

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYISI MEYVESİNİN VE KAVRULMUŞ KAYISI ÇEKİRDEĞİNİN
ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

121255

GÖKHAN DURMAZ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

121255

MALATYA
2002

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma Jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.



(imza)

Doç.Dr. Melimet ALPASLAN

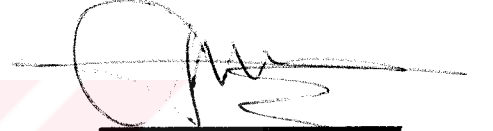
Başkan



(imza)

Doç. Dr. Ahmet BAYSAR

Üye



(imza)

Yrd.Doç.Dr. İsmet YILMAZ

Üye

Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

17/09/2002



(imza)

Doç.Dr. Özfer YEŞİLADA
Enstitü Müdür V.

Kıymetli Hayat Arkadaşıma...



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAYISI MEYVESİNİN VE KAVRULMUŞ KAYISI ÇEKİRDEĞİNİN ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

Gökhan Durmaz

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Bölümü

84+viii sayfa
2002

Danışman; Doç.Dr.Mehmet Alpaslan

Bu tezde, Şam ve Paşa Mişmişi kayısı türlerinin ve farklı sürelerde kavrulmuş kayısı çekirdeklerinin antioksidan özellikleri ve toplam fenolik madde içerikleri araştırılmıştır. Ayrıca kavrulmuş çekirdeklerin esmerleşme derecesi spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Bu araştırmada, örneklerin antioksidan özellikleri; DPPH (Diphenyl Picryl Hydrazyl) radikalini süpürme gücü, β -karoten bleaching oranı ve indirgeme gücünün ölçülmesi ile belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı Folin metoduyla belirlenmiştir.

Kabukları ayıklanmış ve yağı alınmış kayısı çekirdekleri, etüvde 150 °C'de 5, 10, 15 ve 20 dakika ısıtılarak kavrulmuş örnekler elde edilmiştir. Meyve örnekleri dondurarak kurutulmuş bir şekilde kullanılmıştır. Tüm analizlerde 5 konsantrasyon kullanılmış ve karşılaştırması yapılmıştır.

Çekirdek örneklerinin esmerleşme derecesi, kavurma süresi ile doğrusal olarak artarken, antioksidan özellikler; DPPH metodu, indirgeme gücü ve toplam fenolik içerik için doğrusal olarak artmamış, 10 dakika kavrulmuş örnek için maksimum olmuştur. β -karoten bleaching metodu için ise durum farklı olmuştur. Bu metotta en yüksek sonuçlar kavrulmamış örnekten elde edilmiştir.

Meyve örneklerinden Şam türü, tüm deneylerde Paşa Mişmişine oranla daha yüksek sonuçlar vermiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Kayısı, çekirdek, kavurma, antioksidan aktivite

ABSTRACT

Thesis of Postgraduate Education

ANTIOXIDANT PROPERTIES OF APRICOT FRUIT AND ROASTED KERNEL

Gökhan Durmaz

İnönü University
Scientific Studies Institute
Food Engineering Department

84+viii pages

2002

Supervisor; Assoc.Prof.Dr.Mehmet Alpaslan

In this thesis, antioxidant properties and total phenolic content of apricot kernels which roasted different times and apricot fruits including Şam and Paşa Mişmişi cultivars were investigated. Browning degree of roasted kernels was also determined spectrophotometrically.

In this research, antioxidant properties of samples was determined by measuring DPPH radical scavenging power, β -carotene bleaching rate and reducing power. Total phenolic content was determined by Folin method.

Peeled and defatted apricot kernels were heated in oven at 5, 10, 15 and 20 minutes at 150 °C to obtain roasted samples. Fruit samples used as freeze-dried. Five concentrations was used for all analysis and compared.

While the browning of the kernel samples increased almost linearly with the heating time, antioxidant properties however did not increase linearly but a maximum for the 10 minutes roasting for DPPH method, reducing power and total phenolic content. For beta-carotene bleaching method, it wasn't the case. In this method, the best results were obtained from raw apricot kernels.

In fruit samples, Şam cultivar showed better results than Paşa Mişmişi in all experiments.

KEY WORDS: Apricot, kernel, roasting, antioxidant activity

TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlamamda bana her konuda destek veren ve tecrübelerinden istifade ettiğim danışman hocam Sayın Doç.Dr.Mehmet ALPASLAN'a;

İstatistiksel işlemler ve çevirilerde yardımını esirgemeyen Sayın Yrd.Doç.Dr.Özen ÖZBOY ÖZBAŐ ve Dr.Mehmet HAYTA'ya;

Verdikleri fikirler ve katkılarından dolayı Sayın Doç.Dr.Ahmet BAYSAR, Yrd.Doç.Dr.İsmet YILMAZ ve Yrd.Doç.Dr.Münir OKTAY'a;

Çalışmalarımnda bana destek olan Bölüm Başkanımız sayın Yrd.Doç.Dr.Fikret KEVEN ve diğer mesai arkadaşlarıma;

Bu çalışmayı İnönü Üniversitesi Araştırma Fonu 2001/70 nolu proje ile destekleyen İnönü Üniversitesi Rektörlüğüne ve maddi katkıda bulunan Kayısı Araştırma-Geliştirme ve Tanıtma Vakfına ve örnek temininde yardımcı olan Malatya Meyvecilik araştırma Enstitüsü çalışanlarına;

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	ÖZET	i
	ABSTRACT.....	ii
	TEŞEKKÜR.....	iii
	İÇİNDEKİLER.....	iv
	ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
	ÇİZELGELER LİSTESİ.....	vii
	SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1.	GİRİŞ	1
2.	KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1.	Oksidasyon ve Antioksidanlar.....	3
2.2.	Yağların Otooksidasyonu.....	4
2.3.	Serbest Radikaller.....	7
2.4.	Etki Mekanizmasına Göre Antioksidanların Sınıflandırılması.....	9
2.4.1.	Primer antioksidanlar.....	9
2.4.2.	Sekonder antioksidanlar.....	10
2.4.3.	Antioksidan enzimler.....	11
2.5.	Gıda Kaynaklı Doğal Antioksidanlar.....	12
2.5.1.	Fenolik bileşikler.....	12
2.5.1.1.	Polifenolik maddelerin sınıflandırılması.....	14
2.5.1.1.1.	Fenoller ve Fenolik Asitler.....	14
2.5.1.1.2.	Flavonoidler.....	15
2.5.1.1.3.	Antosiyanidinler.....	15
2.5.1.1.4.	Flavonoller.....	16
2.5.1.1.5.	Flavanoller.....	16
2.5.1.1.6.	Flavanonlar.....	16
2.5.1.1.7.	Flavonlar ve İzoflavonoidler.....	17
2.5.1.1.8.	Stilbenler.....	17
2.5.1.1.9.	Lignanlar.....	17
2.5.2.	Tokoferoller.....	18
2.5.3.	C Vitamini.....	20
2.5.4.	Karotenoidler.....	22
2.5.5.	Maillard reaksiyonu ürünleri (MRÜ).....	25
3.	MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1.	Materyal.....	28
3.2.	Yöntem.....	28
3.2.1.	Örnek Hazırlama.....	28
3.2.1.1.	Dondurarak Kurutma.....	28
3.2.1.2.	Yağ Ekstraksiyonu.....	28
3.2.1.3.	Kavurma İşlemi.....	29
3.2.1.4.	Ekstrakt Hazırlama.....	39
3.2.2.	Analiz Metotları.....	30
3.2.2.1.	Radikal Süpürme Gücü.....	30
3.2.2.2.	β -Karoten Bleaching Metoduyla Antioksidan Aktivite Ölçümü.....	30
3.2.2.3.	İndirgeme Gücü Ölçümü.....	31
3.2.2.4.	Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi.....	32
3.2.2.5.	Esmerleşme Derecesi Ölçümü.....	32
3.2.2.6.	İstatistiksel İşlemler.....	33
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	34

4.1.	RSG Ölçümü.....	34
4.2.	β -Karoten Bleaching Metoduyla Antioksidan Aktivite Ölçümü.....	37
4.3.	İndirgeme Gücü Ölçümü.....	42
4.4.	TFMM Analizi.....	44
4.5.	Esmerleşme Derecesi Ölçümü.....	47
4.6.	Yöntemler Arası İlişki.....	47
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
6.	KAYNAKLAR.....	51
	EKLER.....	59
	ÖZGEÇMİŞ.....	84



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1.	Farklı Sürelerde Kavrulmuş Çekirdek Ekstraktlarının RSG değerleri.....	36
Şekil 4.2.	Meyve Ekstraktlarının RSG Değerleri.....	37
Şekil 4.3.	Çekirdek Ekstraktlarının Antioksidan Aktivite değerleri.....	39
Şekil 4.4.	Meyve Ekstraktlarının Antioksidan Aktivite Değerleri.....	41
Şekil 4.5.	Kavrulmuş Çekirdek Ekstraktlarının İndirgeme Gücü Değerleri.....	43
Şekil 4.6.	Kayıp Meyve Ekstraktlarının İndirgeme Gücü Değerleri.....	44
Şekil 4.7.	Gallik Asit Standart Grafiği.....	45
Şekil 4.8.	Çekirdek Ekstraktlarının TFMM Değerleri.....	46
Şekil 4.9.	Çekirdek Ekstraktlarının Absorbansları	48



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Bazı Reaktif Oksijen Türleri.....	8
Çizelge 2.2. Fenolik Yapılar.....	14
Çizelge 2.3. Kayısı meyvesinin karotenoid içeriği.....	23
Çizelge 2.4. MRÜ'nin Absorbans Değerleri.....	26
Çizelge 4.1. Farklı Sürelerde Kavrulmuş Çekirdek Örneklerinin RSG Değerleri.....	34
Çizelge 4.2. Şam ve Paşa Mişmişi Türlerinin RSG Değerleri.....	36
Çizelge 4.3. Farklı Sürelerde Kavrulmuş Çekirdek Örneklerinin antioksidan aktivite değerleri.....	38
Çizelge 4.4. Kayısı Meyvesinin Antioksidan Aktivite Değerleri.....	41
Çizelge 4.5. Çekirdek Örneklerinin İndirgeme Gücü Değerleri.....	42
Çizelge 4.6. Kayısı Meyvesinin İndirgeme Gücü Değerleri.....	44
Çizelge 4.7. Gallik Asit Standart Değerleri.....	44
Çizelge 4.8. Örneklerin Gallik Asit Cinsinde TFMM Değerleri.....	46
Çizelge 4.9. Çekirdek Ekstraktlarının Absorbans Değerleri.....	47
Çizelge 4.10. Yöntemler Arası Korelasyon Katsayıları.....	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

