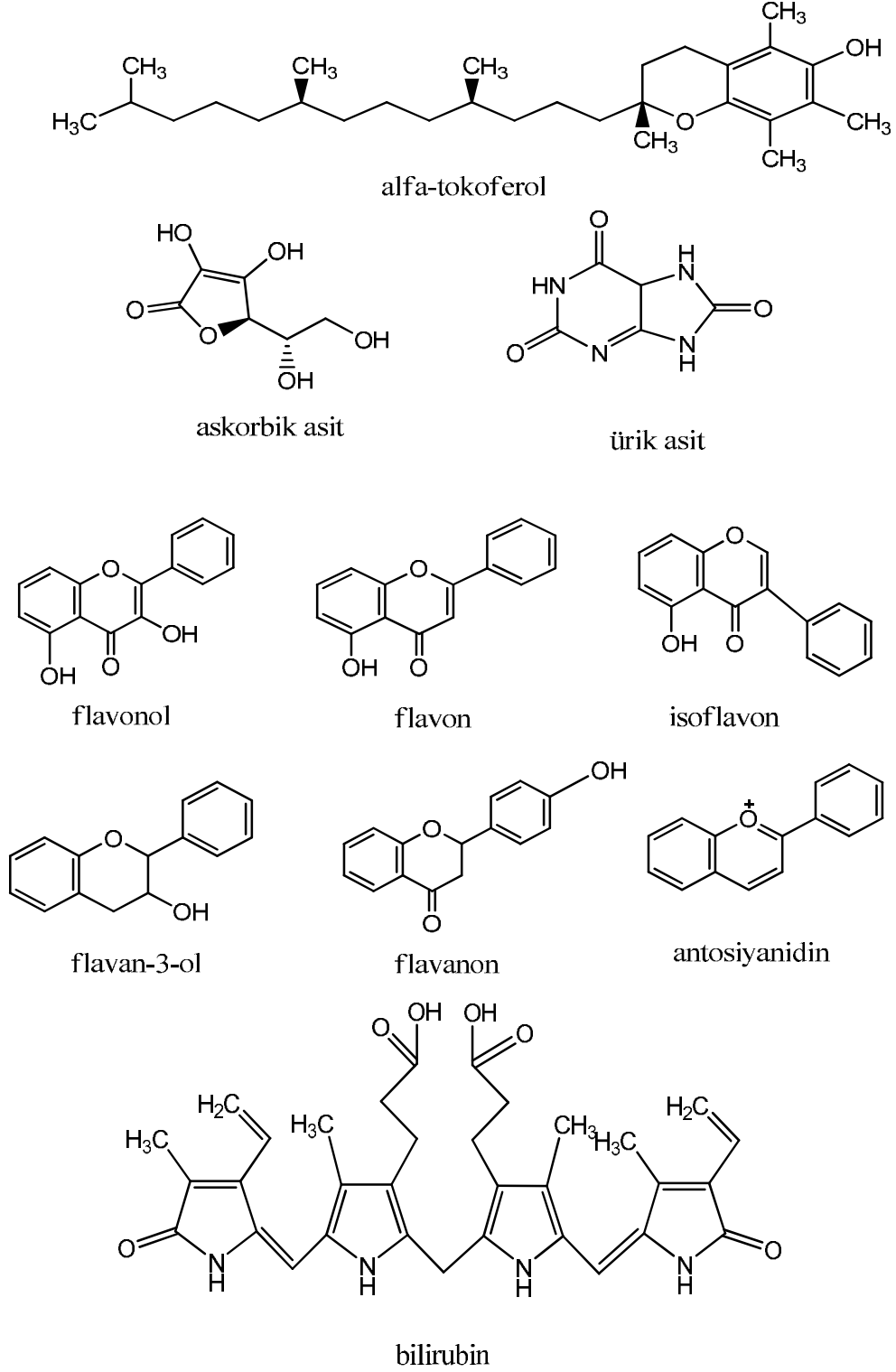
İnsan, glukozu C vitaminine dönüştüren enzimden yoksundur (Durmaz, 2002).

#### 1.3.1.4. Karotenoidler

Karotenoidler, bitkilerde ve hayvansal dokularda bulunan ve yağda çözünen kırmızı-sarı pigmentlerdir. Havuç, kayısı, kavun, domates gibi meyve ve sebzelerin renkleri karotenoidlerden kaynaklanır. Karoten, karotendioksigenaz enziminin varlığında merkezdeki çift bağın kopmasıyla A vitaminine dönüşür. Gıdalarda bulunan karotenoidler, sekiz izoprenoid biriminin bir araya gelmesiyle oluşan  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten, likopen, lutein ve  $\beta$ -kriptoksantin olarak adlandırılan likopen türevi polienlerdir. Karotenoidler, özellikle likopen, güçlü singlet oksijen süpürücü bir etkiye sahip olup, hücre ve diğer vücut komponentlerini serbest radikallerin saldırılarından korurlar ve zincir reaksiyonlarını keserler (Durmaz, 2002; Can ve ark., 2005).

Şekil 1.6.  $\beta$  karotenin yapısı

Bazı önemli antioksidan bileşiklerin yapıları Şekil 1.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 1.7. Bazı önemli antioksidan bileşiklerin yapıları (Somogyi ve ark., 2007)

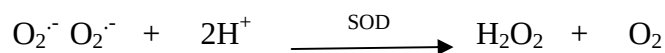
Meyvelerde, tahıl ve baklagillerde, şifalı bitkilerde ve bitki kaynaklı içeceklerde bulunan doğal kaynaklı antioksidanlar, fenolik bileşikler (tokoferoller, flavonoidler, fenolik asitler), azotlu bileşikler (alkaloidler, klorofil türevleri, proteinler, aminler), polifonksiyonlu organik asitler ve karotenlerdir. Doğal kaynaklı antioksidanlar maliyet bakımından sentetik antioksidanlar pahalıdır. Ancak sentetik antioksidanların toksik olabileceği ve kanser gibi hastalıklara yol açabileceğini ortaya koyan çalışmalar sonucunda bazı ülkelerde kullanılmalarına sınırlama ya da yasak getirildiğinden ekonomik olan doğal antioksidanlara olan ihtiyaç artmıştır. Bu alandaki çalışmalar bitki kaynaklı antioksidanlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Doğal kaynaklı olan E ve C vitamini besinlerde antioksidan olarak kullanılmaktadır. Ancak tokoferol ve askorbik asidin antioksidan aktivitesi sentetik antioksidanlardan daha düşük olduğu gözlenmiştir (Mavi, 2000).

### 1.3.2. Antioksidan Enzimler

Gıdalarda ve bu gıdaları tüketen insanlarda bazı enzimler, oksidatif hasara yol açan oksijeni, hidrojen peroksit ve süperoksit radikalleri gibi aktif oksijen türlerini uzaklaştırarak veya lipid hidroperoksitlerini azaltarak antioksidatif aktivite göstermektedir. Süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz ve glutatyon redüktaz bu gruba giren enzimler arasında yer almaktadır (Halliwell, 2001).

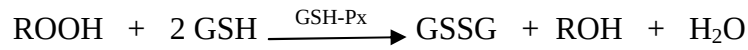
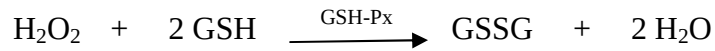
#### 1.3.2.1. Süperoksit Dismutaz

Süperoksit dismutaz yapılan çalışmalar sonucunda oksijenli solunum yapan canlılarda belirlenmiştir. Bu enzim süperoksitin, hidrojen peroksit ve moleküler oksijene dönüşümünü katalizler. Hidrojen peroksit daha sonra glutatyon peroksidaz ve katalaz enzimi aracılığı ile etkisiz hale getirilmektedir (Fridovich, 1983).



### 1.3.2.2. Glutasyon Peroksidaz

Glutasyon peroksidaz, hidrojen peroksitlerin indirgenmesinde sorumlu olan enzimdir. Tetramerik yapıda olup, 4 selenyum atomu ihtiva eden sitozolik bir enzimdir. Glutasyon peroksidaz (GSH-Px) aşağıdaki reaksiyonları katalizlemektedir (Helle ve ark., 1997).



(Glutasyonun okside formu GSSG, redükte formu ise GSH şeklinde gösterilmiştir.)

### 1.3.2.3. Glutasyon Redüktaz

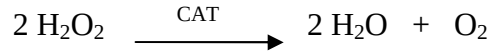
Glutasyon Redüktaz okside glutasyonun (GSSG) redükte formuna (GSH) indirgenmesinde rol oynar. Bu enzim, NADPH'a bağlı flavo enzimdir (Knapen ve ark., 1999).



### 1.3.2.4. Katalaz

Katalaz enzimi, sitokrom sistemi içeren tüm oksijenli solunum yapan hücrelerde mevcut olup, 4 tane hem grubu bulunduran hemoproteindir. Enzimin karalılığı için her alt birim bir molekül NADPH içerir. Katalaz, esas olarak peroksizomlarda olmak üzere endoplazmik retikulum ve sitozolde yoğun olup, karaciğer, böbrek, miyokard, çizgili kaslar ve eritrositlerde yüksek aktivite göstermektedir. Bu enzimin esas görevi, hidrojen peroksiti oksijen ve suya parçalamaktır. Peroksidaz aktivitesine sahip oluşuna ek olarak bu enzim bir molekül

hidrojen peroksiti elektron verici bir substrat olarak, diğeri de oksidan veya elektron alıcısı olarak kullanabilir (Akkuş, 1995).



Katalazın indirgeyici aktivitesiyle hidrojen peroksit gibi küçük moleküllere karşı konulup, oluşabilecek hasar engellenebilir. Ancak büyük moleküllü lipid hidroperoksitlerine etki etmez (Jenkins ve Teng, 1981).

### 1.3.3. Selenyum

Selenyum, vücudun en önemli antioksidan enzimi olan glutatyon peroksidazın (GSH-Px) bir komponenti olması nedeniyle, lipidlerin oksidasyonu sonucunda oluşan peroksitlerin yıkımında önemli rol oynar. Böylece, hücre zarlarının bütünlüğünün sağlanması ve korunmasında etkin fizyolojik bir görev üstlenir.

Selenyum biyolojik bir siklusla topraktan bitkilere, hayvanlara ve insanlara geçer. Organizmada eser miktarda bulunduğu için dışardan alınması gerekmektedir. Selenyum, bitkilerde selenometionin, Se-metil-selenometionin, selenosistin ve selenosistein, hayvan dokularında ise genellikle selenometiyonin ve selenosistein olarak bulunur (Kızıl, 2007).

Yüksek konsantrasyonlarda toksik olan bu ametalin eser element olarak düşük konsantrasyonları vücut için esansiyeldir. Vücudumuzda birçok enzimin kofaktörüdür ve temel olarak antioksidan fonksiyonuyla bilinen esansiyel bir iz elementtir. Selenyum, insanlarda organizmayı oksidatif hasarlardan koruyan glutatyon peroksidazların (GPx), iodo tiroin deiyodinazların, tiyoredoksin redüktazın ve selenoprotein P'nin de dahil olduğu pek çok metabolizmada rol oynamaktadır (Şimşir ve Özgen, 2010).

#### 1.3.4. Ubikinon (Koenzim Q)

Ubikinon mitokondride elektron transport zincirinin bir parçası olarak kullanılmasının yanı sıra düşük derişimlerde plazmada ve hücre zarlarında lipit peroksidasyonunu engelleyerek oksidatif stresin oluşmasını engelleyip koruyucu bir antioksidan olarak görev yapar.

Ubikinon, lipoamid dehidrogenaz ve kısmen tiyoredoksin redüktazı da içeren enzim ailesinin diğer üyeleriyle yenilenmesi gerçekleştirilir (Ernster ve Dallner, 1995; Xia ve ark., 2001).

#### 1.3.5. Ürik Asit

İnsanlarda pürin nükleozidleri olan adenzin ve guanozin katabolizmasının temel ürünü olan ürik asit, antioksidan özelliklere sahiptir ve insan serumundaki serbest radikallerin %60'ının temizlenmesinden sorumludur (Becker ve Roessler, 1995; Maxwell ve ark., 1997). Ürik asit etkin bir hücre dışı radikal tutucudur (Basağa, 1990). Metal bağlayıcı ve serbest radikal temizleyicisi olarak görev alır (Becker ve Roessler, 1995).

#### 1.3.6. Transferrin ve Laktoferrin

Laktoferrin birçok kimyasal özellik bakımından bir  $\beta$ -globin olan transferine benzer. Her ikisinin molekül ağırlığı 80 bin dolayında, her ikisi de yüksek oranda demir bağlama kapasitesine sahiptir. Ancak bazı farklılıklar da mevcuttur. Şöyle ki; laktoferrin düşük pH da transferinden daha aktif demir bağlar, demiri kırmızı hücrelere transfer edemez, makrofajlara daha süratli ve aktif bir şekilde bağlanır (Akkuş, 1995; Becker ve Roessler, 1995; fbe.atauni.edu.tr).



### 1.3.7. Bilirubin

Bilirubin, insan safrasına sarı rengi veren pigmentler olup, büyük bir kısmı ömrünü dolduran eritrositlerin parçalanmasından kaynaklanır ve dolaşımdan karaciğer tarafından alınır ve biyotransformasyona uğrar, safra ve idrarla atılır. Peroksil radikallerini toplayarak antioksidan sisteme katkı sağlar (Burtis ve Ashwood, 2005).

### 1.3.8. Haptoglobin (Hp)

Haptoglobin kan dolaşımında serbest olarak bulunan alfa2-globülin grubundan serum proteini olup, hemoglobini geri dönüşümsüz olarak bağlar. Ekstrasellüler hemoliz sırasında hemoglobin eritrositlerden salınır ve serbest hemoglobin dimerleri tümüyle haptoglobine bağlanır (Burtis ve Ashwood, 2005).

### 1.3.9. Seruloplazmin (Cp)

Seruloplazmin total serum bakırının yaklaşık %95'ini içeren ve kan plazmasında bulunan  $\alpha$ 2-globulindir. Cp'nin gösterdiği antioksidatif aktivitenin esası, demirin iyonik durumunu düzenlemek ve toksik demir ürünleri oluşmaksızın demirin transferine girmektir (Burtis ve Ashwood, 2005).

## 1.4. Antioksidan Savunma Sistemleri

Serbest radikallerin oluşumu ve bunların meydana getirdiği zararı önlemek için canlılarda değişik savunma mekanizmaları bulunmaktadır. Bu mekanizmalara antioksidan savunma sistemleri veya kısaca antioksidanlar denilmektedir (Altınışık, 2000; Günaydın ve Çelebi, 2003; Memişoğulları, 2005; Tekkeş, 2006; Turna, 2008).

Antioksidanlar etkilerini aşağıda özetlendiği gibi başlıca iki şekilde gösterirler:

1. Serbest radikal oluşumunu önleyerek (Gök ve Serteser, 2003);

- Başlatıcı reaktif türevlerini uzaklaştırıcı etki
- Katalitik metal iyonlarını uzaklaştırıcı etki
- Oksijeni uzaklaştırıcı veya konsantrasyonunu azaltıcı etki ile gösterirler.

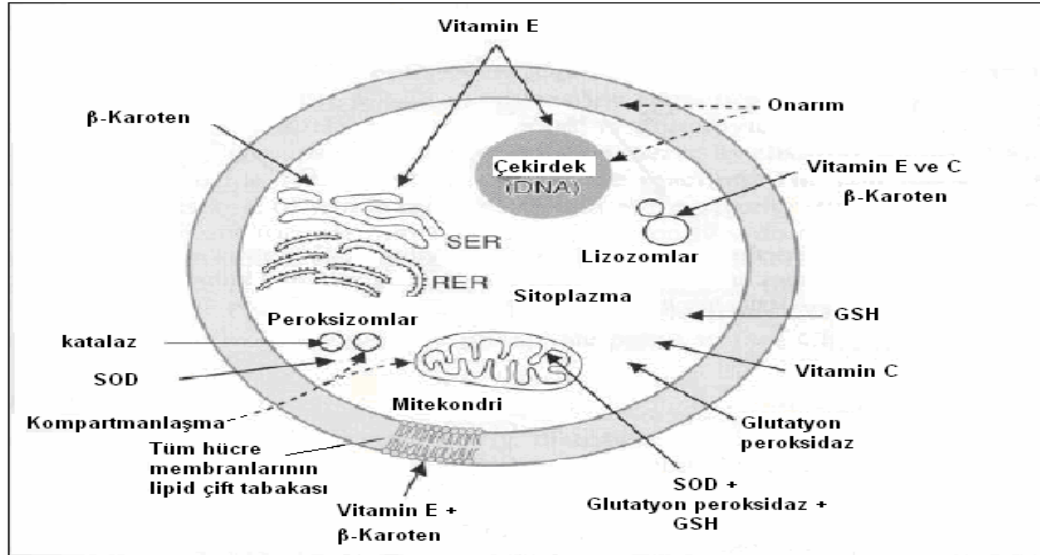
2. Oluşan serbest radikalleri etkisiz hale getirerek (Altınışık, 2000; Gök ve Serteser, 2003; Memişoğulları, 2005; Gökpınar ve ark, 2006);

- Toplayıcı (scavenging) etki; reaktif türlerini etkileyerek onları tutma veya çok daha az reaktif başka bir moleküle çevirme
- Bastırıcı (quencher) etki; reaktif türleri ile etkileşip onlara bir hidrojen aktararak aktivite kaybına neden olma
- Zincir kırıcı (chain breaking) etki; reaktif türlerini ve zincirleme reaksiyonlarını başlatacak diğer maddeleri kendilerine bağlayıp zincirlerini kırarak fonksiyonlarını önleme
- Onarıcı (repair) etki; zarar görmüş biyomolekülü onarma ile gösterirler.