α	Alfa
β	Beta
μ	Mikrolitre
ANOVA	Analysis of Variance (Varyans analizi)
BHA	Bütillenmiş Hidroksi Anisol
BHT	Bütillenmiş Hidroksi Toluen
CAT	Katalaz
DPPH	Diphenyl Picryl Hydrazyl
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
gr	Gram
GSH	Glutasyon Peroksidaz
ml	Mililitre
MRÜ	Maillard Reaksiyonu Ürünleri
r	Korelasyon katsayısı
R ²	Regresyon katsayısı
ROT	Reaktif Oksijen Türler
RSG	Radikal Süpürme Gücü
SOD	Süperoksit Dismutaz
TFMM	Toplam Fenolik Madde Miktarı



1. GİRİŞ

Gıda maddeleri, birer enerji kaynağı olmalarıyla beraber, insan sağlığı için gerekli olan vitaminler, mineraller, lifler, esansiyel aminoasitler ve yağ asitleri gibi bir çok bileşeni içermelerinden dolayı da önemlidirler. Dahası A, C, E vitamini, fenolik bileşikler, Maillard reaksiyonu ürünleri, selenyum gibi bazı gıda bileşenlerinin antioksidan karakterlerinden dolayı, elzem oldukları bilinmektedir. Diyetle yer tutan bazı gıdalar, yukarıda sıraladığımız antioksidan besin öğelerini bol miktarda içerir. Örnek olarak meyve suları; C vitaminince, bitkisel yağlar; E vitaminince, yeşil bitkiler ve çay; karotenoidler ve fenolik maddelerce, kavrulmuş gıdalar Maillard reaksiyonu ürünlerince zengindirler. Klinik çalışmalar bu gıdaların tüketimi ile bazı hastalıkların görülme ihtimali ve sıklığı arasında ters bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur [1].

Antioksidanlar iki bakımdan incelenmektedir. Bunlardan birincisi gıda katkısı olma özelliklerinden dolayıdır ki son yıllara kadar yağların ve yağlı gıdaların muhafazasında karşılaşılan problemlerin önlenmesinde sentetik antioksidanlar kullanılmaktaydı. Fakat son yıllarda bu sentetik maddelerin insan sağlığı açısından bazı sakıncalar taşıdığına dair bilgiler ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bilim çevreleri sentetik antioksidanlar yerine doğal bitki ekstraktlarının kullanılması çalışmalarına yönelmiştir [2]. Antioksidanların ikinci bir önemi de gıda olarak tükettiğimiz antioksidan komponentlerin vücudun antioksidan savunma sistemine olan katkısıdır [3].

Yukarıda bahsi edilen sebeplerden dolayı, gıdaların antioksidan kapasitelerinin ölçülmesi son yıllarda gıda ve tıp çevrelerinde popüler bir çalışma alanı olmuştur. Yapılan çalışmalarda gıda ekstraktları elde edilmiş ve bu ekstraktların total antioksidan kapasitesi veya bu ekstraktlardan izole edilen belli bazı maddelerin antioksidan özellikleri incelenmiştir.

Bu kapsamda birçok meyve, sebze, şifalı bitki ve değişik gruptan birçok gıda maddesi incelenmiştir. Kayısı meyvesi, antioksidan özellik gösteren karotenoidler ve fenolik maddeler yönünden zengin bir içeriğe sahiptir [4,5]. Kayısı

ekirdeği, kayısı üretiminin bir yan ürünü olup, yenilen kısmı yaygın olarak çerez olarak tkutilmektedir. erez olarak tkutilen kayısı çekirdeği genellikle kavrulduktan sonra tüketicie sunulmaktadır. Bu kavurma işlemi hem tekstür hem de lezzet bakımından çekirdeğin organoleptik özelliklerine katkıda bulunmaktadır. Bunun yanında kavurma işlemi ile Maillard reaksiyonları gerçekleşmekte ve antioksidan karakterli bazı bileşikler oluştuğu tahmin edilmektedir.

Bu çalışmayı yaparken amacımız, yremiz açısından ekonomik önemi çok büyük olan kayısı meyvesi ve çekirdeğinin antioksidan özelliklerini incelemek olmuştur.



2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Oksidasyon ve Antioksidanlar

Oksidasyon; diğer bir deyişle yükseltgenme, bir atom veya molekülün bir başkasına elektron vermesidir. Yükseltgenme potansiyeli karşısındakine göre fazla olan madde yükseltgenirken, diğeri indirgenir. Organizmada ve besinlerdeki yağlar, proteinler, karbonhidratlar ve diğer organik komponentler de oksidasyona uğrayabilmekte ve canlı organizma için zararlı metabolitler olan Reaktif Oksijen Türleri (ROT) oluşabilmektedir [1].

Tanım olarak antioksidanlar ; lipidleri, karbonhidratları, proteinleri, DNA'yı ve diğer oksitlenebilir substratları oksidasyondan koruyan maddelerdir. Organik komponentlerin oksidasyona uğramasıyla serbest radikaller oluşur. Serbest radikaller dokuların yaşlanmasına ve kanser ve kalp-damar rahatsızlıkları gibi bazı hastalıklara neden olurlar. Bundan dolayı gıdaların ve insan vücudunun serbest radikallere karşı korunması elzemdir [6]. Antioksidanlar; enzimatik (Süperoksit Dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GSH) vs.) ve enzimatik olmayanlar (tokoferoller, C vitamini, karotenoidler vs.) olarak iki gruba ayrılabilir. Vücutta bulunan antioksidan enzimler, organizmanın doğal savunma sistemini oluştururlar. Besinlerle alınan ve genellikle vitamin olan antioksidanlar da bu savunmaya katkıda bulunurlar. Bu iki grup savunma sisteminde herhangi bir aksama olur veya vücuttaki serbest radikal mevcudiyeti normalin üstüne çıkarsa vücudun antioksidan dengesi bozulmuş demektir. Bu da vücutta çeşitli anormalliklere yol açar [3].

Antioksidanlar; serbest radikallere, stabil hale geçmek için ihtiyaç duydukları elektronu vererek veya bunların daha az zararlı türlere dönüştüğü reaksiyonları regüle etmek suretiyle aktivite gösterebilirler. Antioksidanların hidrojenini verdikten sonra dönüştükleri radikaller kararlı türlerdir ve oksidasyon zincir reaksiyonlarını durdururlar [6,7].

Oksidatif stresle ilişkisi bilinen bazı hastalıklar ; erken yaşlanma, tümör oluşumu, hematolojik, kardiovasküler, sindirim sistemi hastalıkları, metabolik bozukluklar, iltihaplı yaralar, iskemi-reperfüzyon hasarları, romatizma, genetiksel bozukluklar, kısırlık vs.' dir [2].

Hastalıkların tümünün oksidasyondan kaynaklandığını söylemek yanlış olsa da birçok hastalığın belirtilerinin görüldüğü anda o hastalığın gerçekleştiği dokularda aşırı bir oksijen yoğunluğundan söz edilebilir. Oksidatif strese neden olan etmenlerden bazıları; toksik maddeler, sigara içimi, alkol tüketimi, hava kirliliği, ilaçların yan etkisi, pestisitler ve gıda zehirlenmeleridir. Güneş ışığının istenmeyen kısımları veya bazı teşhis ve tedavi yöntemlerinde kullanılan ışınlar da organizmada serbest radikallerin oluşumuna ve çoğalmasına neden olabilir. x-ışınları, α -ışınları, β -ışınları ve nötronlar canlı dokulara nüfuz eder ve zararlı türlerin oluşmasına neden olurlar [2].

2.2. Yağların Otooksidasyonu

Otooksidasyon; moleküler oksijenin, kendi kendini katalize eden bir mekanizma ile reaksiyona girmesidir. Bu reaksiyon en çok lipidlerin oksidatif bozulmasında görülür [8]. Lipid peroksidasyonu gıda bozulmalarında en önemli faktörlerden biridir. Yağlarda ve yağlı gıdalarda lipid peroksidasyonu sonucu oluşan istenmeyen tat ve kokular (oksidatif ransidite) bu gıdaların albenisini düşürmektedir, hatta bazı lipid peroksidasyon ürünleri toksik özelliktedir. Ayrıca lipid peroksidasyon ürünlerinin bazı vitaminler ve esansiyel amino asitlerin kaybına neden olması da besin değeri üzerinde olumsuz bir etkidir [6]. Lipid peroksidasyonu gıda güvenliği ve raf ömrü açısından da önemli bir problemdir ve antioksidan kullanımıyla etkili bir şekilde önlenabilir. Fakat yaygın olarak kullanılan sentetik antioksidanlardan BHA (Bütillenmiş Hidroksi Anisol) ve BHT (Bütillenmiş Hidroksi Toluen)'nin karaciğer hasarına ve kansere yol açtığı hayvanlar üzerinde yapılan laboratuvar çalışmalarında belirlenmiştir [1].

Lipid peroksidasyonu insan metabolizması açısından da ele alınması gereken bir konudur. Nitekim lipid peroksidlerinin aşırı oranda bulunması ile çeşitli

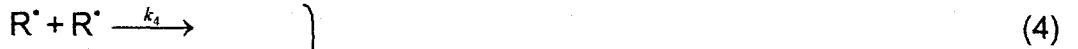
kalp damar hastalıkları arasında doğrusal bir ilişki olduğu çeşitli bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur. Hücrelerin ve organellerin membranlarının yapısının büyük oranda lipidlerden oluştuğunu, merkezi sinir sisteminin dokusunda fosfolipidlerin oranının çok yüksek olduğunu hesaba katarsak, bu dokulardaki lipid peroksidasyonun ne kadar tehlikeli sonuçlara yol açabileceği tahmin edilebilir [9].

Lipidler gıdalarda ve vücutta, enzimatik olarak lipoksigenaz katalizörlüğünde veya non-enzimatik olarak oksijen molekülünün doymamış yağ asitleriyle reaksiyona girmesiyle okside olabilirler. Ayrıca singlet oksijen, metal iyonları, radyasyon gibi bir çok faktörün etkisiyle de lipid peroksidasyonu başlayabilir ve hızlanabilir [8].