Antioksidan savunma sistemlerini oluşturan antioksidanlar gıdalarda ve bunları tüketen insanlarda aşağıdaki formlarda bulunur;

- Vücutta veya gıdalarda doğal antioksidan olarak görev yapan enzimler (antioksidan enzimler),
- Gıdalarda bulunan ve gıdaları tüketerek sağlanan antioksidanlar (doğal/diyet antioksidanları),
- Tedavi amacıyla dışarıdan tablet vb. formlarda alınan antioksidanlar (antioksidan ilaçlar)

- Gıdalara koruyucu olarak dışarıdan katılan antioksidanlardır (katkı maddesi koruyucu antioksidanlar) (Altınışik, 2000; Gür ve Altuğ, 2001).



Şekil 1.8. Antioksidanların hücresel etki mekanizmasının şematik gösterimi (Altınışik, 2000)

(SOD : Süperoksit dismutaz, GSH : Redükte glutasyon)

## 1.5. Meyveler

### 1.5.1. Erik

Erik, gülgiller (*Rosaceae*) familyasından *Prunus* cinsi, meyvesi yenen bazı ağaç türlerinin ortak adıdır.

Türkiye'de Doğu Anadolu'nun yüksek yayla mntıkası ile Güneydoğu Anadolu'nun kurak ve çok sıcak bir kısım yerleri hariç her tarafta yetişir.

Erkenci dönem can eriğini yaz ortalarında olgunlaşan Japon eriği (*P. salicina*) takip eder. Ağustosta olgunlaşmaya başlayan Avrupa eriği (*P. domestica*) ise ekim ayına kadar yenebilir. Farklı dönemlerde olgunlaşan eriğin, farklı biçim ve büyüklükteki meyvelerinin ince kabuğu, türlere göre yeşil, sarı, kırmızı ve mor renklerde dir. Türkiye'de en tanınmış erik çeşitleri can eriği, papaz eriği, mürdüm eriği ve tatlı üryani eriğidir.

Meyvelerinde şekerler, pektin ve organik asitler olan erik, meyve olarak yenir. Kurutularak da hoşaf ve çeşitli yörelerde değişik pestil yapımında kullanılır (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Erik>, 2012). Yapısında A, C, E, vitaminleri, antosiyaninler, karotenoid ve fenolik bileşikler gibi fitokimyasal ve biyoaktif bileşikler bulunarak, tüketildiği takdirde vücudu oksidatif hasarın sebep olduğu hastalıklara karşı korur (Öztürk ve ark., 2012).

Çizelge 1.3. Taze eriğin (100 g için) besin değeri

| İçerik                              | Taze Erik     |
|-------------------------------------|---------------|
| Protein (g)                         | 0,5           |
| Yağ                                 | eser miktarda |
| Kolesterol                          | -             |
| Karbonhidrat (g)                    | 17,8          |
| Enerji (cal)                        | 66            |
| Lif (g)                             | 0,4           |
| A Vitamini ( $\beta$ -Karoten) (LU) | 300           |
| Vitamin B1 (mg)                     | 0,08          |
| Vitamin B2 (mg)                     | 0,03          |
| Vitamin B3 (mg)                     | 0,5           |
| Vitamin B6 (mg)                     | 0,05          |
| C Vitamini (mg)                     | 4-6           |
| E Vitamini (mg)                     | 0,7           |
| Folik asit ( $\mu$ g)               | 0,6-0,9       |
| Potasyum (mg)                       | 299           |
| Kalsiyum (mg)                       | 18            |
| Magnezyum (mg)                      | 9             |
| Fosfor (mg)                         | 17            |
| Demir (mg)                          | 0,5           |
| Sodyum (mg)                         | 2             |

Kuru eriğin besin değerleri tazesine göre daha fazladır. Ayrıca pişirilmeden yenmesi daha yararlıdır; kompostosu ya da hoşafı yapıldığında vitamin değerleri

düşer, ama içine şeker katıldığından kalori ve karbonhidratı artmaktadır (<http://www.mutürünleri.com>, 2012).

### 1.5.2. Üzüm

Üzüm (*Vitis vinifera*), asmagiller (*Vitaceae*) familyasının *Vitis* cinsinden yeryüzünde kültürü yapılan en eski meyve türlerine verilen ad olarak bilinmektedir. Üzümün; antioksidan, yaşlanmayı geciktirici, kan yapımına yardımcı ve kanserden koruyucu etkileri bilinmektedir. Siyah üzüm kabuğunda bulunan maddelerden biri olan 'Resveratrol' maddesi, anti-kanserojen ve antioksidan olma özelliklerini taşımakta ve beyin hücrelerini korumaktadır. Üzümün çekirdeğindeki maddelerden 'Quersetin' ise, kan yapımına yardımcı olmaktadır. Bu yolla damarların sağlığını da olumlu yönde etkilemektedir (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Üzüm>, 2012).

Üzümün güçlü antioksidan özelliği, E vitamininden 50, C vitamininden ise 30 kat daha fazladır. Üzüm şirasının besin değeri Çizelge 1.4'de belirtilmiştir.

Çizelge 1.4. Üzüm şirasının besin değeri (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Üzüm>, 2012)

| İçerik (%)         | Üzüm      |
|--------------------|-----------|
| Su                 | 70-80     |
| Karbonhidratlar    | 15-25     |
| Organik asitler    | 0,3-1,5   |
| Tanenler           | 0,01-0,10 |
| Azotlu bileşikler  | 0,03-0,17 |
| Mineral bileşikler | 0,3-0,5   |

Üzüm bileşiminde su, şekerler, mineraller, organik asitler, azotlu maddeler, aroma maddeleri, enzimler, vitaminler ve fenolik bileşikler bulunur (Fidan ve Yavaş, 1986; Gülcü ve ark., 2008). Üzümde bulunan şekerler glikoz ve fruktoz olup, difüzyon yolu ile doğrudan kana geçme özelliğinden dolayı özellikle bebek ve çocukların beslenmesinde önemlidir. Toprakta alınan K, Ca, P, Na, Fe ve Mg gibi mineral maddeler meyveye taşınır. Özellikle içerdiği demir insan bünyesinde demir emilimi açısından rahat bir formda olan (+2) değerlidir. Üzümlerde başlıca iki asit

bulunmakta olup, bunlar toplam asitlerin %70-90'ını oluşturan tartarik asit ve malik asittir. Üzümün yapısında bulunan azotlu maddelerden; glutamik asit, arginin, treonin ve prolin üzümdeki aminoasitlerin %85'ini oluştururlar. Vitamin varlığı bakımından taze üzüm incelendiğinde başta inositol ve tiamin (B1) olmak üzere, pantotenik asit (B5), niasin, pridoksin (B6), biotin, folik asit ve az miktarda da riboflavin (B2) bulunur (Fidan ve Yavaş, 1986; Cabaroğlu ve Yılmaztekin, 2006; Gülcü ve ark., 2008).

Siyah üzümlerle beyaz üzümleri birbirinden ayıran temel fark fenolik bileşiklerden ileri gelmektedir. Yapılan araştırmalarda kırmızı çeşitlerin fenolik maddelerce beyaz çeşitlerden daha zengin olduğu belirlenmiştir. Bitkisel kökenli materyallerde bulunan fenolik bileşikler “fenolik asitler” ve “flavonoidler” olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2004). Üzümde en yaygın olan flavonoidler; flavonoller (kuarsetin, kampferol, mirisetin), flavan-3-ol'ler (katesin, epikatesin, tanenler) ve antosiyaninlerdir. Antosiyanlar (malvidin, peonidin, petunidin, siyanidin, delfinidin), siyah üzümlere ve bu üzümlerden elde edilen saraplara karakteristik renklerini kazandıran flavonoidlerdir. Fenolik bileşiklerin diğer gurubu, fenolik asitler, flavonoid olmayan bileşikler olarak da adlandırılır ve üzümde en yaygın olanları hidroksisinnamik asit ve gallik asit türevleri ile trans-resveratrol'dür. Üzüm tanesinde etli kısmının ekstrakte olabilen fenolik madde miktarı %10 veya daha azdır. Kalanın yani %90 'lık kesimin 2/3 sini çekirdekte ve 1/3 ise üzüm kabuğunda bulunmaktadır. Antosiyanlar, tanenlerle birlikte üzümlerdeki fenol bileşiklerinin hem nitelik hem de nicelik olarak önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu pigmentler üzümlerin kabuk kısmında yer almakta ancak bazı çeşitlerde (teturier) üzümlerin etli kısmında da bulunabilmektedir (Van ve ark., 2001; Cemeroğlu ve ark., 2004; Yılmaz ve Toledo, 2004; Gülcü ve ark., 2008).

### 1.5.3. Dut

Dut, dutgiller (*Moraceae*) familyasından *Morus* cinsini oluşturan ağaç türlerine verilen ad olarak bilinmektedir.

Vatanı Çin'dir. 15 m'ye kadar boylanır. Gövde silindirik, dik ve kalın; kabuk çatlaklı ve gri-kahve renklidir. Yaprakları saplı, iki sıra üzerine dizilmiş, tabanı yuvarlak veya kalp şeklinde, üst yüzü koyu, alt yüzü ise daha açık yeşil renklidir. Kenarları dişlidir. Çiçekler, bir evcikli olup yaprakların koltuğunda ve saplı durumlar halinde bulunur (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Dut>, 2012).

Dut antosiyaninler başta olmak üzere fenolik bileşik bakımından zengin bir meyve olup, serbest radikal temizleyicisidir (Kang ve ark., 2006). Bu sayede vücudu karaciğer ve böbrek hasarına karşı korur, eklemleri güçlendirir, göz sağlığını ve yaşlanmayı geciktirici etkilerin oluşumunu sağlar, boğaz ağrısı, ateş, hipertansiyon, anemi vb. tedavisi için kullanılır (Yang ve ark., 2010).

Dutun besin değeri Çizelge 1.5'de gösterilmektedir

Çizelge 1.5. Taze dutun (100 g için) besin değeri (<http://www.türkçebilgi.org/yemek-icmek/besinler-ve-ozellikleri/dut-24641.html>, 2012)

| İçerik           | Taze Erik |
|------------------|-----------|
| Protein (g)      | 0,9       |
| Yağ (g)          | 1,1       |
| Karbonhidrat (g) | 19,8      |
| Enerji (cal)     | 93        |
| Lif (g)          | 0,9       |
| Vitamin B1 (mg)  | 0,05      |
| Vitamin B2 (mg)  | 0,07      |
| Vitamin B3 (mg)  | 0,2       |
| C Vitamini (mg)  | 17        |
| Kalsiyum (mg)    | 60        |
| Demir (mg)       | 1,1       |

#### 1.5.4. Kayısı

Kayısı (*Prunus armeniaca L.*) zerdalinin aşısı ile çeşitlendirilerek çoğaltılan bir kültür tipi olup, *Rosales* takımının *Rosaceae* familyasının *Prunaideae* alt familyasının *Prunus* cinsine girer (Güner, 1998).

Kayısı ilk olarak Çin'de yetiştirilmiştir Kuzeydoğu Çin kökenli bir meyvedir. Erken olgunlaşan bir meyve olduğundan Latince erken gelişmiş anlamında *Abrikosas* sözcüğüyle tanımlanır. Bir kısmı günümüzde Türkiye toprakları içinde kalan tarihi Ermeni krallığında yaygın olarak bulunduğu için bu meyveye *Prunus armeniaca* adı verilmiştir. Dünyada en yaygın olarak Anadolu'da ve özellikle Malatya ve çevresinde bulunur. Dünya kuru kayısı üretiminin yaklaşık %85'i Türkiye'de gerçekleşmektedir (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Kayısı>, 2012). Türkiye dünyanın lider taze kayısı üreticisi konumunda olarak kayısı ihracatının yaklaşık yarısını Malatya ili karşılamaktadır (Güçlü ve ark., 2006).

Kayısı yaz aylarında taze, kurutulup ve konserve haline getirilerek de bütün yıl tüketilebilen bir meyvedir. Minerallerden potasyum ve vitaminlerden A vitamininin öncülü olan  $\beta$ -karoten yönünden zengindir (Güner, 1998). Yaş ve kuru kayısının 100 gram için besin değeri Çizelge 1.6'da verilmiştir.



Çizelge 1.6. Yaş ve kuru kayısının (100 g için) besin değeri  
(<http://www.malatyaçevreorman.gov.tr/ced/rapor/tarım.pdf>, 2012)

| İçerik                              | Yaş Kayısı | Kuru Kayısı |
|-------------------------------------|------------|-------------|
| Su (g)                              | 85,3       | 25          |
| Enerji (cal)                        | 51         | 260         |
| Protein (g)                         | 1          | 5           |
| Yağ (g)                             | 0,2        | 0,5         |
| Karbonhidrat (g)                    | 12,8       | 66,5        |
| Posa (g)                            | 0,6        | 3           |
| A Vitamini ( $\beta$ -Karoten) (LU) | 2700       | 10900       |
| Tiamin (B1 Vit.) (mg)               | 0,03       | 0,01        |
| Riboflavin (B2 Vit.) (mg)           | 0,04       | 0,16        |
| Niasin (mg)                         | 0,6        | 3,3         |
| Vitamin C (mg)                      | 10         | 12          |
| Kalsiyum (mg)                       | 16         | 67          |
| Demir (mg)                          | 0,5        | 5,5         |
| Sodyum (mg)                         | 1          | 26          |
| Potasyum (mg)                       | 281        | 979         |
| Fosfor (mg)                         | 23         | 108         |

Kayısı sahip olduğu organik ve inorganik maddelerle insan sağlığına önemli hizmetler sunar. İçerdiği  $\beta$ -karoten ile vücudu ve organları saran epitel doku, göz sağlığı, kemik, diş gelişmesi ve endokrin bezlerinin düzenli çalışması sağlanır. İçerdiği A vitamini ise enfeksiyonlara karşı vücut direncinin artmasında, üreme ve gelişmede, oksidatif strese sebep olan tekli (singlet) oksijenin oluşmasını önlemekte veya oluştuktan sonra etkisiz hale getirmektedir. Serbest radikallerin oluşumuna ve hücre ölümüne neden olan protein ve yağ asitlerinin bozunmasına engel olmaktadır. Sodyumca fakir potasyumca zengin olması nedeniyle de kalp yetmezliği, böbrek hastalıkları, hepatit siroz tedavisinde olumlu sonuçlar elde edilmektedir.

Kuru kayısının beslenme ve sağlık açısından en önemli bileşiklerinden birisi de bol miktarda sahip olduğu diyet lifidir. Sindirim sisteminde salgılanan enzimler tarafından hidrolizlenemeyen polisakkarit ve lignin gibi bileşiklerden oluşan diyet

lifi; bağırsakların düzenli çalışmasını sağlamakta, diş hastalıkları, kabızlık, irritabl kolon sendromu, şişmanlık, apandisit, hemoroid, şeker hastalığı, kronik kalp hastalıkları ve kolon kanseri gibi hastalıkların oluşum riskini azaltmaktadır (Sobutay, 2003).

#### 1.5.5. İncir

İncir (*Ficus carica L.*) bitkiler aleminin *Urticales* takımının, *Moraceae* (dutgiller) familyasının *Ficus L.* cinsine girmektedir. Türkiye'de en fazla Aydın, İzmir ve Bursa yöresinde yetiştirilen incir, kalorisi yüksek bir meyve olup, önemli miktarda şeker ve yüksek oranda kalsiyum içerir. Kalsiyum içeriği nedeniyle kemik hastalıklarında ve gelişim bozukluklarında tüketilmesi gereken bir meyvedir. Pektik maddelerce de zengin olup, şeker hastalıklarında kan şekerinin hızla yükselmesinin önlenmesini, bağırsaklardan toksik maddelerin atılmasını, kandaki kolesterol düzeyinin düşürülmesini sağlar. Demir başta olmak üzere mineral madde içeriği fazladır. Bu nedenle hamileler ve küçük çocuklarda ortaya çıkan vitamin eksikliğinin neden olduğu hastalıklar ve kansızlığa iyi gelmektedir (Özen ve ark., 2007).

İncir yaz aylarında taze, kurutularak veya reçeli, pekmezi, ezmesi ve tatlıları yapılarak da bütün yıl tüketilebilen bir meyvedir (<http://www.saglıksayfam.com/besinler-ve-ozellikleri/incir.html>, 2012).