Lipid peroksidasyonunu basamak basamak incelersek ;



GELİŞME

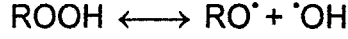
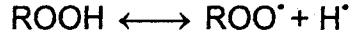


İnert son ürünler

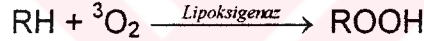
SONLANMA

Yağların direkt bir şekilde oksijenle reaksiyona girmesi, reaksiyonun aktivasyon enerjisi çok yüksek olduğundan (146-172 kJ/mol), termodinamiksel

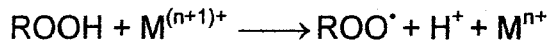
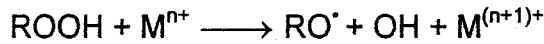
olarak çok zordur. Bu reaksiyonun başlayabilmesi için ortamda katalizörlerin bulunması şarttır. Oksidasyon, ısı, metallerin ve ışığın katalitik etkisi ile başlar.



Hidroperoksitler, lipid peroksidasyonunun gelişme basamağında (3) oluşurlar. Fakat bunun yanında yağların singlet oksijenle reaksiyonu sonucu veya enzimlerin katalizlediği reaksiyonlar sonucu da hidroperoksitler oluşabilir [10]. Hidroperoksitlerin bir diğer oluşum yolu da enzimlerin katalizlediği reaksiyonlardır. Burada çoklu doymamış yağ asitlerinin (sözgelimi linoleik asidin, lipoksigenaz enziminin katalitik etkisiyle) oksijenle reaksiyona girmesi hidroperoksitlerin oluşumuyla sonuçlanır [11].



Hidroperoksitteki O-O bağı zayıf bir bağıdır ve parçalanma ihtimali yüksektir. Metal iyonlarının varlığında radikal oluşumunun başlıca sebebi metal katalizörlüğünde hidroperoksitlerin parçalanmasıdır. Demir ve bakır iyonlarını hem düşük hemde yüksek oksidasyon seviyelerinde hidroperoksitlerin parçalanmasını katalizleme gücüne sahiptirler [12].



Lipid radikalleri oldukça reaktif türlerdir ve hidrojen alarak veya temel halindeki oksijen molekülüyle reaksiyona girerek aktivite gösterirler.

Başlangıç aşamasından sonra, zincir reaksiyonda, yağ asitlerinin çift bağlarının hidrojen almasıyla gelişme aşaması başlar ve serbest radikaller oluşur. Daha sonra peroksil (ROO^{\bullet}) oluşur. Peroksil radikali diğer moleküllerden hidrojen

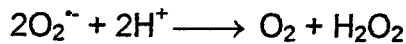
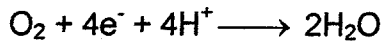
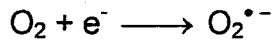
olarak ROOH ve yeni serbest radikalleri oluşturur [12]. Yeni serbest radikaller tekrar oksijenle reaksiyona girer ve yukarıda anlatılan olaylar zincirleme bir şekilde tekrar ederek devam eder.

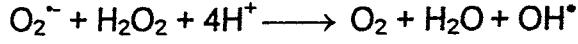
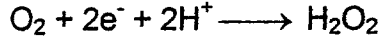
2.3. Serbest Radikaller

Atom veya moleküller son yörüngelerinde genelde ortaklanmış elektron bulundurlar. Bunlar molekülün stabilitesini sağlarlar. Serbest radikaller, ortaklanmamış elektron bulunduran ve bundan dolayı stabil olmayan moleküllerdir. Biyolojik sistemlerde başlıca serbest radikal türleri oksijen serbest radikalleridir. Moleküler oksijenin indirgenmesiyle başlayan süreçte oksijen radikalleri oluşur [13].

Bu olay oksidatif fosforilasyon sırasında oksijenin suya indirgenmesi sırasında gerçekleşir. Elektronun çok yüksek bir hızla molekülden uzaklaşmasıyla molekülün son yörüngesinde paylaşılmamış elektron(lar) meydana gelir. Oksijenin tamamen suya indirgenebilmesi için 4 elektronun transfer olması gerekir ve bu indirgenme sırasında reaksiyon ara ürünleri olan ROT oluşur. ROT ; genellikle hidroksil radikali ($\cdot\text{OH}$) gibi oksijen merkezli radikaller ve hidrojen peroksit, hipoklorik asit ve ozon gibi non-radikaller için kullanılan yaygın bir terimdir. Moleküler oksijenin bir elektron almasıyla süperoksit radikali ($\text{O}_2^{\cdot-}$) oluşur [14]. Daha sonra çeşitli etkilerle H_2O_2 , Hidroksil radikali gibi ROT'lar oluşur [15]. Oksijen serbest radikalleri ROT'ların önemli bir kısmını oluştururlar. ROT'lar moleküler oksijene oranla çok daha kuvvetli oksitleyicidirler [16].

Bazı ROT'ların oluşum mekanizması aşağıda gösterilmiştir [17]





Çizelge 2.1 Bazı Reaktif Oksijen Türleri [18]

Reaktif Oksijen Türleri			
Radikaller		Nonradikaller	
Süperoksit	$\text{O}_2^{\cdot-}$	Hidrojen Peroksit	H_2O_2
Hidroksi	OH^{\cdot}	Hipoklorik Asit	HOCl
Peroksi	RO_2^{\cdot}	Hipobromik Asit	HOBr
Alkoksi	RO^{\cdot}	Ozon	O_3
Hidroperoksi	HO_2^{\cdot}	Singlet Oksijen	O_2^{\cdot}

Oksijen serbest radikalleri dışında da serbest radikaller vardır. Örnek olarak karbonil, tiyl ve nitroksil radikalleri verilebilir. Son yıllarda nitroz oksit (NO^{\cdot}), peroksinitrat (OONO_2), peroksinitrit (OONO) gibi azot merkezli serbest radikaller üzerine de araştırmalar yoğunlaşmıştır. Oksijen serbest radikalleri hücre için potansiyel olarak çok zararlı türlerdir. Çünkü bunlar enzimler, reseptörler gibi birçok hücre sel molekül ile kolayca reaksiyona girmekte ve normal fonksiyonlarını kaybetmelerine yol açmaktadır. Ayrıca bazı oksijen serbest radikal metabolitleri, nükleik asitleri etkilemekte ve çeşitli mutajenik değişimlere, dolayısıyla kansere kadar varan çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Ayrıca proteinlerin ve diğer yapıların serbest radikallerce tahrip edilmesi immün sisteminde problemlere yol açmaktadır [16].

Serbest radikallerin en önemli zararı lipid peroksidasyonunu başlatmalarıdır. Bu olay kontrolsüz zincir reaksiyonların başlaması demektir. Bu zincir reaksiyonları hücre membranında hasara yol açar. Bir serbest radikal çoklu

doymamış yağ asitlerinden rahatlıkla bir hidrojen alabilir ve hücre membranında konjuge çiftler oluşturabilir. Bu çiftler oksijenle kolayca reaksiyona girerek zincir reaksiyonlarının başlamasına neden olur. Bu reaksiyonun durması ancak zincir kıran (chain breaking) antioksidanların varlığında gerçekleşir [19].

2.4. Etki Mekanizmasına Göre Antioksidanların Sınıflandırılması

Antioksidanlar etki mekanizmasına göre kabaca iki gruba ayrılabilir. Bunlar lipid radikallerini daha az reaktif türlere çeviren, zincir reaksiyonlarını çeşitli mekanizmalarla yavaşlatan primer antioksidanlar ve primer antioksidanların işlevine katkısı olan veya dolaylı yoldan antioksidan etki gösteren sekonder antioksidanlardır [8].

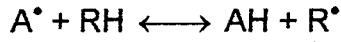
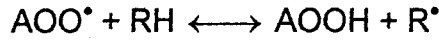
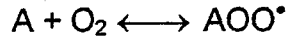
2.4.1. Primer antioksidanlar

Bir molekül, lipid radikaline hidrojenini hızlı bir şekilde verebiliyorsa ve hidrojenini verdikten sonra dönüştüğü radikalın reaksiyon kabiliyeti lipid radikalinden düşükse veya molekül, stabil başka bir moleküle dönüşüyorsa, primer antioksidan olarak hareket etmiş kabul edilir. Primer antioksidanlar genellikle fenolik yapıdaki bileşiklerdir. Fenol molekülü kendi halinde antioksidan etkiye sahip değildir. Ancak alkil grubunun eklenmesiyle hidroksil grubundaki elektron yoğunluğunu artırmaktadır. Dolayısıyla bu indükleyici etki lipid radikalleriyle reaksiyon kabiliyetini arttırmaktadır [20].

Elektron alıcıları tarafından gösterilen inhibisyon, gıdaların oksidasyondan korunması açısından çok önemli değildir. Ancak biyolojik dokularda, ortamın oksijen yoğunluğu atmosfere oranla çok az olduğundan önemlidir. K vitaminin ve tokoferollerin gösterdikleri antioksidan etki bunların elektron alıcı özelliklerinden kaynaklanır [21]. Fenol halkası ile lipid arasındaki reaksiyon sonucu oluşan radikal, ortaklanmamış elektronun sürekli yer değiştirmesi sonucu nispeten kararlı bir hal sergiler. Buna rezonans kararlılığı denir [22]. Bazı antioksidan yapıların rezonans kararlılığı Ek 1.'de verilmiştir.

Fenol radikalinin kararlılığı, otooksidasyon zincir reaksiyonlarının toplam

hızını azaltır. Bu reaksiyonun hızı aşağıdaki reaksiyonların hızı ile kıyaslandığında oldukça yavaştır.



Fenolik antioksidanlar genellikle yüksek konsantrasyonlarda antioksidatif etkilerini kaybeder hatta pro-oksidant etki gösterirler [23].

Radikal tutucu antioksidanlar da primer grup içinde incelenmektedir. Nitroksitler gibi radikal tutucular, kimyasal çalışmalarda kullanılmakla beraber, gıda katkısı olarak kullanılmamaktadır. Fakat son zamanlarda düşük oksijen yoğunluğunda, β -karotenin etkisi dikkat çekmiştir. β -karoten singlet oksijen giderici ve singlet oksijen varlığında hidrojen peroksidin oluşmasını engelleyici rol oynamaktadır [24]. β -karotenin antioksidan etkisi oksijenin kısmi basıncı ile sınırlıdır. 150 tor oksijen basıncının üstünde ve konsantrasyonun 5×10^{-4} M' in üstünde olduğu durumlarda β -karoten prooksidant etki gösterir[25].

2.4.2. Sekonder antioksidanlar

Serbest radikalleri daha az reaktif türlere çevirmek suretiyle yağların otooksidasyonunu geciktiren antioksidanlara ikincil (sekonder) antioksidanlar denir. Bunlar metalleri tutuklayarak, oksijeni süpürerek, hidroperoksitleri non radikal ürünlere parçalayarak, UV ışınları absorbe ederek ve singlet oksijeni deaktive ederek aktivite gösterirler [8].

Sekonder antioksidanların bir alt grubu da çelatlayıcı ajanlardır. Gıdalardaki ve vücuttaki lipidler genellikle iz miktarda metal iyonu ihtiva ederler. Bu, metal içeren enzimlerin varlığından ve bu enzimlerin parçalanmasından ve diğer bazı çevresel faktörlerden kaynaklanabilir. Bunun yanında gıdanın işenmesi sırasında kullanılan alet ve ekipmandan da kontaminasyon olabilir. Co, Cu, Fe, Mn

gibi metaller lipidlerin oksidasyonunu hızlandırıcı etki yaparlar. Özellikle bakır çok etkilidir. 0,02 mg/kg düzeyinde varlığı bile tereyağında oksidatif bozulmaya yol açar [26].

Gıda bileşenleri tarafından metal iyonlarının tutuklanması, lipid peroksidasyonunun önlenmesi açısından önemlidir. Reaksiyonu hızlandırıcı etkisi olan metal iyonlarının tutuklanması demek, reaksiyonun aktivasyon enerjisinin yükselmesi demektir [27].

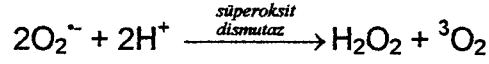
Sitrik asit, EDTA ve fosforik asit türevlerinin metal şelatlayıcı özellikleri vardır. EDTA'nın metal iyonlarıyla termodinamiksel olarak stabil kompleksler oluşturup margarinlerin oksidasyonunu geciktirdiği görülmüştür. Sitrik asit EDTA'ya oranla daha zayıf bir şelatlayıcı ajandır. Fakat gıdalarda kullanımı yaygın olduğu için önemlidir. Bitkisel yağlara deodorizasyondan sonra katılır [8].

Askorbik asit, askorbil palmitat, eritrobik asit (izoaskorbik asit) ve sodyum eritrobat yağlı gıdaları korumak için sıklıkla kullanılan indirgen maddelerdir. Askorbik asit oksijen süpürücü olarak hareket ettiğinde dehidro askorbik aside okside olmaktadır. Askorbik asidin oksijen süpürücü olarak görev yapması ona, kutulanmış veya şişelenmiş gıdalar için önemli bir antioksidan katkı olma özelliğini kazandırır. Çünkü bu kapların üst kısımlarında bir miktar boşluk bulunur ve buradaki oksijen bozulmaya sebep olabilir. Askorbil palmitat ise, yağda çözünürlüğü daha yüksek olduğundan yağlı gıdalarda tercih edilir. Askorbik asit oksijen süpürücü özelliğinin yanında primer antioksidanlar için sinerjist bir madde olmasından dolayı da önemlidir [28].

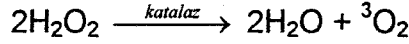
2.4.3. Antioksidan enzimler

Antioksidan enzimler; glukoz oksidaz, süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz vs.dir. Bunlar oksijeni uzaklaştırarak (glukoz oksidaz) veya yüksek oksitleyici güce sahip türleri uzaklaştırarak (süperoksit dismutaz) görev yapar. Biyolojik sistemlerde birçok radikal türü lipid peroksidasyonuna katkıda bulunabilir. Ksantin oksidaz enzimi ve hidrojen peroksit tarafından üretilen

süperoksit iyonu, süperoksit dismutaz enzimi tarafından yok edilir.



Katalaz enzimi ise hidrojen peroksidi oksijen ve suya çevirmekle görevlidir [29].



Eğer ROT'lar aşırı miktarda bulunursa SOD, CAT ve GSH çepeçevre kuşatılırlar ve faaliyet gösteremeyecek duruma gelirler [8].

2.5. Gıda Kaynaklı Doğal Antioksidanlar

2.5.1. Fenolik bileşikler

En az bir aromatik halka ve buna bağlı bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren kimyasal yapılara fenolik bileşikler denilir. Bununla beraber fonksiyonel grup olarak esterler, metil esterler, glikozitler vs.'de yer alabilir. Polifenolik maddeler bitkiler aleminde oldukça yaygındırlar ve bitki metabolizmasında yan ürünler olarak ortaya çıkarlar. Bu bileşikler ve özellikle de flavonoidler sahip oldukları ekolojik rol, antioksidan, antikarsinojenik aktivite ve gıda kalitesine olan etkilerinden dolayı önemlidirler. Polifenolik bileşikler potansiyel antioksidan bileşiklerdir ve serbest radikalleri önleyerek, metalleri tutuklayarak ve lipid peroksidasyonunu önleyerek işlev görürler. Bununla bağlantılı olarak fenolik maddeler kan basıncını düşürücü ve nabızı regüle edici özelliğe de sahiptir [30].

Epidemolojik çalışmalar polifenollerce zengin gıdaların tüketiminin kanser, felç, koroner kalp-damar hastalıkları ve kemik hastalıkları riskini azalttığını göstermiştir. Polifenoller indirgen maddelerdir ve C vitamini, E vitamini ve karotenoidler gibi diğer indirgenlerle beraber vücut dokularını, oksidatif stresten kaynaklanan hastalıklardan korurlar [31,32].

Yapılarındaki çeşitlilik polifenollerini diğer antioksidanlardan farklı kılmaktadır. Bitkilerde yüzlerce çeşit polifenolik madde tespit edilmiştir. Bunların çoğu yenilebilir bitkilerdir. Fakat bunların çok azı insan diyetinde önemli yer tutmaktadır [33].

Genelde toplam fenolik madde içeriği 1-2 g/100 g yaş meyve civarındadır. Erik, elma, üzüm ve Trabzon hurması proantosiyantinlerce ve vişne ile diğer kırmızı meyveler de antosiyantinlerce zengindir. İstisna olarak patlıcan ve kuru baklagiller de antosiyantinleri ve proantosiyantinleri bolca içerirler. Tahılların bütün halde tüketilmeleri durumunda bunların da toplam fenolik madde alımına önemli katkı sağlayacakları kesindir. Çikolata da önemli bir polifenol kaynağıdır ve az miktarda tüketimi bile önemli katkılar sağlamaktadır. İçeceklerden kahve, çay, şarap önemli polifenol kaynaklarıdır ancak turunçgil suları bu açıdan fakirdir. Bira ve çikolata içeceği de proantosiyantin kaynaklarıdır. Birada toplam fenolik madde miktarının 500-1000 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Fakat bunların önemli bir kısmının Maillard reaksiyonu ürünlerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir [34].

Fenolik bileşikler buldukları bitkinin veya bitki parçasının karakteristiğini büyük oranda belirler. Tüm fenolik maddelerin yapısını tam olarak belirlemek mümkün değildir. Ama bolca tüketilen bazı temel polifenolik maddelerin kimyasal yapısı belirlenmiştir [34].

Polifenoller bitki dokularına homojen olarak dağılmamışlardır. Bu nedenle bitkilerin parçalanması sırasında bazı fenolik maddelerin kaybı söz konusu olabilir. Elmada kersetin çekirdekte bulunur (1 mg/g). Çekirdeği çıkarılmış meyvenin başka herhangi bir yerinde flavonol yoktur [35]. Benzer şekilde buğdayda polifenoller kabukta yoğunlaşmıştır. Unun rafinasyonu sırasında bu kısım uzaklaştırılmaktadır [33]. Meyve işlemede presleme, suda çözünebilir fenolik maddelerin kazanımını sağlar. Örneğin elmadaki phloridzin kabukta ve özellikle de elmanın sapında yoğunlaşmıştır [36].

2.5.1.1. Polifenolik maddelerin sınıflandırılması

Karbon iskeleti yapısındaki ve oksidasyon durumlarındaki farklılıklardan dolayı gıda kaynaklı polifenollerin çeşitliliğinin sınırlandırılması olanaksızdır [35].

Herborne fenolik bileşikler Çizelge 2.2.'deki gibi sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2.2. Fenolik Yapılar [37]

Kimyasal Yapı	Fenolik Grup
C_6	Fenoller
C_6-C_1	Hidroksibenzoik asitler
C_6-C_2	Asetofenoller ve fenilasetik asitler
C_6-C_3	Sinamik asitler, Kumarinler, isocumarinler ve kromonlar
C_6-C_4	Naftakinonlar
$C_6-C_1-C_6$	Benzofenonlar, ksantonlar
$C_6-C_2-C_6$	Stilbenler, antrakinonlar
$C_6-C_3-C_6$	Flavonoidler; flavanonlar, flavonoller, antosiyanidinler, kalkonlar, flavanoller ¹
	Auronlar, flavonlar ve izoflavonlar ²
$(C_6-C_3)_2$	Lignanlar
$(C_6-C_3-C_6)_2$	Bioflavonoidler, biflavanlar
$(C_6-C_2)_n$	Ligninler
$(C_6-C_3-C_6)_n$	Proantosiyanidinler ³

(¹Başlıca flavan 3-ol yapıları, ²izoflavonoidler, ³Kondense tanninler)

2.5.1.1.1. Fenoller ve Fenolik Asitler

Fenolik bileşikler içinde en basit yapıya sahip olanlardır. Fenolleri temsilen en sık rastlanan yapılar hidrokinonlardır. Yine aynı aileden arbutin, bilim adamlarının ilgisini çeken bir türdür. Vanilik ve gallik asitler de bu grubun önemli

üyeleridirler. Dikkat çekici kompleks yapısına rağmen elacik asit asit de bu grubun belli başlı bir üyesidir. Ek 2.'de önemli bazı hidroksibenzoik asitlerin kimyasal yapıları verilmiştir. Hidroksisinnamik asitler, fenil propanoidler olarak da bilinirler. Bunlar içinde kumarik, kafeik, ferulik ve sinapik asit yapıları bulunur. Ferulik asit lifli gıdalarda hemiselülozlarla esterleşmiş halde bulunur. Buğday kepeği en önemli ferulik asit kaynağıdır (5 mg/g) [38]. Kafeik asit ester formunda bulunur. En sık rastlanan kafeol esteri klorojenik asittir. Diğer polifenolik bileşikler gibi bu yapıların çoğu da bitkiler aleminde diğer bazı kimyasal yapılarla birleşmiş halde bulunur. Bunun en bariz örneği klorojenik asittir ki bu yapı kafeik ve quinik asidin esterleşmesi sonucu oluşur. Klorojenik asit birçok meyve-sebzede ve kahvede bol miktarda bulunur. Bir fincan kahve (yaklaşık 200 ml) 50- 100 mg klorojenik asit içerir [39]. Diğer fenolik asit türleri hidrolize olabilir tanninlerdir [40]. Ek 2.'de başlıca hidroksisinnamik asitler verilmiştir.