Taze ve kuru incirin besin içerikleri Çizelge 1.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.7. Taze ve kuru incirin (100 g için) besin içerikleri (Özen ve ark., 2007)

| İçerik           | Taze | Kuru |
|------------------|------|------|
| Su %             | 84,6 | 16,8 |
| Protein %        | 1,3  | 3,6  |
| Yağ %            | 0,3  | 1,6  |
| Karbonhidrat %   | 9,5  | 52,9 |
| Enerji (kcal)    | 45   | 300  |
| Nişasta %        | -    | -    |
| Glikoz %         | 5,2  | 28,6 |
| Fruktoz %        | 4,1  | 22,7 |
| Sakkaroz %       | 0,3  | 1,6  |
| Lif %            | 2,3  | 12,4 |
| Karoten (µg)     | 150  | 64   |
| Vitamin B1 (mg)  | 0,03 | 0,08 |
| Vitamin B6 (mg)  | 0,08 | 0,26 |
| Vitamin B12 (mg) | -    | -    |
| Vitamin C (mg)   | 2    | 1    |
| Potasyum (mg)    | 200  | 970  |
| Kalsiyum (mg)    | 38   | 250  |
| Magnezyum (mg)   | 15   | 80   |
| Fosfor (mg)      | 15   | 89   |
| Demir (mg)       | 0,3  | 4,2  |
| Çinko (mg)       | 0,3  | 0,7  |

İncir antioksidan özelliği sayesinde hücrelerin yenilenmesini sağlar. İnsanlar günlük 100 g kuru incir tüketerek vücudunun günlük gereksinimlerinden kalsiyumun %17'sini, demir ve magnezyumun %30'unu, fosforun %20'sini, B1 vitamininin %5'ini ve B2 vitamininin %4'ünü karşılarlar (<http://www.saglıksayfam.com/besinler-ve-ozellikleri/incir.html>, 2012).

Son yıllarda insan beslenmesinde antioksidan kapasitesi yüksek besinlerin kullanılması özendirilmekte ve kapasitesi yüksek olan besinler belirlenerek duyurulmaktadır (Halliwell, 2001). Sağlıklı beslenmede önemli bir yer tutan

meyvelerin antioksidan kapasitelerinin yüksek olduğu bilinmektedir. Kuru meyvelerin mükemmel antioksidan kaynağı oldukları konusunda da araştırmalar vardır (Vinson ve ark., 2005).

Bu çalışmada; erik (kırmızı), dut, üzüm (kırmızı), kayısı ve incir meyvelerinin taze ve kuru hallerinin antioksidan içerikleri incelenerek, antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kanner ve ark., 1994, siyah üzüm çeşitlerinin ortalama 920 mg/kg, araştırmada incelenen bazı kırmızı şarapların ise (Cabernet Sauvignon, Syrah) sırasıyla ortalama 1800 ve 3200 mg/L düzeyinde fenolik bileşen konsantrasyonuna sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Shobana ve Naidu, 2000, baharat özlerinin potansiyel antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Bu araştırma için sarımsak, zencefil, soğan, nane, karanfil, tarçın ve biberi incelemişlerdir. Antioksidan kapasiteleri sırasıyla karanfil>tarçın>biber>zencefil>sarımsak>nane>soğan olduğu tespit edilmiştir.

Katsube ve ark., 2003, siyah ve kırmızı Frenk üzümündeki toplam fenolikleri araştırmışlardır. Siyah Frenk üzümünde 40,9 mg/g, kırmızı Frenk üzümünde ise 13,0 mg/g olarak bulmuşlardır.

Oktay ve ark., 2003, rezene (*Foeniculum vulgare*) tohumunun, su ve etanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesini inceleme adına DPPH serbest radikal süpürücü etkilerine, indirgeme gücüne ve toplam fenolik madde miktarına bakmışlardır. Rezene ekstraktları güçlü antioksidan aktivite gösterip, doğal antioksidan kaynağı olduğu belirtilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı gallik asit cinsinden sırasıyla 21,25 GAE µg ve 90,00 GAE µg olarak belirlenmiştir.  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  indirgeme gücü sırasıyla BHA>BHT>rezenenin su ekstraktı>a-tokoferol>rezenenin etanol ekstraktı olarak tespit edilmiştir. DPPH serbest radikal süpürücü aktivitelerine (%) bakıldığında 250 µg'da BHA (%88,02)>a-tokoferol (%86,38)>BHT (%64,07)>rezenenin su ekstraktı(%47,49)>rezenenin etanol ekstraktı (%36,46) olduğu tespit edilmiştir.

Tosun ve Üstün, 2003, portakal, vişne, şeftali ve kayısı nektarlarının toplam antioksidan kapasitesini araştırmışlardır. Antioksidan kapasitesini belirlemede ferric reducing/antioxidant power (FRAB) yöntemini kullanmış ve antioksidan kapasitenin vişne>portakal>kayısı>şeftali olduğunu belirlemişlerdir.

Benvenuti ve ark., 2004, siyah Frenk üzümündeki toplam fenolik madde miktarını 530,5-888,5 mg/100 g (ortalama 639,8 mg/100 g), kırmızı Frenk

üzümündekini ise 371,9-501,6 mg/100 g (ortalama 417,9 mg/100 g) olarak saptamışlardır.

Gülçin ve ark., 2004, bu çalışmasında da karanfil ve lavanta özlerinin  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  indirgeme gücünü, DPPH radikal süpürücü aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Standart olarak BHT, BHA ve a-tokoferol kullanılmıştır.  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  indirgeme gücü sırasıyla BHA>karanfil tomurcuklarının etanol ekstresi>BHT>karanfil tomurcuklarının su ekstresi>a-tokoferol>lavanta tomurcuklarının etanol ekstresi>lavanta tomurcuklarının su ekstresidir. DPPH serbest radikal süpürücü aktivitelerine (%) bakıldığında da karanfil tomurcuklarının etanol ekstresi (%74)>karanfil tomurcuklarının su ekstresi (%62)=BHA (%62)>BHT (%60)>lavanta tomurcuklarının etanol ekstresi (%50)>lavanta tomurcuklarının su ekstresi (%45)>a-tokoferol (%31) olduğu belirlenmiştir.

Karadeniz ve ark., 2004, farklı meyve (elma, ayva, üzüm, armut ve nar) ve sebzelerin (patates, soğan, taze soğan, kırmızı turp ve kırmızı lahana) antioksidan aktivitesini, toplam fenolik ve flavanoid içeriklerini belirlemişlerdir. Meyveler arasında nar %62,7 ile en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olup bunu ayva (%60,4), üzüm (%26,6), elma (%25,7) ve armut (%13,7) izlemiştir. Sebzelerin antioksidan aktivitesi %40,8 ile %12,5 arasında değişmektedir. Meyvelerde fenolik madde içeriği 326- 4306 mg kateşin/kg, flavanoid içeriği ise 282-2115 mg kateşin/kg iken sebzelerin fenolik madde içeriği 536-2166 mg kateşin/kg, flavanoid içeriği ise 153-842 mg kateşin/kg olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriğinin meyve ve sebzelerin antioksidan içeriğine önemli etkisinin olduğu gözlenmiştir.

Bae ve Suh, 2006, dutlarda 959,9-2570,4 µg/g toplam fenolik madde miktarı tespit etmişlerdir.

Ercişli ve Orhan, 2006, beyaz dut meyvesinde 181 µg GAE/mg toplam fenolik madde miktarı tespit etmişlerdir.

Kaviarasan ve ark., 2006, çemen otu (*Trigonella foenum graecum*) tohumlarını izole etmişler ve çeşitli in vitro test sistemlerini kullanarak antioksidan aktivitesini değerlendirmişlerdir. Çemen tohumu özü antioksidanlar içerdiği ve oksidatif hasardan hücrel yapıların koruduğunu tespit etmişlerdir. Bunun için DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesine bakılmıştır.

Almaraz-Abarca ve ark., 2007, Meksika’da mesquite ağacından balarısı sayesinde toplanan polenlerin fenolik bileşimlerini inceleyerek antioksidan aktivitelerine yönelik incelemeler yapmışlardır. Doğal bir antioksidan olarak kabul edilen flavonoidler için *Prosopis juliflora* ağacının polenleri önemli bir kaynak olarak gösterilmiştir.

Lin ve Tang, 2007, beyaz dutlarda 1515 µg GAE/mg toplam fenolik madde miktarı tespit etmişlerdir.

Şerbetçi, 2007, Cuprac metodu ile elektron verme eğilimindeki meyan bitkisinin kök ve gövdelerinin etanol çözücüsünü kullanılarak hazırladıkları 10 mg/L konsantrasyonundaki ekstraktlarının 450 nm’deki absorbansları gövde<kök şeklinde sıralanmıştır. Meyan kökünün etanol ile hazırlanan ekstresinin 0,15-0,25 absorbans arası değere sahip olduğu görülmüştür.

Barros ve ark., 2008, *A. Arvensis*, *A. Bisporus*, *A. Romagnesii*, *A. Silvaticus*, *A. Silvicola* olmak üzere beş *Agaricus Silvaticus* cinsi mantarın antioksidan aktivitesini kimyasal, biyokimyasal ve elektrokimyasal analizler ile incelemişlerdir. Biyokimyasal testlerde eritrosit ve beyin hücrelerini kullanarak lipid peroksidasyon inhibisyon kapasitesini değerlendirirken kimyasal testlerle indirgeyici gücü ve DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteyi değerlendirmişlerdir. Testler sonucunda mükemmel antioksidan kapasiteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu beş *Agaricus Silvaticus* cinsi mantarın arasından en yüksek antioksidan aktivite gösteren *A. Arvensis*’nin DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi EC<sub>50</sub> değeri olarak 15,85 ± 0,27 mg/mL, Fe<sup>+3</sup>-Fe<sup>+2</sup> indirgeme gücü ise EC<sub>50</sub> değeri olarak 4,20 ± 0,04 mg/mL olarak belirlenmiştir.

Görünmezoğlu, 2008, Malatya kayısısının Hacıhaliloğlu, Kabaası ve Soğancı çeşitlerinin kükürlenerek ve kükürlenmeden kurutulan örnekleri ile Aydın incirinin sarılop çeşidinin güneşte kurutulmuş örneklerinin antioksidan kapasitelerini araştırmıştır. Meyvelerin 100 µg’lık ekstraktlarının, indirgeme kuvvetinin bir ölçütü olan ferrik iyonlarını (Fe<sup>3+</sup>), ferröz iyonlarına (Fe<sup>2+</sup>) indirgeme kapasitesini absorbanslarına bakarak değerlendirmiştir. 700 nm’deki absorbansları 0,1-0,2 absorbans arasında değişip, kayısı çeşitlerinin incirden daha yüksek absorbansa sahip olduğu gözlenmiştir. Bunun yanı sıra Aydın incirinin sarılop çeşidinin güneşte



kurutulmuş örneklerinin 0,25 mg/mL konsantrasyondaki etanol ekstraktı %16-18, su ekstraktı %51-53 arası DPPH radikal süpürücü aktivite göstermiştir.

Li ve ark., 2009, anne sütünün DPPH serbest radikal süpürücü kapasitesi, toplam fenolik içerik ve fenolik bileşimini ölçerek antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. DPPH' süpürücü aktivite %61,2-52,8, toplam fenolik içerik 797-329 mg/kg, p-Hidroksibenzoik asit, p-kumarik asit ve ferulik asit sırasıyla 635-614 µg/kg, 1444-1391 µg/kg ve 1490-1425 µg/kg olduğu tespit edilmiştir.

Gülçin ve ark., 2010, karanfil ağacının çiçekleri, sapları ve yapraklarının damıtılması ile elde edilen karanfil yağının antioksidan aktivitesine bakmışlardır. Bunun için 2,2-difenil 1-pikril hidrazil (DPPH) serbest radikal süpürücü aktivitesi,  $Fe^{3+}$  iyonlarının  $Fe^{2+}$  iyonlarına indirgeme kuvvetine (FRAP) bakılıp, karanfil yağının antioksidan kapasitesini değerlendirmişlerdir. Çalışmada BHA, BHT,  $\alpha$ -tokoferol ve Trolox gibi referans antioksidan bileşiklerini kullanmışlardır. Böylece karanfil yağının etkili bir DPPH' süpürücü olduğu ve güçlü bir şekilde demir iyonlarını ( $Fe^{3+}$ ) indirgeme gücüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Mishra ve ark., 2010,  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  indirgeme gücü ile farklı kuruyemişlerin (badem, ceviz, kaju fındık, kuru üzüm, chironji) antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. 700 nm'deki absorbanslarına bakıldığında  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  indirgeme gücü ceviz>badem>kaju>fındık>chironji>kuru üzüm olduğunu bulmuşlardır.

Takım, 2010, kiraz yaprağının hidroksil ve DPPH radikal süpürücü aktivitelerini bulmaya yönelik çalışma yapmıştır. Hidroksil radikal süpürücü aktiviteyi % inhibisyon değerine bakarak değerlendirmiştir ve bunun sonucunda en yüksek aktiviteyi sıcak su ekstraktı 100 µg/mL'de; %62,84, 200 µg/mL'de; %66,75 ve 300 µg/mL'de; %67,94'lük bir aktiviteyle göstermiştir. Bu çalışmada artan konsantrasyona karşılık artan aktivite gözlenmiştir. DPPH radikal süpürücü aktiviteye bakıldığında ise ekstraktlarından sıcak su ekstraktı; 450 µg/mL'de %80,95, sonra etanol ekstraktı; 450 µg/mL'de %54,24, soğuk su ekstraktı; 450 µg/mL'de %33,104'lük bir aktivite göstermiştir.

Tyug ve ark., 2010, soya fasulyesinin yan ürünleri üzerinde antioksidan kapasitesini incelemeye yönelik araştırma yapmışlardır.  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  indirgeme gücü (FRAP) değerine bakıldığında GASP>GBSP>SHP olduğu tespit edilmiştir. [B sınıfı

soya tozu GBSP, soya kabuğu tozu SHP, A sınıfı soya tozu (yüksek karbonhidrat ve protein içeriğine sahip) ise GASP olarak kısaltılmıştır.]

Zengin ve ark., 2010, İç Anadolu Bölgesi'nde toplanan üç *Centaurea* (peygamber çiçeği, zerdali diken, çoban kaldıran, timur diken gibi isimlerle bilinmektedir.) türünün üzerinde antioksidan kapasitesine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Antioksidan kapasiteleri toplam fenolik madde miktarı, DPPH serbest radikal süpürücü aktivite,  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  indirgeme gücü ve Cuprac metoduna göre indirgeme gücü vb. ölçülerek tespit edilmiştir. *C. pulchella*>*C. patula*>*C. tchihatcheffii* olduğunu saptamışlardır. En yüksek kapasiteye sahip olan *C. pulchella*'nın toplam fenolik madde miktarı 55,00 mg GAE/g, DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesini  $IC_{50}$  değeri olarak 36,33  $\mu$ g/mL,  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  indirgeme gücünü  $EC_{50}$  değeri olarak 0,97 mg/mL ve Cuprac metoduna göre indirgeme gücünü belirlerken 0,4 mg/mL konsantrasyondaki absorbansını (450 nm) 0,4-0,5 olarak belirlemişlerdir.

Li ve ark., 2011, *Zizyphus Jujuba* cv. *Jinsixiaoza*'nın antioksidan kapasitesini ölçmüşlerdir. Bunun için dört farklı konsantrasyonda örnekler hazırlanıp, DPPH radikal süpürücü aktivitelerine bakılmıştır ve iyi bir antioksidan olduğunu göstermişlerdir. DPPH radikal süpürücü aktivite (%) %88,7-18,9 arasında sonuç vermiştir.



### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Kullanılan kimyasal maddeler

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, deoksiriboz, EDTA, Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.12H<sub>2</sub>O, askorbik asit, TBA, DPPH, Folin-Ciocalteu ayracı, CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>, neokuprin, gallik asit, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, TCA, CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>, NaOH, FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, HCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, etanol satın alınmıştır.

##### 3.1.2. Yararlanılan ekipmanlar

|                         |                                        |
|-------------------------|----------------------------------------|
| UV-Vis Spektrofotometre | : UV_1800, Shimadzu                    |
| pH metre                | : Hanna Instruments 8417               |
| Magnetik karıştırıcı    | : Velp Scientifica                     |
| Santrifüj               | : Heraeus Sepatech Labofuge 200        |
| Hassas terazi           | : Denver Instrument                    |
| Su banyosu              | : Termal                               |
| Evaporatör              | : Bibby                                |
| Buzdolabı               | : Bosch                                |
| Blender                 | : Waring Commercial Laboratory Blender |
| Otomatik pipet          | : Eppendorf Research, İntrolab         |
| Süzgeç kağıdı           | : Macherey - Nagel                     |

##### 3.1.3. Kullanılan çözeltiler ve hazırlanması

###### 3.1.3.1. Hidroksil radikal süpürücü aktivite tayini ile ilgili çözeltiler

1. 0,01 M pH: 7,4 fosfat tamponunun hazırlanması : 0,674 mL H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>'e 980 mL distile su ilave edilerek pH 7,4'e ayarlanmıştır. Distile su ile son hacim 1 litreye tamamlanmıştır.

2. 2,5 mM deoksiriboz içeren 0,01 M fosfat tamponunun hazırlanması : 0,0332 g deoksiriboz alınmıştır ve 100 mL'ye 0,01 M (pH: 7,4) fosfat tamponuyla tamamlanmıştır.

3. 1,04 mM EDTA içeren 1 mM demir amonyum sülfat çözeltisinin hazırlanması : 0,0387 g EDTA (potasyum tuzu halinde) ve 0,0482 g  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  alınmıştır ve son hacim 100 mL olacak şekilde distile suda çözünmüştür.

4. 0,1 M  $\text{H}_2\text{O}_2$  çözeltisinin hazırlanması : 0,86 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'den alınarak son hacim distile su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.

5. 1 mM askorbik asit çözeltisinin hazırlanması : 0,0176 g askorbik asitten alınmıştır ve son hacim 100 mL olacak şekilde distile suda çözünmüştür.

6. %2,8 TCA çözeltisinin hazırlanması : 2,8 g TCA alınmıştır ve son hacim 100 mL olacak şekilde distile suda çözünmüştür.

7. %1 TBA çözeltisinin hazırlanması : 1 g TBA alınmıştır ve son hacim 100 mL olacak şekilde distile suda çözünmüştür.

#### **3.1.3.2. DPPH radikal süpürücü aktivite tayini ile ilgili çözeltiler**

1. 0,1 mM DPPH radikal solüsyonunun hazırlanması : 0,0395 g DPPH alınmıştır ve %95'lik 1 litrelik etanolde çözünmüştür.

#### **3.1.3.3. Toplam fenolik madde miktarı tayini ile ilgili çözeltiler**

1. %20'lik  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  çözeltisinin hazırlanması : 20 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  alınmıştır ve 100 mL distile suda çözünmüştür.

2. 1:10 seyreltilmiş Folin-Ciocalteu ayracının hazırlanması : 10 mL Folin-Ciocalteu ayracı alınmış, distile su ile son hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır.

**3.1.3.4. Cuprac metoduna göre indirgeme kapasitesi tayini ile ilgili çözeltiler**

1. 0,01 M'lık  $\text{CuCl}_2$  çözeltisinin hazırlanması : 0,1705 g  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  alınmıştır ve 100 mL distile suda çözünmüştür.

2. 1 M pH:7  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  tamponunun hazırlanması : 7,708 g  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  alınıp, 90 mL distile su ile çözünüp pH 7'e ayarlanmıştır. Distile su ile son hacim 100 mL'e tamamlanmıştır.

3. 7,5 mM'lık etanolik neokuprin çözeltisinin hazırlanması : 0,1562 g neokuprin alınmıştır ve 100 mL etanolde çözünmüştür.

**3.1.3.5. İndirgeme gücü tayini ile ilgili çözeltiler**

1. 0,2 M pH: 6,6 fosfat tamponunun hazırlanması : 13,48 mL  $\text{H}_3\text{PO}_4$  alınıp, 980 mL distile su ilave edilip pH 6,6'e ayarlanmıştır. Distile su ile son hacim 1 litreye tamamlanmıştır.

2. %0,1'lik  $\text{FeCl}_3$  çözeltisinin hazırlanması : 0,1666 g  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  alınmıştır ve son hacim 100 mL olacak şekilde distile suda çözünmüştür.

3. %1'lik  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  çözeltisinin hazırlanması : 1g  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  alınmıştır ve son hacim 100 mL olacak şekilde distile suda çözünmüştür.

4. %10'luk TCA çözeltisinin hazırlanması : 10 g TCA alınmıştır ve son hacim 100 mL olacak şekilde distile suda çözünmüştür.

### 3.2. Metod

#### 3.2.1. Örnek Hazırlama

Meyvelerin taze olanları su ile yıkanıp kirler uzaklaştırılmıştır. Daha sonra kurularak, -20 °C’de kullanılıncaya kadar muhafaza edilmiştir. Taze ve kuru meyveler kullanılmaya karar verildiği zaman yenilen kısmı etanol eklenerek blender ile bulamaç haline getirilip, süzgeç kağıdıyla süzölmüştür. Evaporatör yardımıyla etanol uzaklaştırılmıştır ve meyve özleri elde edilmiştir. Deneyde istenilen konsantrasyonlarda çözelti elde etmek için Soong ve Philip’in önerdiği yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Çözücü olarak su/etanol (50:50) ve etanolden yararlanılmıştır. Karışımımız kullanmadan önce en az 30 dakika boyunca 4500 devirde santrifüjlenmiştir. Bu çöktürme işlemiyle istenilen saflığa getirilen örneklerimizin antioksidan kapasiteleri ölçölmüştür (Soong ve Philip, 2004).

#### 3.2.2. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

##### 3.2.2.1. Hidroksil radikal süpürücü aktivite tayini

Meyvelerin etanol ekstraktlarının hidroksil radikal süpürücü aktivitesi Halliwell ve ark. (1987) tarafından önerilen yöntem kullanılarak belirlenmiştir. 0,1 mL değişik konsantrasyonlarda hazırlanan örneğimizin (0,25–1 mg/mL) üzerine ilk olarak 690 µL 2,5 mM deoksiriboz içeren 0,01 M fosfat tamponu (pH: 7,4), ardından 0,1 mL 1,04 mM EDTA içeren 1 mM demir amonyum sülfat ilave edilmiştir. Sonra 1 mM askorbik asitten 0,1 mL, 0,1 M H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>’den 0,01 mL ilave edilerek reaksiyon başlatılmıştır. Karışımımız 37 °C’de en az 10 dakika inkübe edilip, üzerine %2,8 trikloroasetik asitten 0,5 mL, %1 tiyobarbitürik asitten ise 1 mL eklenmiştir. Bu işlem sonunda karışım 8 dakika kaynatılıp, buz üzerinde soğutulmuştur. Karışımın absorbansı 532 nm’de distile sudan oluşan köre karşı kaydedilmiştir. Kontrol için numune yerine distile su kullanılmıştır. Azalan absorbans geriye kalan OH<sup>-</sup> çözeltisi

miktarını yani serbest radikal giderme aktivitesini vermiştir. Hidroksil radikal süpürücü aktivitesi aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır:

$$\text{Hidroksil radikal süpürücü aktivite (\%)} = 1 - (A_1/A_0) \times 100$$

$A_0$  kontrol absorbans (örnek olmadan) ve  $A_1$  örneklerin absorbansdır. Yapılan tüm deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilip, sonuçların ortalaması alınmıştır.

### 3.2.2.2. DPPH radikal süpürücü aktivite tayini

Li ve ark. (2011) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. 3 mL su/etanol (50:50) ile değişik konsantrasyonlarda hazırlanan örneğimizin (0,25–1 mg/mL) üzerine 1 mL DPPH radikal solüsyonu (%95 etanol içinde 0,1mM ) eklenmiştir. Daha sonra karışım karıştırılmıştır ve 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra absorbansı 517nm’de UV-Vis spektrofotometre ile etanolden oluşan köre karşı kaydedilmiştir. Azalan absorbans geriye kalan DPPH’ çözeltisi miktarını yani serbest radikal giderme aktivitesini vermiştir. Yüzde DPPH radikal süpürücü aktivite aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır:

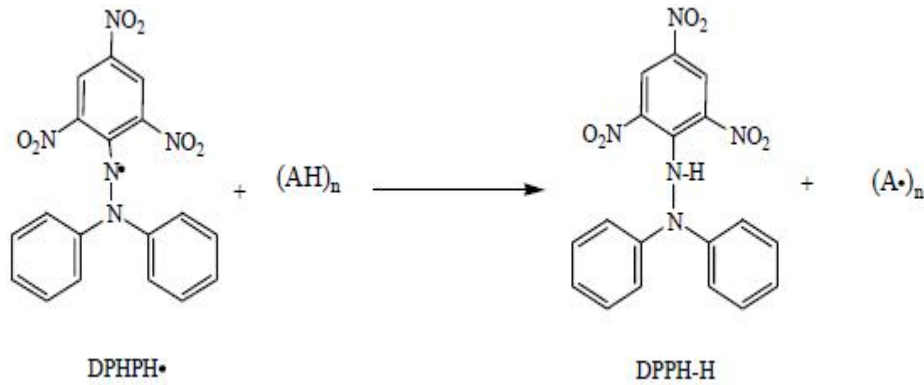
$$\text{DPPH radikal süpürücü aktivite (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

$A_0$  DPPH solüsyonunun absorbansı,  $A_1$  ise DPPH ile test edilen örneklerin absorbansdır.

Bu metodun esası hidrojen veren guruplara sahip antioksidan maddelerin varlığında, alkolde çözünen DPPH radikallerinin redüksiyonuna dayanmaktadır. Redüksiyon sonucu oluşan, 517 nm’de herhangi bir absorbans vermeyen ve radikal olmayan bir DPPH-H molekülü oluşmaktadır. Dolayısıyla DPPH radikali miktarındaki azalma 517 nm’de spektrofotometrik olarak ölçülerek aktivite tayini yapılabilmektedir. Ortamda bulunan radikal giderici antioksidan (AH)<sub>n</sub> varlığında



DPPH radikali Şekil 3.1’de belirtildiği gibi indirgenmiş DPPH-H formuna dönüşmektedir (Gülçin, 2002).



Şekil 3.1. Bir antioksidan tarafından DPPH radikalinin giderilmesi

Yapılan tüm deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilip, sonuçların ortalaması alınmıştır.

### 3.2.2.3. Toplam fenolik madde miktarı tayini

Toplam fenoller Velioğlu ve ark. (1998) tarafından önerilen yöntemle Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak ölçülmüştür. Değişik konsantrasyonlarda etanolle hazırlanan örneklerden (12,5-200 mg/L) 200 µL alınarak 1,5 mL Folin-Ciocalteu ayırıcı ile (distile su ile 10 kez seyreltilmiş) karıştırılmış, 5 dakika bekletilmiş ve 1,5 mL %20’lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> eklenmiştir. 90 dakika sonra, UV-vis spektrofotometre ile 750 nm dalga boyunda distile sudan oluşan köre karşı absorbansına bakılmıştır. Kontrol için numune yerine distile su kullanılmıştır.

Standart fenolik bileşik olarak gallik asit kullanılmıştır. Bunun için önce standart grafik çizilmiştir. Bu amaçla 25 mg gallik asit 50 ml etanolde çözünmüştür ve 500 mg/L stok çözelti hazırlanmıştır. Stok çözelti kullanılarak örneklerle aynı konsantrasyonlardaki standart örneklerle yukarıda belirtilen işlemler uygulanmıştır ve grafik çizilmiştir.

Örneklerin absorbans değerlerine karşılık gelen gallik asit ekivalent miktarı standart grafikten elde edilen denklem yardımıyla bulunmuştur. Bulgular gallik asit ekivalent (GAE) ve mg olarak verilmiştir.

Yapılan tüm deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilip, sonuçların ortalaması alınmıştır.

#### 3.2.2.4. Cuprac metoduna göre indirgeme kapasitesi tayini

Meyvelerin etanol ekstraktlarının kuprik iyonu ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasiteleri Apak ve ark. (2006) tarafından önerilen Cuprac metodu kullanılmıştır. Bunun için deney tüplerinin içerisine sırasıyla 1mL 0,01 M  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  çözeltisi, 1 mL 1 M amonyum asetat tamponu (pH: 7), 1 mL 7,5 mM neokuprin çözeltisi ilave edilmiştir. Üzerlerine 0,5 mL değişik konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L) etanol çözücüsüyle hazırlanmış örnekler eklenmiştir. Tüpler oda sıcaklığında ağzı kapalı olarak 30 dakika bekletilmiştir ve süre sonunda örneklerin tampondan oluşan köre karşı 450 nm'deki absorbansları ölçülmüştür. Reaksiyon karışımının artan absorbansı artan kuprik iyon ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesini göstermiştir.

Yapılan tüm deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilip, sonuçların ortalaması alınmıştır.

#### 3.2.2.5. İndirgeme gücü tayini

Antioksidan aktivite belirleme yöntemlerinden biri olan indirgeme gücü Oyaizu (1986) tarafından uygulanan yöntem temel alınarak belirlenmiştir. Çeşitli konsantrasyondaki etanolle hazırlanmış örnek ve standart (gallik asit) ekstraktlarından (12,5-200 mg/L) 0,25 mL alarak toplam hacmi 2,5 mL'ye 0,2 M fosfat tamponu (pH: 6,6) ile tamamlanmıştır. Daha sonra 2,5 mL %1'lik potasyum ferrisiyanid [ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ] eklenerek 50 °C'de 20 dk inkübasyona bırakılmıştır. Bu aşamadan sonra reaksiyon karışımına 2,5 mL %10'luk TCA eklenerek 1000 devirde 10 dk santrifüj edilmiştir. Bu çözeltinin üst kısmından 2,5 mL alınarak 2,5 mL distile su ve 0,5 mL %0,1'lik  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  eklendikten sonra tampondan oluşan köre karşı 700 nm'de

absorbans okunmuştur. Yüksek absorbans değeri yüksek indirgeme potansiyelini göstermiştir.

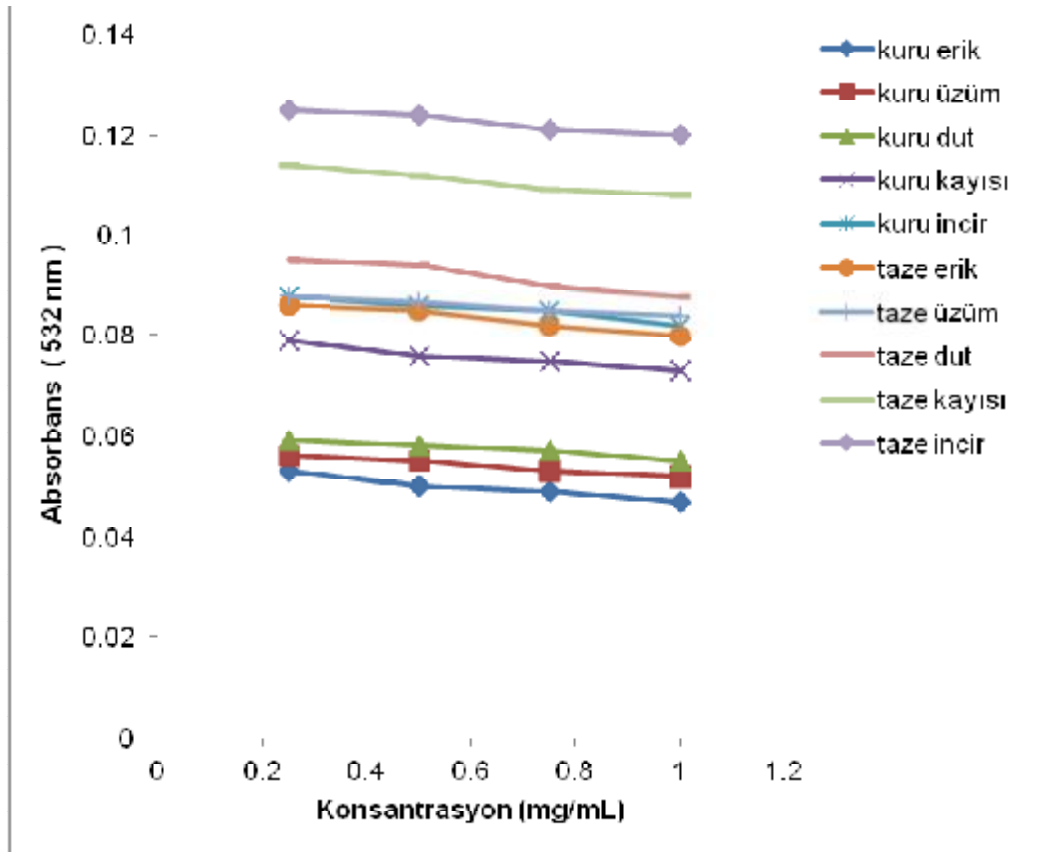
Yapılan tüm deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilip, sonuçların ortalaması alınmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Bulgular

#### 4.1.1. Hidroksil radikal süpürücü aktivite bulguları

Meyve örneklerinden elde edilen ekstrelerin  $\text{OH}^\cdot$  süpürücü aktivitesinin bir ölçüsü olarak % inhibisyon değerlerine bakılmıştır. % inhibisyon değeri ne kadar yüksek ise antioksidan etki de o kadar yüksek kabul edilmiştir.