2.5.1.1.2. Flavonoidler

Flavonoidler günlük diyetle en fazla alınan polifenollerdir. Oksijen hetero halkasının oksidasyon derecesine göre farklı çeşitlere ayrılırlar. Flavonoidler meyve, sebze ve içeceklerde (çay ve şarap) yaygın olarak bulunan suda çözünür antioksidan bileşiklerdir. Gıdaların aroması ve rengi üzerinde önemli etkileri vardır. C₆-C₃-C₆ iskeletine sahip fenolik yapılardır. İki aromatik halka, 3 karbonlu alifatik karbon zinciriyle birbirine bağlanmıştır. Hidroksil (OH), metoksil (OCH₃) veya bazı şeker grupları bu yapıya farklı noktalardan bağlanmış halde bulunabilir. Flavonoidler doğada genelde glikozitler halinde bulunurlar. Ek 3.'de gıdalarda yaygın olarak bulunan flavonoidler verilmiştir. Antosiyaninler, flavanoller, flavanonlar, flavonoller, flavonlar, isoflavonoidler ve kalkonlar en yaygın olanlarıdır [41].

2.5.1.1.3. Antosiyanidinler

Birçok meyveye renk veren bir pigmenttir. Siyanidin en yaygın olanıdır ve esterleşmemiş yani aglikon halde bulunur. Delfidin, peonidin, pelargonidin, petonidin ve malvidin diğer önemli antosiyanidinlerdir. Meyve antosiyanidinleri 3.

pozisyonda oksijen köprüsüyle glukoz, arabinoz ve galaktoz ile glikozitlenmeye meyilli yapılardır. EK 4'de en yaygın antosiyanidinlerin yapıları verilmektedir. Antosiyaninler vişne, erik, çilek, böğürtlen, üzüm, frenk üzümü gibi birçok kırmızı ve koyu renkli meyvelerin renk maddesidir. Bunların miktarı 0.15 (çilek) ile 4.5 (vişne) mg/g'a kadar olabilir. Kırmızı şarapta ortalama 25 mg/L civarında bulunurlar [42].

2.5.1.1.4. Flavonoller

Şimdiye kadar 200'ün üzerinde aglikon halde flavanol tanımlanmıştır. Bunlardan bazıları kersetin, kempferol, mirisetin ve izoramnetindir. Flavonollerde çoğunlukla glikozide olmuş halde (O-glikozidik bağ, 3. Pozisyonda oksijen köprüsüyle) bulunurlar. Bitkilerde rutin, kersetin-3-rutinozid ve kempferol-3-rutinozid en fazla rastlanan glikozide olmuş flavanollerdir. EK 4.'de en yaygın flavonoller verilmiştir. Kersetin diyetdeki en önemli flavanoldür. Özellikle soğanda bol miktarda bulunur (0.3 mg/g). Proantosiyanidinler polimerik flavonoidlerdir. Bunlar bitkilerde kompleks polimer karışımları halinde bulunur ve 4 ile 11 arasında polimerizasyon derecesi gösterirler. Gıdalardaki buruk tadın sebebi bu bileşiklerdir. Bunlar genellikle kateşinlerle birlikte bulunurlar. Elma, armut ve üzüm gibi meyveler proantosiyanidinlerin başlıca kaynaklarıdır [43].

2.5.1.1.5. Flavanoller

En önemli flavanol kateşindir. Çayda çok önemli düzeyde bulunur. Genç sürgünlerin gramında 200-340 mg kateşin, gallokateşin ve türevleri bulunmaktadır. Demlenmiş yeşil çayın litresinde 1 gr civarında kateşin bulunmaktadır. Siyah çayda ise fermantasyon sırasında meydana gelen oksidasyondan dolayı bu değer yarıya düşmektedir [44]. (+)kateşin ve (-)epikateşin'in dimerik olarak birleşmesiyle B1, B2, B3, ve B4 Prosiyanidinler oluşur. Bu yapılar Ek 5.'de gösterilmiştir.

2.5.1.1.6. Flavanonlar

Küçük bir gruptur ve narenciye meyveleri hariç miktar olarak az bulunurlar. Glikolizasyon genellikle 7. Pozisyonda meydana gelir. Başlıcaları naringenin, hesperidin ve narirutindir. Hesperidin portakalda bulunan ve en fazla tüketilen

flavanondur [45]. Yapıları Ek 6.'da verilmiştir. Flavononlar narenciyelerde glikon halde bulunmalarına karşı diğer bitkilerde genelde glikozit halde bulunurlar [46].

2.5.1.1.7. Flavonlar ve İzoflavonoidler

Flavonlar en az rastlanan polifenolik gruptur. Apigenin ve luteolin en yaygın olanlarıdır. Bunlar da glikozit halde bulunurlar. Luteolin kırmızı tatlı biberde, apigenin kerevizde bulunur [47]. İzoflavonların başlıca kaynağı baklagillerdir. Kuru fasulyede genistein ve daidzein 1'er mg/g civarında bulunur [48]. Bu iki izoflavin, önemli derecede östrojen özelliklerinden dolayı dikkat çekmektedirler. Göğüs kanseri ve osteoporosis hastalıklarını önlediği ileri sürülmektedir [49].

2.5.1.1.8. Stilbenler

Yenilen bitkilerde yaygın değildirler. Fakat bu gruptan resveratrol antikarsinojenik özelliklerinden dolayı dikkat çekmiştir. Şaraplarda bulunur, ancak düşük oranlarda bulduklarından dolayı koruyucu özellikleri önemli düzeyde değildir [50].

2.5.1.1.9. Lignanlar

İnsan dokusunda ve idrarında bu maddeye rastlanmıştır ve bunların gıda kaynaklı olduğu anlaşılmıştır. Fakat hangi gıdalarda bulunduğu tam olarak tespit edilememiştir. Lignanları içerdiği kesin olarak bilinen tek bitki, keten tohumu ve yağıdır. Bu bitki insan ve hayvanlar tarafından tüketildiğinde bağırsak mikroflorası tarafından metabolize edilmekte ve memeli lignanlarına dönüşmektedir. Lignanlar fitoestrogen olarak bilinirler [51].

Diğer gıda kaynaklı polifenoller, flavonoidler ile fenolik asitlerin oksidatif polimerizasyonu sonucu oluşan bileşiklerdir ve kimyasal yapıları tam olarak aydınlatılamamıştır. Bu polimerizasyonlar olgunlaşma sırasında işleme (öğütme, fermantasyon, depolama, pişirme vs.) esnasında gerçekleşebilir [43].

2.5.2. Tokoferoller

1922 yılında farelerde yapılan bir çalışmada üreme bozukluklarını önleyen bir madde tanımlanmıştır. Bu maddeye, latince doğurmak ve taşımak kelimelerinin birleşmesiyle oluşan tokoferol ismi verilmiştir [52].

Tokoferoller, tokotrienoller ve ilgili diğer bileşikler genel olarak "tokoller" olarak adlandırılır. Çift bağ içermeyenler tokoferol, bir çift bağ içerenler tokomonoenoller, üç çift bağ içerenler tokotrienoller olarak adlandırılır. Daha ileri düzeyde sınıflandırma, fenolik halka üzerindeki metil gruplarının dallanma yapısına göre yapılır. 5,7,8-trimetyltocol (α -tokoferol), 5,8-dimetyltocol (β -tokoferol), 7,8-dimetyltocol (γ -tokoferol), ve 8-metyltocol (δ -tokoferol) bunlardan bazılarıdır. Bu farklı bileşikler bazen tokoferol izomerleri olarak adlandırılır. Ancak aslen bu yapılar birbirinden farklı kimyasal formüllere sahiptirler ve birbirinin izomeri değildirler [53].

E vitamini terimi, vücutta α -tokoferol aktivitesi gösteren tüm komponentler için kullanılan genel bir isimdir. Vücutta antioksidan özellik gösteren temel bir besin öğesidir ve vücut kendi kendine üretmez. Onun için dışarıdan yiyeceklerle veya sentetik ilaçlarla alınmalıdır [54]. Diğer vitaminlerin aksine E vitamininin belirgin bir enzimatik fonksiyonu yoktur. Bu açıdan bakılınca sentetik antioksidanlarla eksikliği giderilebilir gibi görünmektedir. Fakat deney hayvanlarında yapılan bazı çalışmalarda E vitamini eksikliğinde görülen bazı aksaklıkların sentetik antioksidanlarla giderilemediği anlaşılmıştır. E vitaminin ve Selenyum elementinin metabolik işlevleri yakın ilgilidir. Bunlardan birinin eksikliğinde diğeri onun yerini doldurur. Kükürtlü aminoasitler olan metionin ve sistein'de vitamin E yedeği işlevi görürler [55].

Vitamin E'nin vücutta üstlendiği belli başlı bazı görevler vardır. Bunlardan birincisi ve en önemlisi antioksidan olarak hücreleri ve diğer vücut komponentlerini serbest radikallerin hücumundan korumasıdır [56].

Kimyasal strüktür olarak tokoferoller de birer fenolik maddedir ve aşağıdaki reaksiyonda gösterildiği üzere antioksidan özellik gösterir.

$ROO^{\bullet} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\bullet}$ (peroksil radikali ile organik bileşik arasındaki reaksiyon)

$ROO^{\bullet} + TH_2 \longrightarrow ROOH + TH^{\bullet}$ (tokoferol ile peroksil radikalinin reaksiyonu)

Oluşan TH^{\bullet} radikali rezonans kararlılığından dolayı peroksil radikalinden daha stabil bir yapıdadır. Bu yüzden de tokoferol güçlü bir antioksidandır (Bkz. Ek 1.). Alfa tokoferolün yükseltgenmesi sonucu oluşan alfa-tokoferol (TH^{\bullet}) radikali başka bir peroksil radikalini indirgeyebilir ve metil tokoferol kinon'a (T) dönüşür veya başka bir tokoferol radikali ile reaksiyona girerek metil tokoferol kinon'u ve tokoferol molekülünü oluşturabilir [57].