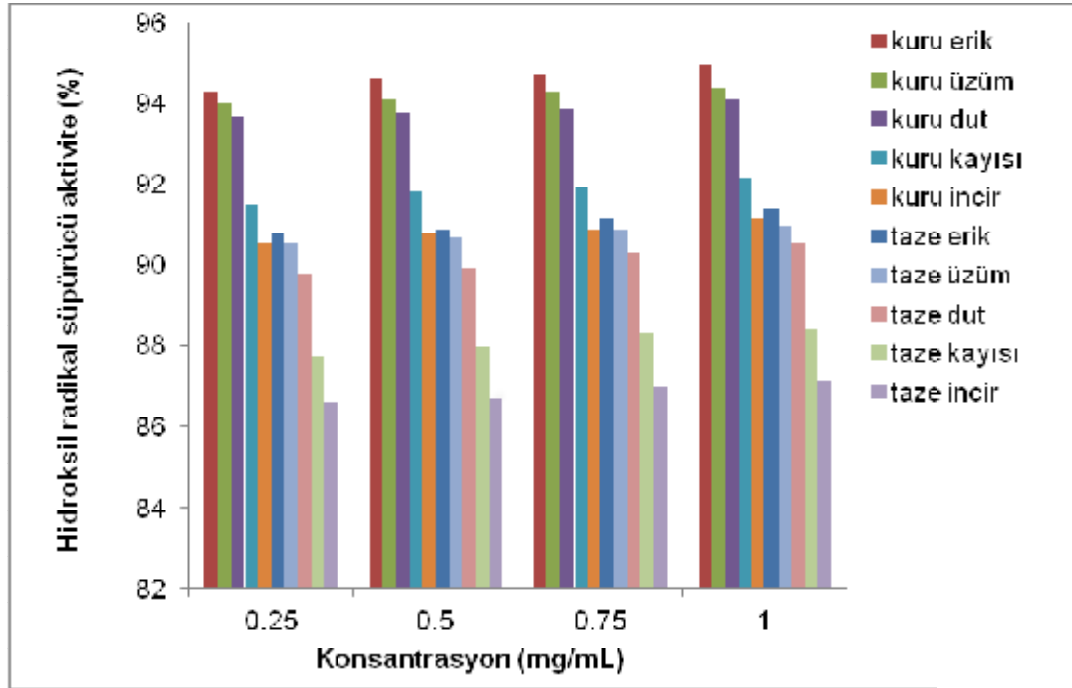
Şekil 4.1. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) etanol ekstrelerinin hidroksil radikal süpürücü aktivitelerinin karşılaştırılması

Çizelge 4.1. Kuru meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) etanol ekstralarının hidroksil radikal süpürücü aktiviteleri (%)

| Konsantrasyon<br>(mg/mL) | Kuru meyvelerin hidroksil radikal süpürücü aktivite (%) |      |      |        |       |
|--------------------------|---------------------------------------------------------|------|------|--------|-------|
|                          | Erik                                                    | Üzüm | Dut  | Kayısı | İncir |
| 0,25                     | 94,3                                                    | 94,0 | 93,7 | 91,5   | 90,5  |
| 0,5                      | 94,6                                                    | 94,1 | 93,8 | 91,8   | 90,8  |
| 0,75                     | 94,7                                                    | 94,3 | 93,9 | 91,9   | 90,9  |
| 1                        | 94,9                                                    | 94,4 | 94,1 | 92,2   | 91,2  |

Çizelge 4.2. Taze meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) etanol ekstralarının hidroksil radikal süpürücü aktiviteleri (%)

| Konsantrasyon<br>(mg/mL) | Taze meyvelerin hidroksil radikal süpürücü aktivite (%) |      |      |        |       |
|--------------------------|---------------------------------------------------------|------|------|--------|-------|
|                          | Erik                                                    | Üzüm | Dut  | Kayısı | İncir |
| 0,25                     | 90,8                                                    | 90,5 | 89,8 | 87,7   | 86,6  |
| 0,5                      | 90,9                                                    | 90,7 | 89,9 | 88,0   | 86,7  |
| 0,75                     | 91,2                                                    | 90,9 | 90,3 | 88,3   | 87,0  |
| 1                        | 91,4                                                    | 91,0 | 90,5 | 88,4   | 87,1  |



Şekil 4.2. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) etanol ekstralarının hidroksil radikal süpürücü aktivitelerinin (%) karşılaştırılması

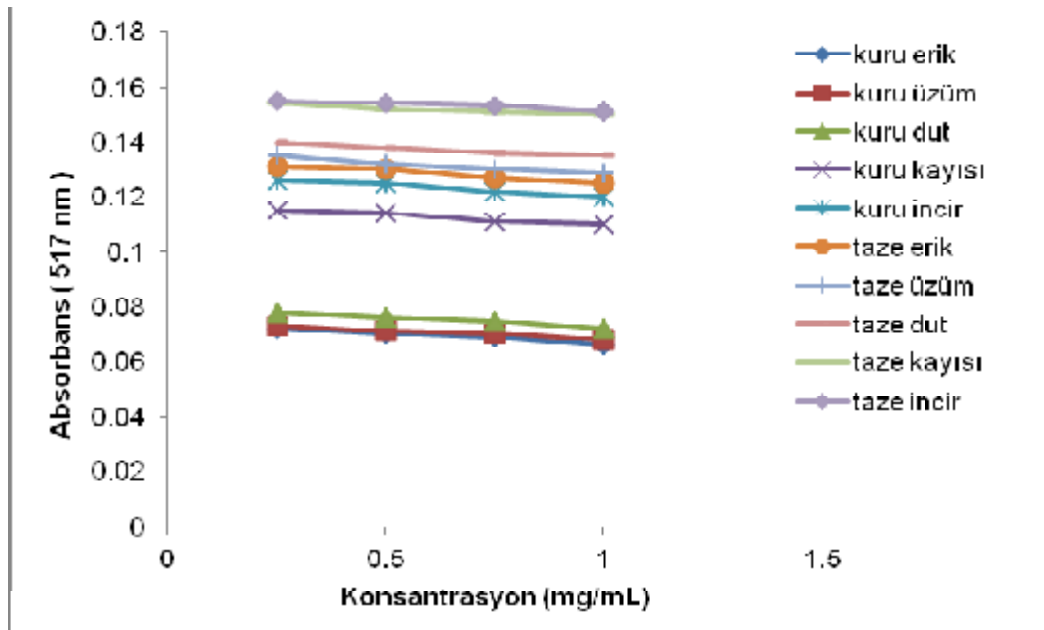
Taze ve kuru meyve ekstralarının farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) çözeltilerinin OH<sup>•</sup> süpürücü aktiviteleri incelendiğinde görülebileceği gibi (Çiz.4.1-4.2) konsantrasyon artışı ile birlikte hidroksil radikal süpürücü aktivite artmıştır.

Taze meyve ekstralarının 0,25 mg/mL konsantrasyondaki çözeltilerinin OH<sup>•</sup> süpürücü aktiviteleri (erik: %90,8, üzüm: %90,5, dut: %89,8, kayısı: %87,7, incir: %86,6) karşılaştırıldığında erik>üzüm>dut>kayısı>incir şeklinde azalan aktivite gözlenmiştir. Konsantrasyon artışıyla birlikte aktivitelerde çok az artış olmakla birlikte sıralama değişmemiştir.

Kuru meyve ekstralarının 0,25 mg/mL konsantrasyondaki çözeltilerinin OH<sup>•</sup> süpürücü aktiviteleri (erik: %94,3, üzüm: %94,0, dut: %93,7, kayısı: %91,5, incir: %90,5) karşılaştırıldığında erik>üzüm>dut>kayısı>incir şeklinde azalan aktivite bulunmuştur.

#### 4.1.2. DPPH radikal süpürücü aktivite bulguları

DPPH radikali (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) doğal olmayan kararlı bir radikal olup doğal bileşiklerin serbest radikal giderici aktivitelerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. 517 nm dalga boyunda DPPH radikalının absorbansındaki azalma bir antioksidanın antiradikal gücünü göstermektedir (Wang ve ark., 2009; Li ve ark., 2011). Meyve ekstralarının farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) çözeltilerinin, 517 nm dalga boyundaki absorbansları Şekil 4.3’de, DPPH radikal süpürücü aktiviteleri Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’ de gösterilmiştir. Şekil 4.3- 4.4 ve Çizelge 4.3- 4.4 incelendiğinde görülebileceği gibi radikal süpürücü aktivite konsantrasyon ile orantılıdır. Çalışmamızda meyve ekstralarının DPPH radikal süpürücü aktivite sıralaması erik>üzüm>dut>kayısı>incir şeklinde bulunmuştur.



Şekil 4.3. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) su/etanol (50:50) ekstralarının DPPH radikal süpürücü aktivitelerinin karşılaştırılması

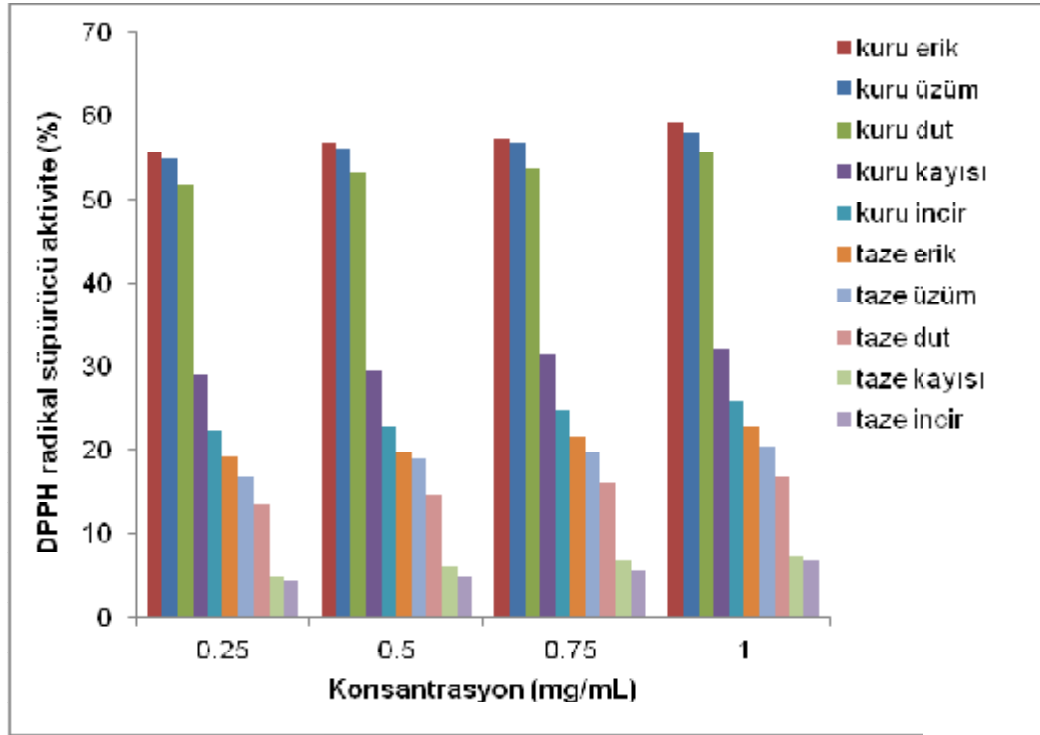
Çizelge 4.3. Kuru meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) su/etanol (50:50) ekstralarının DPPH radikal süpürücü aktiviteleri (%)

| Konsantrasyon<br>(mg/mL) | Kuru meyvelerin DPPH radikal süpürücü aktiviteleri (%) |      |      |        |       |
|--------------------------|--------------------------------------------------------|------|------|--------|-------|
|                          | Erik                                                   | Üzüm | Dut  | Kayısı | İncir |
| 0,25                     | 55,6                                                   | 54,9 | 51,9 | 29,0   | 22,2  |
| 0,5                      | 56,8                                                   | 56,2 | 53,1 | 29,6   | 22,8  |
| 0,75                     | 57,4                                                   | 56,8 | 53,7 | 31,5   | 24,7  |
| 1                        | 59,3                                                   | 58,0 | 55,6 | 32,1   | 25,9  |

Çizelge 4.4. Taze meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) su/etanol (50:50) ekstralarının DPPH radikal süpürücü aktiviteleri (%)

| Konsantrasyon<br>(mg/mL) | Taze meyvelerin DPPH radikal süpürücü aktiviteleri (%) |      |      |        |       |
|--------------------------|--------------------------------------------------------|------|------|--------|-------|
|                          | Erik                                                   | Üzüm | Dut  | Kayısı | İncir |
| 0,25                     | 19,1                                                   | 16,7 | 13,6 | 4,9    | 4,3   |
| 0,5                      | 19,8                                                   | 18,8 | 14,8 | 6,2    | 4,9   |
| 0,75                     | 21,6                                                   | 19,8 | 16,1 | 6,8    | 5,6   |
| 1                        | 22,8                                                   | 20,4 | 16,7 | 7,4    | 6,8   |





Şekil 4.4. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) su/etanol (50:50) ekstralarının DPPH radikal süpürücü aktivitelerinin (%) karşılaştırılması

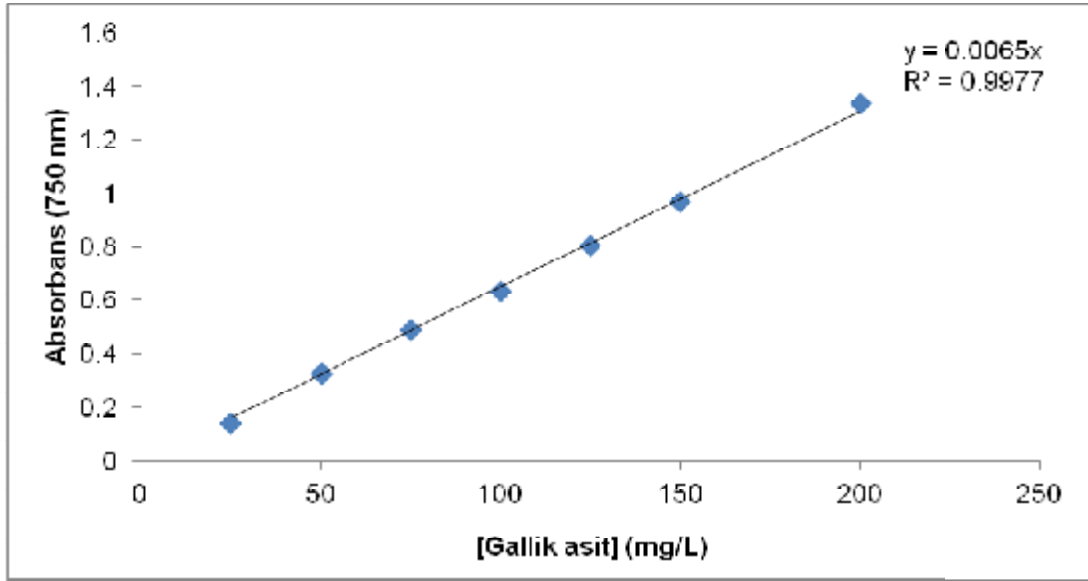
Şekil 4.4 incelendiğinde meyve ekstraları için DPPH radikal süpürücü aktiviteye en düşük taze incir örneğinin su/etanol (50:50) ekstresinin, en yüksek aktiviteye ise kuru erik örneğinin su/etanol (50:50) ekstresinin sahip olduğu görülmüştür.

#### 4.1.3. Toplam fenolik madde miktarı bulguları

Meyvelerin etanol ekstralarında bulunan toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu reaktifi ile tayin edildi (Awad ve ark., 2011).

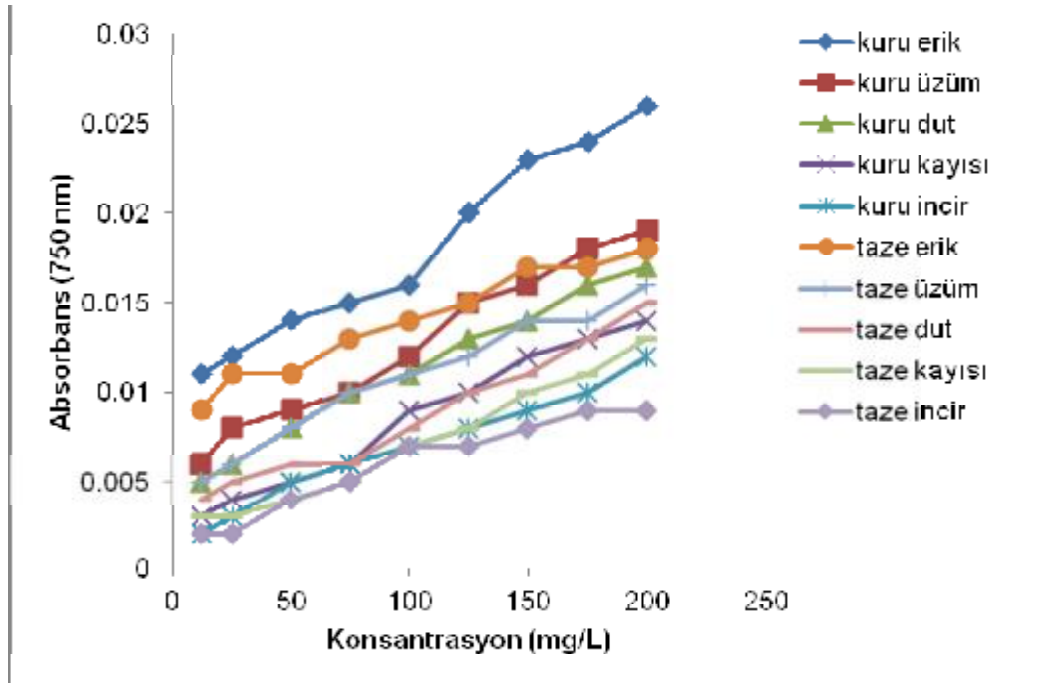
İlk olarak gallik asitten standart grafik hazırlanmıştır. Standart grafikten elde edilen formülde de toplam fenolik bileşik miktarları gallik asit ekvivalent (GAE) olarak hesaplanmıştır ( $r^2$ : 0,9977). Bu amaçla hazırlanan standart gallik asit grafiği Şekil 4.5’de verilmiştir.

$$\text{Absorbans}_{(\lambda 750)} = 0,0065 \times [\text{Galik asit}]$$



Şekil 4.5. Gallik asit standart grafik

Meyve ekstraktlarının toplam fenolik bileşik miktarları Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

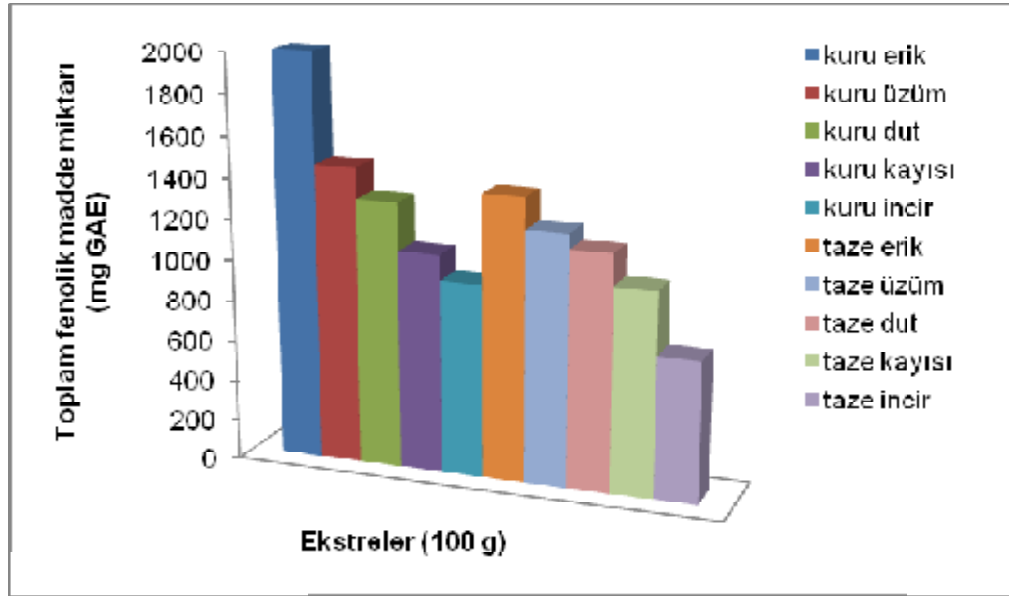


Şekil 4.6. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (12,5-200 mg/L) etanol ekstraktlarının 750 nm'deki absorbanslarının karşılaştırması

Meyvelerden elde edilen etanol ekstrelerinin 100 gramında bulunan toplam fenolik bileşik miktarı Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, çalışılan meyve ekstrelerinin toplam fenolik madde içerikleri karşılaştırıldığında kuru eriğin daha fazla toplam fenolik madde içerdiği bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Meyvelerden elde edilen etanol ekstrelerinin 100 g’ında bulunan toplam fenolik bileşik miktarı

| <b>Meyveler</b>    | <b>Toplam fenolik madde<br/>(mg GAE /100g ekstre)</b> |
|--------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Kuru erik</b>   | 2000                                                  |
| <b>Kuru üzüm</b>   | 1460                                                  |
| <b>Kuru dut</b>    | 1310                                                  |
| <b>Kuru kayısı</b> | 1075                                                  |
| <b>Kuru incir</b>  | 950                                                   |
| <b>Taze erik</b>   | 1385                                                  |
| <b>Taze üzüm</b>   | 1230                                                  |
| <b>Taze dut</b>    | 1155                                                  |
| <b>Taze kayısı</b> | 1000                                                  |
| <b>Taze incir</b>  | 690                                                   |



Şekil 4.7. Meyvelerden elde edilen etanol ekstralarının 100 g'ında bulunan toplam fenolik madde miktarının karşılaştırılması

#### 4.1.4. Cuprac metoduna göre indirgeme kapasitesi bulguları

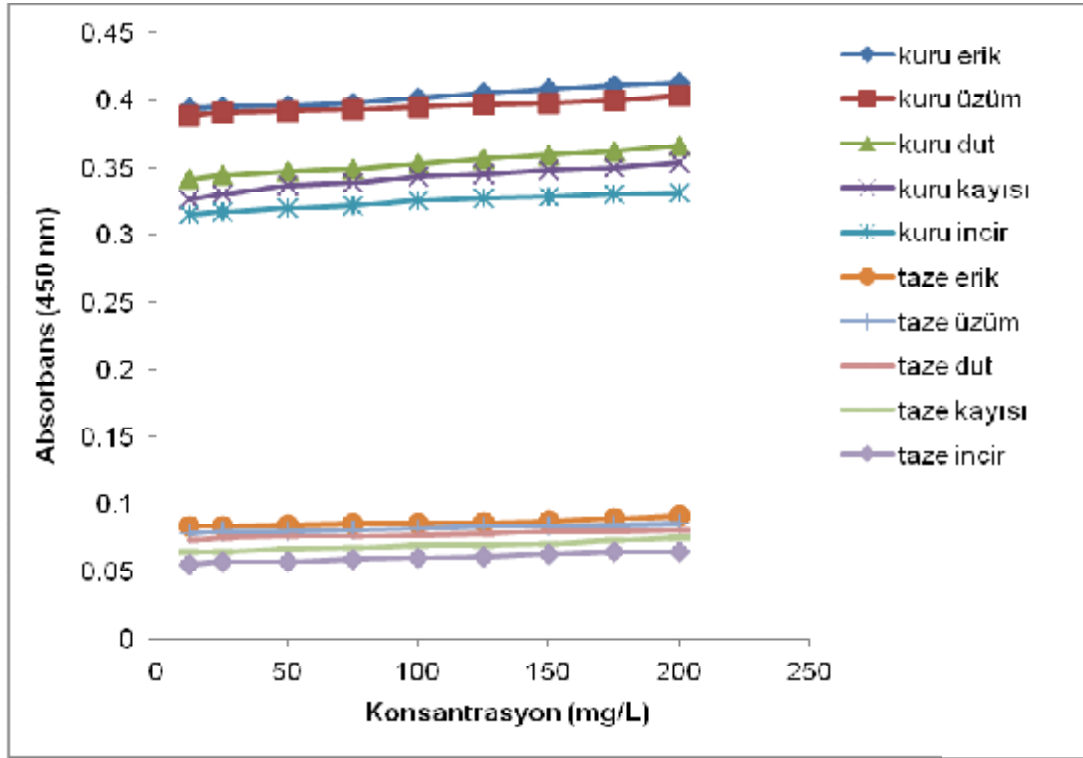
Meyvelerden elde edilen etanol ekstralarının kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesi ekstraların artan konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artmıştır. Meyve ekstralarının kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesi farklı konsantrasyonlardaki (12,5-200 mg/L) çözeltilerinin 450 nm'deki absorbansları ölçülerek belirlenmiştir (Şekil 4.8). Şekil 4.8, Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7 incelendiğinde görüldüğü gibi en yüksek kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesi kuru erik etanol ekstresinde bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Kuru meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L) elde edilen etanol ekstraktlarının 450 nm’deki absorbanları

| Kuru meyvelerin 450 nm’deki absorbanı |       |       |       |        |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Konsantrasyon<br>(mg/L)               | Erik  | Üzüm  | Dut   | Kayısı | İncir |
| 12,5                                  | 0,394 | 0,388 | 0,342 | 0,326  | 0,315 |
| 25                                    | 0,395 | 0,391 | 0,344 | 0,330  | 0,317 |
| 50                                    | 0,396 | 0,392 | 0,347 | 0,337  | 0,320 |
| 75                                    | 0,398 | 0,393 | 0,349 | 0,339  | 0,322 |
| 100                                   | 0,401 | 0,395 | 0,353 | 0,343  | 0,325 |
| 125                                   | 0,405 | 0,397 | 0,357 | 0,345  | 0,327 |
| 150                                   | 0,408 | 0,398 | 0,360 | 0,348  | 0,328 |
| 175                                   | 0,411 | 0,400 | 0,362 | 0,350  | 0,330 |
| 200                                   | 0,413 | 0,403 | 0,366 | 0,354  | 0,331 |

Çizelge 4.7. Taze meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L) elde edilen etanol ekstraktlarının 450 nm’deki absorbanları

| Taze meyvelerin 450 nm’deki absorbanı |       |       |       |        |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Konsantrasyon (mg/L)                  | Erik  | Üzüm  | Dut   | Kayısı | İncir |
| 12,5                                  | 0,084 | 0,078 | 0,073 | 0,065  | 0,055 |
| 25                                    | 0,084 | 0,080 | 0,075 | 0,065  | 0,057 |
| 50                                    | 0,085 | 0,080 | 0,076 | 0,067  | 0,057 |
| 75                                    | 0,086 | 0,081 | 0,076 | 0,068  | 0,059 |
| 100                                   | 0,086 | 0,082 | 0,077 | 0,070  | 0,060 |
| 125                                   | 0,087 | 0,084 | 0,078 | 0,070  | 0,061 |
| 150                                   | 0,088 | 0,084 | 0,080 | 0,071  | 0,063 |
| 175                                   | 0,090 | 0,085 | 0,080 | 0,073  | 0,065 |
| 200                                   | 0,092 | 0,086 | 0,081 | 0,075  | 0,065 |



Şekil 4.8. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (12,5-200 mg/L) etanol ekstralarının kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kuvvetlerinin karşılaştırması

#### 4.1.5. İndirgeme gücü bulguları

İndirgeme gücü tayininde yüksek absorbans değeri yüksek indirgeme gücünün göstergesi olarak kabul edilmiştir. Çalışmada kullanılan meyvelerden elde edilen etanol ekstralarının indirgeme gücü artan ekstre konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artmıştır. Taze ve kuru meyve ekstralarının farklı konsantrasyonlardaki çözeltilerinin indirgeme gücü 700 nm'deki absorbansları ölçülerek belirlenmiştir.

Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9 incelendiğinde kuru erik ekstresinin diğer meyve ekstralarına kıyasla daha fazla indirgeme gücüne sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca taze erik ekstresinin indirgeme gücünün kuru kayısı ve incir ekstralarının indirgeme gücünden daha fazla olduğu bulunmuştur.

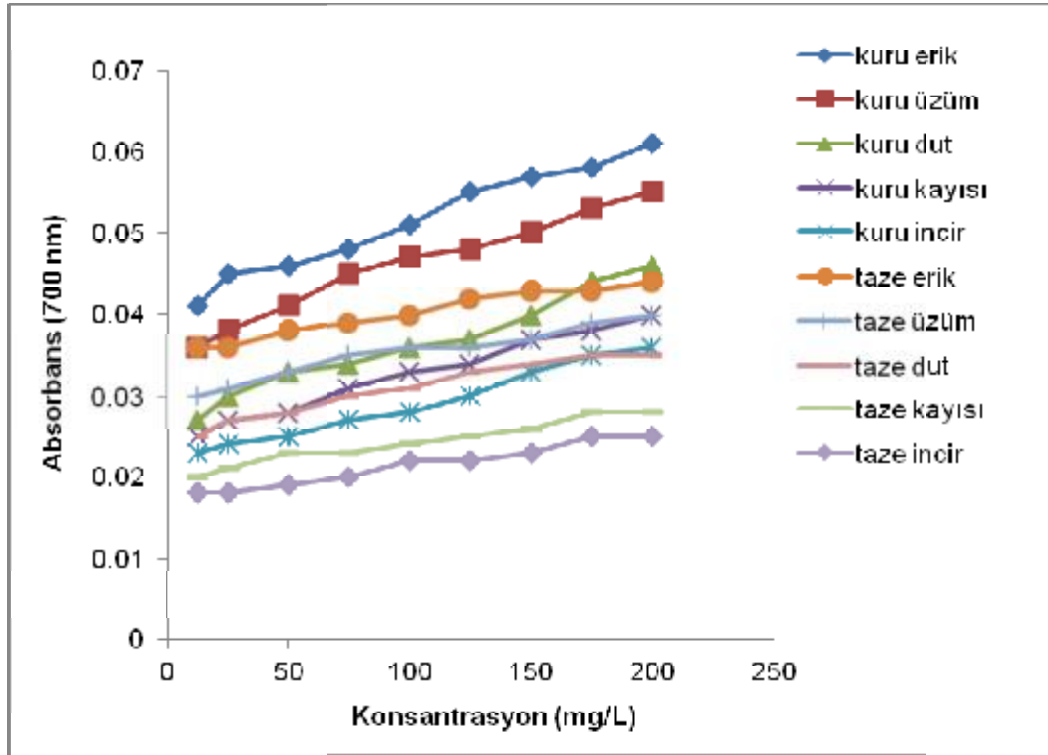
Çizelge 4.8. Kuru meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L) elde edilen etanol ekstraktlarının 700 nm’deki absorptansları

| Kuru meyvelerin 700 nm’deki absorptansı |       |       |       |        |       |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Konsantrasyon (mg/L)                    | Erik  | Üzüm  | Dut   | Kayısı | İncir |
| 12,5                                    | 0,041 | 0,036 | 0,027 | 0,025  | 0,023 |
| 25                                      | 0,045 | 0,038 | 0,030 | 0,027  | 0,024 |
| 50                                      | 0,046 | 0,041 | 0,033 | 0,028  | 0,025 |
| 75                                      | 0,048 | 0,045 | 0,034 | 0,031  | 0,027 |
| 100                                     | 0,051 | 0,047 | 0,036 | 0,033  | 0,028 |
| 125                                     | 0,055 | 0,048 | 0,037 | 0,034  | 0,030 |
| 150                                     | 0,057 | 0,050 | 0,040 | 0,037  | 0,033 |
| 175                                     | 0,058 | 0,053 | 0,044 | 0,038  | 0,035 |
| 200                                     | 0,061 | 0,055 | 0,046 | 0,040  | 0,036 |



Çizelge 4.9. Taze meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L) elde edilen etanol ekstraktlarının 700 nm’deki absorbanları

| Taze meyvelerin 700 nm’deki absorbanı |       |       |       |        |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Konsantrasyon (mg/L)                  | Erik  | Üzüm  | Dut   | Kayısı | İncir |
| 12,5                                  | 0,036 | 0,030 | 0,025 | 0,020  | 0,018 |
| 25                                    | 0,036 | 0,031 | 0,027 | 0,021  | 0,018 |
| 50                                    | 0,038 | 0,033 | 0,028 | 0,023  | 0,019 |
| 75                                    | 0,039 | 0,035 | 0,030 | 0,023  | 0,020 |
| 100                                   | 0,040 | 0,036 | 0,031 | 0,024  | 0,022 |
| 125                                   | 0,042 | 0,036 | 0,033 | 0,025  | 0,022 |
| 150                                   | 0,043 | 0,037 | 0,034 | 0,026  | 0,023 |
| 175                                   | 0,043 | 0,039 | 0,035 | 0,028  | 0,025 |
| 200                                   | 0,044 | 0,040 | 0,035 | 0,028  | 0,025 |



Şekil 4.9. Meyvelerden farklı konsantrasyonlarda (12,5-200 mg/L) elde edilen etanol ekstrelerinin indirgeme kuvvetlerinin karşılaştırması

#### 4.2. Tartışma

Bu çalışmada erik (kırmızı), dut, üzüm (kırmızı), kayısı ve incir meyvelerinin taze ve kuru hallerinin antioksidan içerikleri incelenerek bu meyvelerin taze ve kuru hallerinin antioksidan aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Bu meyvelerin taze ve kuru hallerinin etanol ekstralarında (DPPH radikal süpürücü aktiviteye bakarken su/etanol (50:50) ekstraktı kullanıldı) hidroksil radikal süpürücü aktivite, DPPH radikal süpürücü aktivite, fenolik madde miktarı, bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC), indirgeme gücü tayin metodlarıyla antioksidan kapasiteleri detaylı olarak incelenmiştir.