Biyolojik sistemlerde askorbatlar, tokoferol radikalini tekrardan tokoferol formuna dönüştürme kabiliyetine sahiptirler [58]. Vücudun savunma mekanizmasını uarması da E vitaminin önemli bir işlevidir. Bazı çalışmalar E vitamininin yüksek oranda bulunduğu durumlarda enfeksiyonların etkisinin azaldığını göstermiştir. Ayrıca E vitamininin immün sistemini güçlendirerek kanser başlangıcını önlediği ileri sürülmektedir. Sigara içen bireylerde düşük seviyede E vitamini alımının prostat kanserine yol açtığı bilinmektedir [59]. Yetişkin bireylerle yapılan bir çalışmada vitamin E alımıyla kalp damar hastalıklarının görülme sıklığı arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir [60]. Tokoferoller yüksek konsantrasyonlarda prooksidant etki de gösterebilirler [61].

E vitamini, dumanla muamele edilmiş gıdalarda bulunan nitritlerin, sindirim sisteminde güçlü tümör yapıcılar olan nitrozaminlere dönüşümünü engellemektedir [62]. Vitamin E'nin kataraktı önlemede de etkili olduğu bilim adamları tarafından belirtilmiştir [63]. E vitamini genetik yapıyı düzenleyici etki de gösterir. Düz kas hücrelerinin aşırı ve kontrolsüz çoğalmasını kontrol ettiği tespit edilmiştir [64]. Bu aşırı çoğalmaların, kalp krizinin en önemli sebeplerinden biri olduğu bilinmektedir [65].

Vitamin E eksikliği deney hayvanlarında üreme bozukluğu, karaciğer ve böbrek rahatsızlıkları ve nörolojik anormalliklere neden olmuştur [55]. Vitamin E, yağlarda çözünen bir vitamindir ve yağlarda çokça bulunur. Hücre membran yağlarında ve LDL (Low density Lipoprotein) döngüsünde bulunması önemlidir [66]. Vücudun yağ dokusundaki başlıca antioksidan olarak bilinir. Lipid peroksidasyonunu önler, serbest radikal oluşumunu ve oksidatif zararı engeller. Çoklu doymamış yağ asitlerince zengin vücut dokularında (beyin ve merkezi sinir sistemi) ve oksijen ile direkt olarak temas eden dokularda (akciğer ve diğer solunum organları) mikrozomları ve mitokondrileri korur [67].

Sebze yağları, yağlı meyve tohumları ve hububatlar en önemli kaynağıdır. Hayvansal yağlar E vitaminince fakirdir [68,69]. Ek 7.'de bazı gıda maddelerinin E vitamini içerikleri verilmiştir.

2.5.3. C Vitamini

L-Askorbik asit veya askorbat olarak da bilinen C vitamini, suda çözünen vitaminler grubundandır. Beyaz renkli, katı ve kokusuz bir bileşiktir ve kimyasal yapısı $C_6H_8O_6$ şeklindedir. İnsanoğlu, glukozu C vitaminine dönüştüren enzimden yoksun birkaç canlı türünden biridir [70].

C vitamini ilk olarak 1747 yılında bazı denizcilerin okyanusta skorbüt hastalığına yakalanmasından sonra keşfedilmiştir. 1753 yılında James Lind bu hastalığa yakalanan insanların portakal ve limon tüketerek iyileşebileceklerini yazmıştır [71]. 1933 yılında C vitamini laboratuvar şartlarında sentezlenmiştir [72].

Askorbik asit biyolojik sistemler için önemli indirgen ajanlardandır. Fakat organizmada bulunan iz metal iyonları ile reaksiyona girip ROT'ları oluşturabildiği için aynı zamanda prooksidant etki gösterebilir. Lipid peroksidasyonu zincir reaksiyonunu, elektron vererek durdurur. Vücutta askorbik asit, karotenoid ve tokoferollerin miktarının dengesi önemlidir. Bu denge lipid peroksidasyonu karşısında bu üç öğenin sinerjistik etki göstermesi açısından önemlidir. Askorbik asit serbest radikalleri hücre membranına varmadan etkisiz hale getirir. Tokoferol

ve glutasyon radikalleri de askorbik asit sayesinde tekrar aktif izoformlarına dönüşürler. Askorbik asit, beyindeki bazı nöronların çalışmasını da regüle ederler. Bu yolla bazı hormonların sentezi, salgılanması ve sinir sisteminde iletimi ile ilgili mekanizmalarda düzenleyici rol oynar. Ayrıca askorbik asidin kas dokularında lipid peroksidasyonunu ve dolayısıyla kas hasarını önlediği belirlenmiştir [70].

Askorbik asidin antioksidan mekanizmaya katkısı 3 şekilde gözlenmiştir;

1- Singlet oksijeni gidererek [73],

2- Lipid peroksidasyonu ile oluşan peroksil serbest radikalini süpürerek [74],

3- α -tokoferol radikalini α -tokoferol'e indirgeyerek. Böylece indirekt olarak antioksidan mekanizmaya büyük bir katkıda bulunur. Oluşan askorbat radikali de indirgen özellikte bir bileşiktir ve antioksidan özelliğe sahiptir [75].

Askorbik asit türevleri de metabolizma için önemli yapılardır. Hücreler arası sıvıda ve hücrede askorbik asit dehidroaskorbik aside okside olur. Dehidroaskorbik asidin membranda geçişi askorbik aside oranla daha kolaydır [70,72]. Hücre membranı ile yakın affinitesinden dolayı 3-alkil-askorbik asidin çok kuvvetli zincir kırıcı aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı askorbik asidin lipofilik türevlerinin reperfüzyon zedelenmelerinde koruyucu olduğu öne sürülmektedir. Bazı çalışmalar 6-O-askorbil-alkonatların linoleik asidin oksidasyonunu önlemede askorbik aside oranla daha aktif olduğunu göstermiştir [76].

C vitamini kanda ve dokularda bir miktar depolanabilir. Bu miktar 20 mg/kg vücut ağırlığı civarındadır. Bu seviyenin vücutta sürekli olarak muhafaza edilebilmesi için günlük askorbik asit alımının en az 90 mg olması gereklidir. Suda çözünen bir vitamin olduğundan vücudun yağlı bölgelerinde miktarı düşüktür [71]. Pektin ve çinko, nedeni bilinmeyen bir mekanizmayla askorbik asidin emilimini azaltır. Yüksek düzeyde demir varlığında da C vitamini parçalanır [70].

Sigara içenler, sigara dumanından ve immün sisteminin sigara içimiyle uyarılmasıyla oluşan ROT'lar tarafından üretilen serbest radikallerden kaynaklanan bir oksidatif hücumla maruz kalırlar. Burada oksidatif zararın sigara içiminden kaynaklanan hastalıklardan biri olduğunu söyleyebiliriz. Sigara içenler beslenme alışkanlığı olarak genelde az miktarda meyve ve sebze tüketirler. Bu da antioksidan-oksidan dengesinin iyice bozulmasına yol açar [77]. Ayrıca sigara içimi vücutta α -1-proteinaz'ın inhibisyonuna neden olmaktadır. C vitamini bunu önlemektedir [78].

C vitamini retinayı ve lens dokusunu fotoperoksidasyona karşı korumakta ve kataraktı önlemektedir [79]. 400 mg/gün C vitamini alımıyla serum lipid peroksidlerinin miktarında %13'lük bir azalma olduğu görülmüştür [74]. Midedeki N-nitrozo bileşiklerinin mutajenik ve karsinojenik etkilerini gidermesi de askorbik asidin antioksidan özelliğine önemli bir örnektir [79].

2.5.4. Karotenoidler

Karotenoidler, yağda çözünen bileşiklerdir ve bitkilerde renk pigmentleri olarak doğal halde bulunurlar. Karotenoidlerin suda çözünürlüğü oldukça zayıftır. Ancak polar yan gruplar ve cis-trans izomerizasyonu çözünürlüğü etkiler. Karotenoidler sarı ve koyu yeşil renkli sebze ve meyvelerde bulunurlar ve çoğunlukla buldukları bitkilerin karakteristik rengini verirler. Kayısının, kavunun, havucun sarı-turuncu, domatesin kırmızı rengi karotenoidlerden kaynaklanır [80]. Kayısı meyvesinde bulunan bazı karotenoidler ve miktarları Çizelge 2.3.'de verilmiştir.

Beta-karoten ve diğer bazı karotenoidler A vitamini öncülü maddelerdir. β -Karoten, karoten dioksigenaz enziminin merkezdeki çift bağı koparmasıyla A vitaminine dönüşür. Bu enzim insan ve farelerin bağırsak mukozası ve ciğerlerinden izole edilmiştir. Vücutta beta-karotenin A vitaminine dönüşümü ihtiyaca bağlıdır. Yani vücudun ihtiyacı kadar A vitamini üretilir ve geriye kalanlar karotenoid olarak işlev görür [81].

Çizelge 2.3. Kayısı meyvesinin karotenoid içeriği [4].

Karotenoid cinsi	Miktarı (µg.g)
Trans-β-karoten	23,7
Cis-β-karoten	1,7
Cis-γ-karoten	8,5
Cis-β-kriptoksantin	4,2
Likopen	3,2
Trans-fitofluen	5,5
Cis-fitofluen	15,5
Toplam miktar	62,3

Şimdiye kadar 500-600 civarında karotenoid tanımlanmıştır. Bunların çoğu deniz canlılarından (algler) izole edilmiştir. Karotenoidler bitkilerde kloroplastta; alfa ve beta karoten, beta-kriptoksantin, lutein, zeaksantin, violaksantin ve neoksantin olarak yoğun bir şekilde bulunurlar [82]. İnsan plazmasında ve dokularında β-karoten ve α-karoten gibi siklik, likopen ve fitoen gibi asiklik ve ksantofiller (Zeaksantin, lutein, β-kriptoksantin) gibi karotenoidler tespit edilmiştir. Bitkilerde sık bulunan karotenoidlerle insan plazmasından izole edilenlerin benzerlik göstermesi, karotenoid alımının bitkilerden yapıldığının bir göstergesidir [83].

Genel olarak tüm karotenoidler 8 izoprenoid ünitesinden oluşmuştur ve tüm karotenoidler likopen türevi olarak kabul edilir. Hidrojenasyon, dehidrojenasyon, siklizasyon, oksijen eklenmesi, çift bağ ve metil grubu göçü, zincir uzaması ve kısalması gibi birçok kimyasal reaksiyon sonucu likopen kökünden, diğer karotenoidler oluşur [80].

Karotenoidler yapısal olarak birbirlerine benzemelerine rağmen biyolojik fonksiyonları oldukça farklılık arz eder. En yüksek A vitamini potansiyeline sahip karotenoid beta-karoten'dir. Diğer önemli provitaminler de alfa-karoten ve beta-kriptoksantindir .Beta karoten all-trans ve 9-cis şeklinde iki formda bulunur. Yapılan araştırmalar 9-cis-beta karotenin all-trans-beta karotene göre daha etkili bir antioksidan olduğunu göstermiştir [84]. Bazı önemli karotenoidler Ek 8.'de verilmiştir.

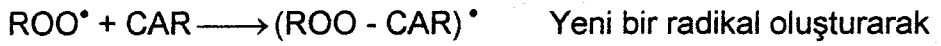
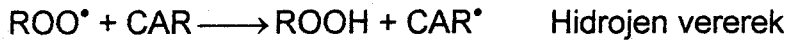
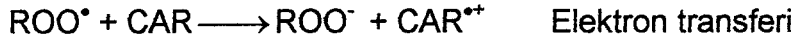
Karotenoidler A vitamini öncülü olmalarının yanısıra tamamen bağımsız bazı diğer fonksiyonlara da sahiptirler. Bu açıdan karotenoidlere, A vitamini ifade etmek için kullanılan bir terim olan *retinoidler* demek yanlıştır. Bu fonksiyonları, A vitaminine dönüşmeden kendi yapılarını muhafaza ederek gerçekleştirirler. Karotenoidlerin immün sistemini güçlendirdiği yapılan çalışmalardan elde edilen bir bulgudur. Karotenoidler, özellikle de likopen, güçlü singlet oksijen süpürücü rol oynarlar, hücre ve diğer vücut komponentlerini serbest radikallerin saldırılarından korurlar ve zincir reaksiyonlarını keserler [85]. Likopen bakımından zengin olan domates gibi gıdaların yaşlı erkeklerde prostat kanseri riskini azalttığı tespit edilmiştir [86].

Kantaksantin ve astaksantin güçlü antioksidan bileşiklerdir [87]. Karotenoidlerin antioksidan özellikleri α -tokoferolün varlığında çok daha üst seviyelere çıkmaktadır. Bu da bu iki antioksidan grup arasındaki sinerjizmi göstermektedir [58].

Karotenoidler cildin matlaşmasını engellemekte ve UV ışınlarının meydana getirdiği zararları önlemektedir. Lutein ve zeaksantin gözdeki retina tabakasında bulunur ve görme duyarlılığını ayarlayan makula'nın normal çalışmasını temin eder [88]. Karotenoidlerin birçok kanserli hücre çeşidinin çoğalmasını engellediği tespit edilmiştir. Farklı karotenoidler farklı kanserli hücreler için spesifiktir. Lutein, zeaksantin, alfa-karoten, beta-karoten'in akciğer kanserine, karşı koruyucu etkisi vardır [89]. Oksijen yoğunluğunun az olduğu durumlarda karotenoidlerin antioksidan özellikleri artmaktadır [90].

Aynı bakterinin karotenoid içeren ve içermeyen mutajenlerinde yapılan çalışmalarda, karotenoid içeren türün ışığın olumsuz etkilerinden daha az etkilendiği görüldü [91]. Bu çalışmayı daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalar da destekledi ve karotenoid pigmentlerinin radyasyondan kaynaklanan ROT'ları giderdiği anlaşıldı [92].

Karotenoidler serbest radikallerle üç şekilde reaksiyona girerler [83];



2.5.5. Maillard reaksiyonu ürünleri (MRÜ)

Gıdaların depolanmaları veya ısıtılma işlem görmeleri sırasında gerçekleşen Maillard esmerleşme reaksiyonları gıda kalitesi açısından önemli reaksiyonlardır. Bu reaksiyonlar fırıncılık ürünlerinde, kavrulmuş ve kızartılmış gıdalar için istenirken, konsantrelerde ve kurutulmuş gıdalarda istenmemektedir. Esasen bu tercih, gıdanın duyusal özellikleri ile ilgilidir. Açık renkli bir elma veya kayısı kuru kararmış olandan her zaman daha fazla tercih edilir. Ters bir durum çerezler için geçerlidir. Fıstık, badem, fındık, kayısı çekirdeği, kabak çekirdeği gibi birçok çerezin kavrulması, bu gıdalarda hem duyusal hem de tekstürel özellikler açısından olumlu etki yapar.

Maillard reaksiyonu indirgen şekerlerle aminoasitler, proteinler veya peptidler arasında meydana gelen reaksiyonlara verilen isimdir [93]. Eichner [94] Maillard reaksiyonu ara ürünleri olan redüktanların, Yamaguchi [95] ise yüksek moleküllü melanoidlerin güçlü birer antioksidan olduğunu ortaya çıkarmıştır. Maillard reaksiyonlarında oluşan redüktan yapıdaki bileşiklerin, hidrojenlerini vererek radikal zincirini kırdıkları anlaşılmıştır [96]. Ayrıca lipid hidroperoksitlerini non-radikallere indirgemede de etkilidirler [97]. MRÜ aynı zamanda fenolik antioksidanlarla sinerjistik etki gösterirler. MRÜ'nin antioksidan özelliğinin en önemli

sebebinin bunların pozitif yüklü elektrofilik metabolitleri tutuklama kabiliyetleri olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca oksijen radikallerini süpürmeleri ve metalleri (özellikle demir) tutuklayarak inaktif kompleksler oluşturmaları da aktivitelerine katkıda bulunur [98].

MRÜ'nin antioksidan kapasitesi ilk olarak 1954 yılında tesbit edilmiştir [99]. MRÜ'nin bazı fraksiyonlarının yaygın olarak kullanılan gıda katkıları antioksidanlardan daha yüksek aktivitede olduğu belirtilmektedir. Bu fraksiyonlar şeker-amino asit reaksiyonlarından sentezlenebildikleri gibi gıda işleme koşullarının optimizasyonu ile de elde edilebilir [98]. Çizelge 2.4.'de çeşitli şekerler ve aminoasitlerin laboratuvar ortamında ısıtılmasıyla elde edilen maillard reaksiyonu ürünlerinin 420 nm'deki absorbanları verilmektedir.

Çizelge 2.4. MRÜ'nin Absorbans Değerleri [93]

Amino bileşik	420 nm'deki Absorbans			
	+D-Glukoz	+D-Fruktoz	+D-Riboz	+ α -Laktoz
Lys	0.947	1.04	1.22	1.23
Gly	0.942	1.07	1.34	1.49
Trp	0.826	0.853	0.972	1.32
Tyr	0.809	0.857	0.951	1.06
Pro	0.770	0.783	0.792	0.876
Leu	0.764	0.747	0.895	1.11
Ile	0.746	0.797	0.870	0.986
Ala	0.739	0.792	0.945	1.06

MRÜ'nin antioksidan özelliği birçok faktörden etkilenir. Bunlar; reaksiyona giren amino ve şeker gruplarının türü ve oranı, sıcaklık, pH ve su aktivitesidir [98]. Yapılan çalışmalarda ortamın pH'ının esmerleşmeye etkisi de çalışılmış ve bir

genelleme yapılırsa pH 6,0 'nın altında çalışıldığında, Maillard reaksiyonlarının ölçülemeyecek düzeyde az gerçekleştiği görülmüştür. pH 10' a kadar esmerleşme artmakta ama daha bazik ortamlarda ise esmerleşme tekrar düşmektedir Maillard reaksiyonu ürünlerinin 420 nm' deki absorpsiyonları dikkate alınarak büyükten küçüğe alfa-laktoz, D-riboz, D-fruktoz ve D-glukoz sırasıyla daha yoğun esmerleşme gösterdikleri tespit edilmiştir [93].

Bazı çalışmalarda çeşitli gıdaların işlenmesi sonucu oluşan Maillard reaksiyonu ürünlerinin antioksidan özellikleri çalışılmıştır. Kavurma miktarı ile kahvenin antioksidan özellikleri arasındaki ilişki incelenmiş ve belli bir düzeye kadar kavurma işleminin antioksidan kapasiteye katkısı olduğu tespit edilmiştir [100]. Başka bir çalışmada buğday, buğday germi, fındık, badem içi ve arpanın kavrulması ele alınmış ve örneklerin tümünde kavrulma sonucu antioksidan özellik gözlenmiştir. Bu çalışmada tüm örnekler 160 °C'de 20 dk kavrulmuş ve karşılaştırma yapılmıştır [101].

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan, Hacıhaliloğlu kayısı çeşidine ait kükürlenmeden kurutulmuş çekirdekler, dış sert kabuğundan ayıklanmış bir şekilde kayısı marketlerden alınmış, kullanılıncaya kadar ağzı kapalı cam kavanozlar içinde buzdolabında saklanmıştır. Şam ve Paşa Mişmiş türlerine ait kayısılar, Malatya Meyvecilik Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Örnek Hazırlama

3.2.1.1. Dondurarak kurutma

Çalışmada dondurarak kurutulmuş kayısı örnekleri kullanılmıştır. Bu işlem de-Ancos ve ark.'dan [102] yararlanılarak yapılmıştır. Bunun için, kayısılar laboratuvara getirilip derhal çekirdekleri çıkartılmış ve küçük parçalara ayrılmıştır. Parçalanmış kayısılar alüminyum folyo üzerine tek sıra dizilmiş ve derin dondurucuya konulmuştur. 6-8 saat sonunda derin dondurucudan alınan kayısılar freeze-drier cihazına (Armfield, England) konulmuş ve 5 mmHg basınç ve -50°C şartlarında kurutulmuştur. Her bir kurutma işlemi yaklaşık 12-15 saat sürmüştür. Tamamen kurumuş ürün Waring-blender'da parçalanarak, dondurarak kurutulmuş kayısı tozu elde edilmiştir. Bu toz kapaklı plastik kaplarda, ağızları parafilmli bir şekilde $<-10^{\circ}\text{C}$ 'de saklanmıştır.