Oksijen radikalleri içinde en aktif olan ve bitişik biyomoleküllere en çok ciddi zarar veren hidroksil radikaldır. Meyve örneklerinden elde edilen OH<sup>•</sup> süpürücü aktivitesinin bir ölçütü olarak % inhibisyon değerlerine bakılmıştır. Örnek ekstralarının OH<sup>•</sup> süpürücü aktivitelerine ait inhibisyon oranları Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. % inhibisyon değerlerinin, yaş meyvelerden erikte %90,8-91,4, üzümde %90,5-91,0, dutta %89,8-90,5, kayısıda %87,7-88,4 ve incirde %86,6-87,1; kuru meyvelerden erikte %94,3-95,0, üzümde %94,0-94,4, dutta %93,7-94,1, kayısıda %91,5-92,2 ve incirde %90,5-91,2 arası değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Taze ve kuru meyve ekstralarının farklı konsantrasyonlardaki (0,25-1 mg/mL) çözeltilerinin OH<sup>•</sup> süpürücü aktivitelerinde konsantrasyon artışı ile birlikte azda olsa bir artış olduğu gözlenmiştir. Taze ve kuru meyve ekstralarının OH<sup>•</sup> süpürücü aktiviteleri karşılaştırıldığında erik>üzüm>dut>kayısı>incir şeklinde azalan bir aktivite saptanmıştır. Takım (2010) yaptığı çalışmada kiraz yaprağı sıcak su ekstresinin (100-300 µg/mL) %62,8-67,9 aralığında OH<sup>•</sup> süpürücü aktivite gösterdiğini rapor edilmiştir.

DPPH radikali (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) doğal olmayan kararlı bir radikal olup, doğal bileşiklerin serbest radikal giderici aktivitelerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2009; Li ve ark., 2011). Çalışmamızda; su/etanol (50:50) ile hazırlanan kuru ve taze meyve ekstralarının 0,25-1 mg/mL arası konsantrasyonundaki çözeltilerin DPPH radikal süpürücü aktiviteleri araştırılmıştır. Yaş meyvelerden erikte %19,1-22,8, üzümde %16,7-20,3, dutta %13,6-16,7, kayısıda

%4,9-7,4 ve incirde %4,3-6,8 arası aktivite görülürken, kuru meyvelerden erikte %55,5-59,3, üzümde %54,9-58,0, dutta %51,9-55,6, kayısıda %29,0-32,1 ve incirde %22,2-25,9 arası aktivite gözlenmiştir. DPPH radikal süpürücü aktivitelerinin OH<sup>-</sup> süpürücü aktivitede olduğu gibi konsantrasyon artışı ile birlikte az miktarda da olsa arttığı gözlenmiştir. Takım (2010) kiraz yaprağı etanol ve soğuk su ekstraktlarının 450 µg/mL'lik konsantrasyonundaki çözeltisinin sırasıyla %54,2 ve %33,1'lük bir aktivite gösterdiğini rapor etmiştir. Görünmezoglu (2008) ise Aydın incirinin sarılop çeşidinin güneşte kurutulmuş örneklerinin 0,25 mg/mL konsantrasyondaki etanol ekstresinin %16-18, su ekstresinin %51-53 arası aktivite gösterdiğini rapor etmiştir.

Fenolik madde miktarının antioksidan kapasitesiyle doğru orantılı olması sebebiyle fenolik madde miktarı yüksek olan meyvelerin antioksidan kapasiteleri de yüksektir. Yaptığımız çalışmada fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu reaktifi ile tayin edilerek ekstraktlerdeki miktarlar standart olarak kabul edilen gallik asit cinsinden hesaplanmıştır ve elde edilen değerler; kuru erikte 2000 mg GAE/100g, kuru üzümde 1460 mg GAE/100g, kuru dutta 1310 mg GAE/100g, kuru kayısıda 1075 mg GAE/100g, kuru incirde 950 mg GAE/100g, taze erikte 1385 mg GAE/100g, taze üzümde 1230 mg GAE/100g, taze dutta 1155 mg GAE/100g, taze kayısıda 1000 mg GAE/100g, taze incirde 690 mg GAE/100g olarak belirlenmiştir. Benvenuti ve ark. (2004) siyah Frenk üzümündeki toplam fenolik madde miktarını 530,5-888,5 mg/100 g (ortalama 639,8 mg/100 g), kırmızı Frenk üzümündeki toplam fenolik madde miktarını ise 371,9-501,6 mg/100 g (ortalama 417,9 mg/100 g) olarak saptamışlardır. Katsube ve ark. (2003) da toplam fenolik madde miktarını siyah Frenk üzümünde 40,9 mg/g, kırmızı Frenk üzümünde ise 13,0 mg/g olarak bulmuşlardır. Kanner ve ark. (1994) da yaptıkları çalışmada siyah üzüm çeşitlerinin ortalama 920 mg/kg toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu rapor etmişlerdir. Bae ve Suh (2006) yaptıkları çalışmada dutta 959,9-2570,4 µg/g, Ercisli ve Orhan (2006) beyaz dutta 181 µg GAE/mg, Lin ve Tang (2007) beyaz dutlarda 1515 µg GAE/mg toplam fenolik madde miktarı tespit etmişlerdir. Sonuçlardaki bu tutarsızlıkların meyve fenotiplerinin farklılığından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Güngör, 2007). Fu ve ark. (2011) da yaptıkları çalışmada kırmızı üzüm ve kırmızı

erik etanol-su ekstralarında toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 8,28 mg GAE/100g ve 73,04 mg GAE/100g olarak rapor etmişlerdir.

Cuprac metodu ile elektron verme eğilimindeki antioksidan özelliğe sahip meyvelerin kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesi absorbanslarına bakılarak değerlendirilmiştir. Reaksiyon karışımının artan absorbansı artan kuprik iyon ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesini göstermektedir (Talaz ve ark., 2009). Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (12,5-200 mg/L) etanol ekstralarının 450 nm'deki absorbanslarına bakıldığında; kuru erik 0,394-0,413, kuru üzüm 0,388-0,403, kuru dut 0,342-0,366, kuru kayısı 0,326-0,354, kuru incir 0,315-0,331, taze erik 0,084-0,092, taze üzüm 0,078-0,086, taze dut 0,073-0,081, taze kayısı 0,065-0,075, taze incir 0,055-0,065 arası absorbans gözlenmiştir. Şerbetçi (2007) meyan bitkisinin kök ve gövdelerinin etanol ekstralarının farklı konsantrasyonlardaki (10-30 µg/mL) çözeltilerinin kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesini 450 nm'deki absorbanslarını ölçerek belirlemiş ve kök kısmının gövdeye göre daha yüksek kuprik iyonlarını ( $\text{Cu}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesine sahip olduğunu rapor etmiştir.

Biyolojik olarak aktif bileşiklerin indirgeme gücü elektron verme kapasitelerini yansıtır ve potansiyel antioksidan kapasitelerinin önemli bir göstergesidir. Antioksidanlar indirgeyici olabilirler ve oksidanları inaktif yapabilirler (Gülçin ve ark., 2010). Yaptığımız çalışmada meyve ekstralarının indirgeme gücü  $\text{Fe}^{3+}$ 'ün  $\text{Fe}^{2+}$ 'ye indirgenmesi ve fazla  $\text{Fe}^{3+}$  eklenmesiyle oluşan Prussian mavisi renginde olan  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  kompleksinin 700 nm dalga boyundaki absorbanslarına bakılarak değerlendirilmiştir. Absorbansdaki artış kompleksin oluşumundan kaynaklanan artışı ve dolayısıyla artan indirgeme kapasitesini göstermiştir. Meyvelerin farklı konsantrasyonlardaki (12,5-200 mg/L) etanol ekstralarının 700 nm'deki absorbansları; kuru erikte 0,041-0,061, kuru üzümde 0,036-0,055, kuru dutta 0,027-0,046, kuru kayısıda 0,025- 0,040, kuru incirde 0,023-0,036, taze erikte 0,036-0,044, taze üzümde 0,030-0,040, taze dutta 0,025-0,035, taze kayısıda 0,020-0,028, taze incirde 0,018-0,025 arasında saptanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde anlaşılacağı gibi taze ve kuru meyve ekstralarının indirgeme gücü karşılaştırıldığında erik>üzüm>dut>kayısı>incir şeklinde azalan bir aktivite saptanmıştır. Ayrıca kuru meyve ekstralarının daha fazla indirgeme gücüne sahip olduğu gözlenmiştir.

Görünmezoğlu (2008) Malatya kayısısının Hacıhaliloğlu, Kabaası ve Soğancı çeşitlerinin kükürlenerek ve kükürlenmeden kurutulan örnekleri ile Aydın incirinin sarılop çeşidinin güneşte kurutulmuş örneklerinin antioksidan kapasitelerini araştırmıştır. Meyvelerin 100 µg'lık ekstrelerinin 700 nm'deki absorbansları 0,1-0,2 absorbans arasında değişip, kayısı çeşitlerinin incirden daha yüksek absorbansa sahip olduğunu rapor etmiştir. Bu veride çalışmamızda elde ettiğimiz sonucu desteklemiştir.

Sonuç olarak yapmış olduğumuz çalışmada erik, üzüm, dut, kayısı, incir meyvelerinin taze ve kuru hallerinin etanol ekstrelerinin (DPPH radikal süpürücü aktiviteye bakarken su/etanol (50:50) ekstresi kullanıldı) etkili bir şekilde DPPH ve OH radikal süpürücü aktivitesi,  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  transformasyonuna göre indirgeme kuvveti, Cuprac metoduna göre indirgeme kuvveti gösterdiği ve kuru meyve örneklerinin taze hallerine göre daha fazla fenolik madde içerdiği belirlenmiştir. Kullanılan bu metodlarla taze ve kuru meyvelerin antioksidan aktiviteleri değerlendirildiğinde erik>üzüm>dut>kayısı>incir şeklinde azalan bir antioksidan aktivite saptanmıştır.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

1. Taze meyve ekstrelerinin OH<sup>-</sup> süpürücü aktiviteleri karşılaştırıldığında erik>üzüm>dut>kayısı>incir şeklinde azalan aktivite gözlenmiştir. Konsantrasyon artışıyla birlikte aktivitelerde çok az artış olmakla birlikte sıralama değişmemiştir.  
Kuru meyve ekstrelerinin OH<sup>-</sup> süpürücü aktiviteleri karşılaştırıldığında erik>üzüm>dut>kayısı>incir şeklinde azalan aktivite bulunmuştur.
2. Çalışmamızda meyve ekstrelerinin DPPH radikal süpürücü aktivite sıralaması erik>üzüm>dut>kayısı>incir şeklinde bulunmuştur. Ayrıca kuru meyve ekstrelerinin DPPH radikal süpürücü aktivitelerinin taze meyvelerden daha fazla olduğu görülmüştür. Meyve ekstreleri için DPPH radikal süpürücü aktiviteye en düşük taze incir örneğinin su/etanol (50:50) ekstresinin, en yüksek aktiviteye ise kuru erik örneğinin su/etanol (50:50) ekstresinin sahip olduğu belirlenmiştir.
3. Çalışılan meyve ekstrelerinin toplam fenolik madde içerikleri karşılaştırıldığında kuru eriğin daha fazla toplam fenolik madde içerdiği bulunmuştur.
4. En yüksek kuprik iyonlarını (Cu<sup>2+</sup>) indirgeme kapasitesi kuru erik etanol ekstresinde olduğu saptanmıştır.
5. Kuru erik ekstresinin diğer meyve ekstrelerine kıyasla daha fazla indirgeme gücüne sahip olduğu, ayrıca taze erik ekstresinin indirgeme gücünün kuru kayısı ve kuru incir ekstrelerinin indirgeme gücünden daha fazla olduğu bulunmuştur.



## 5.2. Öneriler

Çeşitli çevresel ve endojen faktörler etkisiyle serbest radikaller meydana gelebilmektedir. Reaktif oksijen türlerinin neden olduğu oksidatif stres birçok kronik ve dejeneratif hastalıkların ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır. Reaktif oksijen türlerinin giderilmesinin bu hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde organizmanın oksidatif stres seviyesini düşürmek için önemli olduğu düşünülmektedir. Meyve ve sebzelerin tüketilmesiyle birçok kronik hastalık riskinin ters ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu nedenle insan beslenmesinde önemli yer tutan sebze ve meyvelerin antioksidan kapasiteleri belirlenerek duyurulmalı ve antioksidan kapasitesi yüksek besinlerin daha fazla tüketilmesi özendirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- ABUJA, P.M, ALBERTINI, R., 2001. Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins. *Clinica Chimica Acta*, 306:1-17.
- AKKUŞ, İ., 1995. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri. Konya 1. Baskı Mimoza Yayınları; 17.
- AKTAR, A., 2006. Solunum cihazına bağlı pnömonili hastalarda soluk havasındaki nitrik oksit ve hidrojen peroksitin tanısal değerleri. İnönü Üniversitesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Malatya.
- ALMARAZ-ABARCAA, N., CAMPOSC, M.D.G., AVILA-REYESA, J.A., NARANJO JIMENEZA, N., CORRALA, J.H., GONZALEZ-VALDEZA, L.S., 2007. *Journal of Food Composition and Analysis* 20 (2007) 119–124.
- ALTINIŞIK, M., 2000. Serbest oksijen radikalleri ve antioksidanlar. [<http://www.mustafaaltinişik.org.uk/21-adsem-01.pdf>].
- ALTINTAŞ, S., 2006. Kahramanmaraş'ta Bazı İş Kollarında Çalışan Boya İşçilerinde Plazma ve Eritrosit Membranı Sialik Asit, Glutasyon Plazma Nitrik Oksit ve Lipid Peroksidasyonu Düzeylerinin Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- APAK, R., GÜÇLÜ, K., ÖZYÜREK, M., KARADEMİR, S.E., ERÇAĞ, E., 2006. The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 57 (5/6), 292–304.
- ARUOMA, O.I., CUPPETT, S.L., 1997. Antioxidant Methodology in vivo and in vitro Concept. AOCS Press, Champaign, Illinois, p 241.
- AUST, S.D., MOREHAUSE, L.A., THOMAS, C., 1985. Role Of Metals In Oxygen Radical Reactions. *Free Rad. Biol. Med.* 1:3-25.
- AWAD, M.A., AL-QURASHİ, A.D., MOHAMED, S.A., 2011. *Scientia Horticulturae*. G Model, Horti-3990, No.of Pages 6.

- AZIZOVA, O.A., 2002. Role of free radical processes in the development of atherosclerosis. *Biologicheskie Membrany*, 19, 451–471.
- BAE, S.H., SUH, H.J., 2006. Antioxidant Activities of Five Different Mulberry Cultivars in Korea. *LWT- Food Science and Technol.* In Pres, Corrected proof.
- BALCI, N., 2007. Sürekli Gürültüye Maruz Kalınan Bazı İş Kollarında Çalışan Kişilerde Serum Total Sialik Asit, Ksantin Oksidaz, Malondialdehit, Nitrik Oksit, Arginaz ve Ornitin Değerleri. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- BARROS, L., FALCAO, S., BAPTISTA, P., FREIRE, C., VILAS-BOAS, M., FERREIRA, C.F.R.I., 2008. *Food Chemistry* 111 (2008) 61–66.
- BARTOSZ, G., 1997. Oxidative stress in plants. *Acta Physiology Plant*, 19, 47–64.
- BASAĞA H.S., 1990. Biochemical aspect of free radical. *Biochem Cell Biol* 1990; 68: 989-998.
- BECKER, M.A., ROESSLER, B.J., 1995. Hyperuricemia and Gout. In Scriver CR, Beaudet AL, Sly WS. *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*, New York: 7th Ed. McGraw- Hill, 1655-1677.
- BENVENUTI, S., PELLATI, F., MELEGARI, M., BERTELI, D., 2004. Polyphenols, Anthocyanins, Ascorbic Acid, and Radical Scavenging Activity of Rubus, Ribes, and Aronia. *J Food Sci.* 69, 164-169.
- BLOCK, G., PATTERSON, B., SUBAR, A., 1992. Fruit, vegetables, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutrition and Cancer*, 18, 1–29.
- BURTIS, C.A., ASHWOOD, E.R., 2005. Vitaminler. Aslan D. Eds. *Klinik Kimyada Temel İlkeler*. Ankara: Palme Yayınları, 548-550, 332-333, 578-601.
- CABAROĞLU, T., YILMAZTEKİN, M., 2006. Üzümün bileşimi ve insan sağlığı açısından önemi. *Buldan Sempozyumu*, 24–26 Kasım 2006, Denizli.
- CAN, A., ÖZÇELİK, B., GÜNEŞ, G., 2005. Meyve sebzelerin antioksidan kapasiteleri. *GAPİV. Tarım Kongresi, Şanlıurfa*. [[http://ziraat.harran.edu.tr/kongre/Bildiriler/1458\\_AslıCAN](http://ziraat.harran.edu.tr/kongre/Bildiriler/1458_AslıCAN)].

- CEMEROĞLU, B., YEMENİCİOĞLU, A., ÖZKAN, M., 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Cilt 1, 670 s, Ankara.
- CHEESEMAN, K.H., SLATER, T.F., 1993. An Introduction To Free Radical Biochemistry. Br Med Bull; 49:481- 493.
- CHOE, E.O., MIN, D.B., 2005. Chemistry and reaction of reactive oxygen species in foods. Journal of Food Science, 70, 142-159.
- DAVIES, K.J.A., 2000. Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair, and replacement systems. International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life, 50, 279-289.
- DURMAZ, G., 2002. Kayısı meyvesinin ve kavrulmuş kayısı çekirdeğinin antioksidan özellikleri. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 95 s., Malatya.
- DUTHIE, G.G., DUTHIE, S.J., KYLE, J.A.M., 2000. Plant polyphenols in cancer and heart disease: Implications as nutritional antioxidants. Nutrition Research Reviews, 13, 79–106.
- ERCİŞLİ, S., ORHAN, E., 2006. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. Food Chemistry, In pres, Corrected proof.
- ERNSTER, L., DALLNER, G., 1995. Biochemical, physiological and medical aspects of ubiquinone function. Biochim. Biophys. Acta, 1271:195–204.[fbe.atauni.edu.tr/eajm/Makaleler/1984/1984-3/13.pdf], Erişim Tarihi: 10.07.2012.
- FİDAN, Y., YAVAŞ, İ., 1986. Üzümün insan beslenmesindeki değeri. Gıda Sanayinin Sorunları ve Serbest Bölgenin Gıda Sanayine Etkileri Sempozyumu Bildiriler, 225–235 s, Adana.
- FRIDOVICH, I., 1983. Superoksit Radical: An Endogenous Toxicant. Ann Rev Pharmacol Toxicol; 23: 239-257.
- FU, J., XU, B.T., XU, X.R., GAN, R.Y., ZHANG, Y., XIA, E.Q., LI, H.B., 2011. Food Chemistry 129 (2011) 345–350.
- GÖK, V., SERTESER, A., 2003. Doğal antioksidanların biyoyararlılığı. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 2-4 Ekim, 2003, Ankara.

- GÖKPINAR, Ş., KORAY, T., AKÇİÇEK, E., GÖKSAN, T., DURMAZ, Y., 2006. Algal antioksidanlar. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23, 85-89.
- GÖRÜNMEZOĞLU, Ö., 2008. Kayısı ve incir meyvelerinin antioksidan kapasitelerinin araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- GUTTERIDGE, J.M.C., 1995. Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. Clin Chemistry; 41:1819-1828.
- GÜÇLÜ, K., ALTUN, M., ÖZYÜREK, M., KARADEMİR, S.E., APAK, R., 2006. Antioxidant capacity of fresh, sun- and sulphited-dried Malatya apricot (*Prunus armeniaca*) assayed by CUPRAC, ABTS/TEAC and folin methods. International Journal of Food Science and Technology, 41: 76–85.
- GÜLCÜ, M., DEMİRCİ, A.Ş., GÜNER, K.G., 2008. Siyah Üzüm; Zengin Besin İçeriği ve Sağlık Açısından Önemi. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- GÜLÇİN, İ., 2002. Isırgan otunun (*Urtica dioica*) antioksidan aktivitesinin belirlenmesi, oksidatif enzimlerinin karakterizasyonu ve bazı in vivo etkilerinin incelenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002, s114.
- GÜLÇİN, İ., BURSAL, E., ŞEHİTOĞLU, M.H., BİRSEL, M., GÖREN, A.C., 2010. Food and Chemical Technology 48 (2010) 2227-2238.
- GÜLÇİN, İ., ELMASTAŞ, M., ABOUL-ENEIN, H.Y., 2010. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- GÜLÇİN, İ., OKTAY, M., KİREÇCİ, E., KÜFREVOĞLU, Ö.İ., 2003. Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts, Food Chemistry, 83, 371-382.
- GÜLÇİN, İ., SAT, I.G., BEYDEMİR, S., ELMASTAŞ, M., KÜFREVOĞLU, Ö.İ., 2004. Food Chemistry 87 (2004) 393–400.
- GÜNAYDIN, B., ÇELEBİ, H., 2003. Genel anesteziklerin serbest radikaller ve antioksidanlarla ilişkileri. Anestezi Dergisi, 11, 87-98.
- GÜNER, M., 1998. Bazı kayısı çeşitlerinde çekirdek kırılma karakteristiklerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 5: 95-103.

- GÜNGÖR, N., 2007. Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine depolamanın etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 2007, s40.
- GÜR, E., ALTUĞ, T., 2001. Antioksidanlar. Gıda Katkı Maddeleri, Ed: Altuğ, T., Meta Basım, İzmir, 17-30.
- HALLIWELL, B., 2001. Food-derived antioxidants: How to evaluate their importance in food and in vivo. Handbook of Antioxidants, 690 p., Los Angeles.
- HALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J.M.C., 1984. Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochem J*, 219:1-14.
- HALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J.M.C., 1989. Free Radicals in Biology and Medicine, Clarendon Press Oxford.
- HALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J.M.C., 1990. Role of Free Radicals and Catalytic Metal Ions in Human Disease: An overview. *Methods Enzymol*, 49(3): 577-587.
- HALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J.M.C., ARUOMA, O.I., 1987. The deoxyribose method: A simple "test-tube" assay for determination of rate constants for reactions of hydroxyl radicals. *Anal. Biochem.* 165, 215-219.
- HELLE, R.A., JESPER, B.N., FLEMING, N., 1997. Antioxidative Enzyme Activities In Human Erythrocytes. *Clin Chem*; 43 (4): 562-68.
- JENKINS, R.R., TENGI, J., 1981. Catalase Activity In Skeletal Muscle Of Varying Fiber Types. *Experimentia*; 37:67-68.
- KANG, T.H., HUR, J.Y., KİM, H.B., RYU, J.H., KİM, S.Y., 2006. Neuroscience Letters Volume 391, Issue 3, 2 January 2006, 122–126.
- KANNER, J., FRANKEL, E., GRANIT, R., GERMAN, B., KINSELLA, J.E., 1994. Natural antioxidants in grapes and wines. *J. Agr. Food Chem.*, 42(1); 64-69.
- KARADENİZ, F., BURDURLU, H. S., KOCA, N., SOYER, Y., 2004. Antioxidant Activity Of Selected Fruits And Vegetables Grown In Turkey. *Turk Journal Agriculture for.* 29: 297-303.

- KARAGÖZLER, A.A., AKTAŞ, D., 2005. Besin ve sağaltım amaçlı kullanılan bitkilerin in vitro antioksidan kapasitelerinin incelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Bitirme Raporu (FEF-03014 No'lu Proje), Aydın.
- KATSUBE, N., IWASHITA, K., TSUSHIDA, T., YAMAKI, K., KOBORI, M., 2003. Induction of Apoptosis in Cancer Cells by Bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the Anthocyanins. *J. Agric Food Chem.* 51, 68-75.
- KAVIARASAN, S., NAIK, G.H., GANGABHAGIRATHI, R., ANURADHA, C.V., PRIYADARSINI, K.I., 2007. *Food Chemistry* 103 (2007) 31–37.
- KIZIL, M., 2007. Benzo(a)piren verilen ratlarda E vitamini ve selenyumun kan ve dokularda lipit peroksidasyonu ve bazı antioksidan enzimler üzerine etkileri. Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ.
- KNAPEN, M.F.C.M., ZUSTERZEEL, P.L.M., PETERS, W.H.M, STEEGERS, E.A.P., 1999. Glutathione and Glutathione-Related Enzymes in Reproduction. *European Journal of Obstetrics &Gynecology and Reproductive Biology.* 82: 171-184.
- KURUTAŞ, B.E., İNANÇ, G.F., KILINÇ, M., 2004. Serbest Radikaller. *Arşiv*, 13:120-13.
- LAMBETH, J.D., 2004. Nox enzymes and the biology of reactive oxygen. *Nature Reviews Immunology*, 4, 181-189.
- LEE, J., KOO, N., MIN, D.B., 2004. Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3, 21-33.
- LEIFERT, W.R., ABEYWARDENA, M.Y., 2008. Cardioprotective actions of grape polyphenols. *Nutrition Research*, 28, 729–737.
- LEJA, M., MARECZEK, A., BEN, J., 2003. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. *Food Chemistry*, 80, 303–307.
- LI, J., LIU, Y., FAN, L., AI, L., SHAN, L., 2011. *Carbohydrate Polymers* 84 (2011) 390–394.
- LI, W., PH.D., HOSSEINIAN, F.S., PH.D., TSOPMO, A., PH.D., FRIEL, J.K., PH.D., BETA, T., PH.D., 2009. *Nutrition* 25 (2009) 105–114.

- LIN, J.Y., TANG, C.Y., 2007. Determination of total phenolics and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chemistry*, 101(1), 140–147.
- MAVİ, A., 2000. *Polygonum cognatum* meissn. (madımak) ve *Rumex crispus* L. (evelik) bitkilerinin antioksidant aktivitelerinin mukayesesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- MAXWELL, S.R, THOMASON, H., SANDLER, D., LEGUEN, C., BAXTER, M.A., THORPE, G.H., JONES, A.F., BARNET A.H., 1997. Antioxidant status in patients with uncomplicated insulin-dependent and noninsulin-dependent diabetes mellitus. *Eur J Clin Invest* 1997; 27:484-490. 59.
- MEMİŞOĞULLARI, R., 2005. Diyabette serbest radikallerin rolü ve antioksidanların etkisi. *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 3, 30-39.
- MERAM, I., AKTARAN, S., 2002. Serbest Radikallerin Biomoleküller Üzerine Etkileri. *Arşiv*. 11:299.
- MIN, D.B., BOFF, J.M., 2002. Chemistry and reaction of singlet oxygen in foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1, 58-72.
- MISHRA, N., DUBEY, A., MISHRA, R., BARIK, N., 2010. Food and Chemical Toxicology 48 (2010) 3316–3320.
- MOLDOVAN, L., MOLDOVAN, N.I., 2004. Oxygen free radicals and redox biology of organelles. *Histochemistry and Cell Biology*, 122, 395-412.
- NORDBERG, J., ARNER, E.S.J., 2001. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. *Free Radical Biology and Medicine*, 31, 1287–1312.
- OKTAY, M., GÜLÇİN, İ., KÜFREVİOĞLU, Ö.İ., 2003. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 36 (2003) 263–271.
- OYAIZU, M., 1986. “Studies of products browning reaction: Antioxidative activity of products of browning reaction prepared from glucosamine”, *Jpn. J. Nut.*, 44: 307-315.



- ÖZEN, M., ÇOBANOĞLU, F., KOCATAŞ, H., TAN, N., ERTAN, B., ŞAHİN, B., KONAK, R., DOĞAN, Ö., TUTMUŞ, E., KÖSEOĞLU, İ., ŞAHİN, N., ÖZKAN, R., 2007. İncir yetiştiriciliği. Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 145s, Aydın.
- ÖZKAN, A., FIŞKIN, K., 2004. Serbest Oksijen Radikalleri, Karsinogenez ve Antioksidant Enzimler. Türk Hematoloji Onkoloji Dergisi. 14:52-60
- PRYOR, W.A., 1982. Free, Radical Biology: Xenobiotics, Cancer, and Aging, Ann. N.Y. Acad. Sci. 393:1–22.
- ÖZTÜRK, B., KÜÇÜKER, E., KARAMAN S., ÖZKAN, Y., 2012. Postharvest Biology and Technology. Volume 72, October 2012, 35–41.
- SERBETÇİ, H., 2007. Meyan (*Glycyrrhiza Glabra* L.) bitkisinin antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- SHOBANA, S., NAIDU, K.A., 2000. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (2000) 62(2), 107–110.
- SOBUTAY, T., 2003. Kayısı sektör araştırması. İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Araştırma Servisi, 37 s.
- SOHAL, R.S., 2002. Role of oxidative stress and protein oxidation in the aging process. Free Radical Biology and Medicine, 33, 37-44.
- SOMOGYI, A., ROSTA, K., PUSZTAI, P., TULASSAY, Z., NAGY, G., 2007. Antioxidant measurements. Physiological Measurement, 28: R41–R55.
- SOONG, Y.Y., PHILIP, J. B., 2004. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. Food Chemistry, 88, 411– 417.
- SOUTHORN, P.A., POWIS. G., 1988. Free Radicals in Medicine II, Involvement in Human Disease, Mayo Clin. Proc. 63:390–408.
- ŞİMŞİR, İ.Y., ÖZGEN, A.G., 2010. Turkish Journal of Endocrinology and Metabolism, 2010; 14: 76-9.
- TAKIM, K., 2010. Kiraz yaprağı ekstraktlarının antioksidan kapasitesinin ve oksidatif dna hasarı üzerine etkisinin belirlenmesi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Malatya.

- TALAZ, O., GÜLÇİN, İ., GÖKSU, S., SARAÇOĞLU, N., 2009. Antioxidant activity of 5,10-dihydroindeno[1,2-b]indoles containing substituents on dihydroindeno part. *Bioorg. Med. Chem.* 17, 6583-6589.
- TEKKEŞ, Y., 2006. Streptozotosin ile Diabet Oluşturulmuş Farelerde Aspirin ve E Vitaminin Dokularda Lipid Peroksidasyonu ve Antioksidan Sisteme Etkisinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Kahramanmaraş.
- TOSUN, İ., ÜSTÜN, N., 2003. An Investigation About Antioxidant Capacity of Fruit Nectars. *Pakistan Journal of Nutrition.* 2(3): 167- 169.
- TURNA, G., 2008. Ehrlich Asit Solid Tümör Modeli Olusturulmus Farelerde Thymus Sipleus ve Taurinin Karaciger MDA, Glutasyon, AOPP Düzeylerine ve SOD Aktivitesine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Ankara.
- TÜZÜN, Y., GARİP, F., 2005. E vitaminin dermatolojideki yeri. *Dermatose* 2005, 4: 96-98.
- TYUG, T.S., PRASAD, K.N., İSMAİL, A., 2010. *Food Chemistry* 123 (2010) 583–589.
- VAN DE WIEL, A., VAN GOLDE, P.H.M., HART, H., 2001. Blessing of the grape. *European Journal of Internal Medicine*, 12: 484–489.
- VELİOĞLU, Y.S., MAZZA, G., GAO, L., OOMAH, B.D., 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.* 46, 4113 4117.
- VINSON, J.A., ZUBIK, L., BOSE, P., SAMMAN, N. AND PROCH, J. 2005. Dried fruits: Excellent in vitro and in vivo antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24: 44-50.
- WANG, J., WANG, F., ZHANG, Q., ZHANG, Z., SHI, X., LI, P., 2009. *International Journal of Biological Macromolecules* 44 (2009) 379–384.
- WORD, R.J., PETERS, T.J., 1996. Free radicals. Kaplan LA, Pesce AJ editors. *Clinical chemistry*. 3th Ed. Mosby Year Book, Inc. 765-777.

- XIA, L., BJORNSTEDT, M., NORDMAN, T., ERIKSSON, L.C., OLSSON, J.M., 2001. Reduction of ubiquinone by lipoamide dehydrogenase. An antioxidant regenerating pathway. *Eur. J. Biochem.* 268:1486– 1490.
- YANG, X., YANG, L., ZHENG, H., 2010. Food and Chemical Toxicology Volume 48, Issues 8–9, August–September 2010, 2374–2379.
- YILMAZ, Y., TOLEDO, R., 2004. Health aspects of functional grape seed constituents. *Trends in Food Science & Technology*, 15: 422–433.
- YOUNG, I.S., WOODSIDE, J.V., 2001. Antioxidants in health and disease. *Journal of Clinical Pathology*, 54, 176–186.
- ZENGİN, G., ÇAKMAK, Y.S., GÜLER, G.Ö., AKTÜMSEK, A., 2010. Food and Chemical Toxicology 48 (2010) 2638–2641.
- [<http://tr.wikipedia.org/wiki/Dut>], Erişim Tarihi: 10.07.2012.
- [<http://tr.wikipedia.org/wiki/Erik>], Erişim Tarihi: 10.07.2012.
- [<http://tr.wikipedia.org/wiki/Kayısı>], Erişim Tarihi: 10.07.2012.
- [<http://tr.wikipedia.org/wiki/Üzüm>], Erişim Tarihi: 10.07.2012.
- [<http://www.malatyaçevreorman.gov.tr/ced/rapor/tarim.pdf>], Erişim Tarihi: 10.07.2012.
- [[http:// www.mutürünleri.com](http://www.mutürünleri.com)], Erişim Tarihi: 10.07.2012.
- [<http://www.sağlıksayfam.com/besinler-ve-özellikleri/incir.html>], Erişim Tarihi: 10.07.2012.
- [<http://www.türkçebilgi.org/yemek-içmek/besinler-ve-özellikleri/dut-24641.html>], Erişim Tarihi: 10.07.2012.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1986 yılında Adana’da doğdu. İlköğretim öğrenimini 2000 yılında Adana’da Cebesoy İlköğretim Okulu’nda, lise öğrenimini ise 2004 yılında Adana Erkek Lisesi’nin yabancı dil ağırlıklı bölümünde tamamladı. 2005’te Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü’nü kazandı ve 2009 yılında üniversite öğrenimini tamamladı. Hiç ara vermeden aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Biyokimya Anabilim Dalı’nda yüksek lisansına başladı.