3.2.1.2. Yağ ekstraksiyonu

Yapılan ön denemelerde kayısı çekirdeği yağının yüksek düzeyde antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Bu aktivite muhtemelen çekirdek yağında bulunduğunu bildiğimiz tokoferollerden kaynaklanmıştır [103]. Bu tez kapsamında asıl amaç, kayısı çekirdeğinin kavrulması işleminin antioksidan aktiviteye katkısını belirlemek olduğundan çekirdeklerin yağının uzaklaştırılması uygun görülmüştür. Benzer uygulamalar diğer bazı araştırmacılar tarafından da yapılmıştır [101,104].

Bir miktar kayısı çekirdeği alınarak su içerisinde 1 saat bekletilmiş, etinden ayrılan iç kabuk elle soyulmuştur. Çekirdekler benç üstünde 2 saat kendi halinde kurutulduktan sonra kahve değirmeninde (Arzum Crocodile) üç

defa çekilerek sokselet ekstraksiyon düzeneğinin kartuşlarına 10'ar gram olacak şekilde konulmuştur. Çözücü olarak 250 ml n-hekzan kullanılarak 70-80 °C'de 24 saat ekstraksiyona tabi tutulmuş, süre sonunda çekirdeklerin yağı büyük oranda alınmıştır. Çekirdek tozları kurutularak kahve değirmeninden çekilmiş, 24 saat tekrar ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuş ve maksimum düzeyde yağ uzaklaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece kayısı çekirdeklerinden beyaz un görünümünde yağsız kayısı çekirdeği tozu elde edilmiştir. Bu toz 10 gramlık kapaklı plastik kaplar içine sıkıştırılarak konulup, ağızları parafilmle sarılmış ve <-10 °C de kullanılıncaya kadar saklanmıştır.

3.2.1.3. Kavurma işlemi

Bu işlem yapılırken Nicoli ve ark.[100] ve Hwang ve ark.[104]'nin yaptıkları çalışmalardan faydalanılmıştır. Ön denemeler sonucu, mevcut koşullarda 150 °C'nin kavurma açısından en uygun sıcaklık derecesi olduğu tespit edilmiştir. Yağsız çekirdek tozlarından 5 g alınıp etüvde (Gallenkamp) 150 °C'de 10 dk bekletilmiş petri kaplarına konulmuş, örnek kaba yayılmış ve petri kabının kapağı kapatılarak etüve yerleştirilmiştir. Kavurma sırasında petriler ara sıra sarsılarak homojen bir kavurma temin edilmiştir. Yukarıda anlatılan işlemler, örneklere aynı sıcaklık derecesinde 5, 10, 15, 20 dakika olmak üzere farklı sürelerde uygulanarak, farklı düzeylerde kavrulmuş çekirdek örnekleri elde edilmiştir. Kavrulmamış ve farklı düzeylerde kavrulmuş çekirdek tozları kapaklı plastik kaplarda derin dondurucuda saklanmıştır.

3.2.1.4. Ekstrakt hazırlama

Örnekler içerisinde antioksidan davranış gösteren bileşiklerin izole edilmesi amacıyla yapılmıştır. Bozulmalardan kaynaklanabilecek aktivite kayıplarını önlemek için, ekstraktlar her bir deney için günlük hazırlanmıştır.

Bu amaçla 0,5 g örnek tartılarak 100 ml'lik bir erlene konulup üzerine 30 ml etanol eklenmiş, manyetik karıştırıcıda (Clifton) 30 dakika karıştırılmıştır. Süre sonunda süspansiyon 2 kat Whatman No:1 filtre kağıdından süzülerek 250 ml'lik balonlara alınmış, rotary evaporatörde (Bibby RE 100) 40 °C'de vakum altında, ekstrakt hacmi 10 ml'ye düşünceye kadar evapore edilmiştir. Yoğunlaştırılmış ekstraktlar, cam tüplere konularak ağızları parafilmle

kapatılmış ve kullanılıncaya kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Yapılan analizlerde örnek olarak bu ekstraktlar kullanılmıştır.

3.2.2. Analiz Metotları

3.2.2.1. Radikal süpürme gücü (RSG) ölçümü

Diphenyl Picryl Hydrazyl (DPPH-Sigma) sentetik radikali kullanılarak ekstraktların RSG değerinin ölçümü, Yen ve ark.,[105]'a göre ve deney şartlarının gerektirdiği bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir.

DPPH çözeltisi, her deney için günlük hazırlanmış olup, 0.025 g.L⁻¹ 'lik DPPH çözeltisi için 2,5 mg DPPH radikali 100 ml etanol içinde çözülmüş ve kullanılıncaya kadar ağzı kapalı bir kapta derin dondurucuda saklanmıştır. Spektrofotometre (Pharmacia LKB Novaspec II) küvetlerine (2,5 ml-disposable) 50, 100, 200, 300 ve 500 µl ekstrakt çözeltisi otomatik pipetle (Gisor-England) konulmuş ve etanolla 500 µl'ye tamamlanmış, kör numune için küvete 500 µl saf etanol konmuştur. Böylece örnek ekstraktının farklı konsantrasyonları elde edilmiştir. Her bir küvete 2 ml DPPH çözeltisi pipetlenmiş ve küvetler birkaç kez ters-düz edildikten sonra karanlık bir yerde, oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. 30 dakika sonra küvetlerin 517 nm'deki absorbansı saf etanole karşı okunmuş, RSG değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır;

$$RSG = 1 - \left[\frac{A_{Ö.30}}{A_{K.30}} \right] \times 100 \quad 3.1$$

$A_{Ö.30}$: Örneğin 30.dakikadaki absorbansı

$A_{K.30}$: Kontrolün 30. dakikadaki absorbansı

3.2.2.2. β-Karoten bleaching metoduyla antioksidan aktivite ölçümü

Antioksidan aktivite ölçümü, Moure ve ark.'na [106] göre ve deney şartlarının gerektirdiği bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır.

2 mg kristal Trans-beta-karoten (Sigma), 10 ml kloroform içinde çözülerek stok beta-karoten çözeltisi hazırlanmıştır. 250 ml'lik yuvarlak tabanlı bir balona; 40 µl linoleik asit (Sigma) ve emülgatör olarak 500 µl tween-20 (Merck) konularak üzerine beta-karoten çözeltisinden 1 ml konulmuş ve hızla

kariştirilerek balon içeriğinin homojen bir şekilde çözünmesi sağlanmıştır. Kloroform rotary evaporatörde 40 °C'de vakum altında 5 dakika uzaklaştırılmış, Balona 100 ml destile su, yavaşça konularak ve kuvvetlice çalkalanarak tam bir emülsiyon oluşması sağlanmıştır. Bu emülsiyon ışıktan ve havadan etkilenmeyeceği soğuk bir yerde kullanılıncaya kadar saklanmıştır. Deney tüplerine 50, 100, 200, 300, ve 500 µl örnek ekstraktlarından konularak etanolle 1ml'ye tamamlanmış, kontrolde örnek yerine saf etanol kullanılmıştır. Her bir tüpe 5 ml β-karoten emülsiyonu konulup tüpler iyice çalkalanıp derhal 470 nm'de absorbans okunmuştur. Spektrofotometreyi sıfırlamak için β-karoten içermeyen emülsiyon kullanılmıştır. (Bu amaçla başka bir balona yalnızca linoleik asit ve tween-20 konulmuş ve destile su eklenerek bir emülsiyon oluşturulmuştur.) Daha sonra tüpler 50 °C'de su banyosuna (Clifton) konulmuş, 90 dakika sonunda emülsiyonların absorbansları ölçülerek antioksidan aktivite aşağıdaki formülle hesaplanmıştır;

$$\text{Antioksidan Aktivite} = \frac{(A_{O:90} - A_{K:90})}{(A_{K:0} - A_{K:90})} \times 1000 \quad 3.2$$

$A_{O:90}$: Örneğin 90. Dakikadaki absorbansı

$A_{K:90}$: Kontrolün 90. Dakikadaki absorbansı

$A_{K:0}$: Kontrolün 0. Dakikadaki absorbansı

3.2.2.3. İndirgeme gücü ölçümü

İndirgeme gücü ölçümünde Hwang ve ark.'nın [104] kullandığı yöntem değiştirilerek uygulanmıştır.

Cam tüplere 50, 100, 200, 300, 500 µl ekstrakt konularak etanol ile 1ml'ye tamamlanmış, kontrolde örnek yerine etanol kullanılmıştır. Her tüpe 2,5 ml 0,2 M fosfat tamponu (pH: 6,6) ve 2,5 ml %1'lik potasyum ferri siyanür (Sigma) ilave edilerek karişım su banyosunda 50 °C'de 20 dk inkübasyona bırakılmıştır. Su banyosundan alınan tüplerin üzerine 2,5 ml %10'luk Trikloroasetik asit (Merck) eklenip tüpler çalkalanmış daha sonra santrifüj cihazının (Minstral 1000) tüplerine alınan örnekler, 6000 dev/dak'da 10 dk santrifüj işlemine tabii tutulmuştur. Santrifüj sonucu ayrılan serumdan 2,5 ml alınarak

üzerine 2,5 ml destile su ve 0,5 ml %0,1'lik FeCl₃.6H₂O (Sigma) çözeltisi ilave edilmiş renklenen çözeltinin 700 nm'deki absorbanı destile suya karşı okunmuştur.

3.2.2.4. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM) analizi

Örneklere TFMM analizi Yıldırım ve ark.'na [107] göre yapılmış, TFMM değerleri gallik asit cinsinden ölçülmüştür.

Gallik asit standart grafiği için 50 mg gallik asit 100 ml destile suda çözülmüş, bu çözeltiden 100, 200, 300 ve 400 µl'lik miktarlar 100 ml'lik erlenlere konulmuş ve hacim destile su ile 46 ml'ye tamamlanmıştır. Her bir erlene 1'er ml Folin&Ciocaltue çözeltisi (Merck) pipetlenmiştir. 3 dakika sonra erlenlere 3'er ml %2'lik sodyum karbonat çözeltisinden ilave edilerek erlenler oda sıcaklığında 120 dk çalkalanmıştır. Renklenen çözeltilerin absorbanları spektrofotometrede 760 nm'de distile suya karşı okunmuştur.

Örnekler için 300, 500 ve 1000 µl ekstraktlar 100 ml'lik erlenlere konularak etanol ile hacim 1 ml'ye tamamlanmış ve yukarıda anlatılan işlemlerin aynısı örnekler için de uygulanmıştır. Elde edilen absorban değerleri standart gallik asit grafiğinde yerine konularak "c" değerleri bulunmuş, sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$C = \frac{c \cdot V}{m}$$

3.3

C= µg.g⁻¹ olarak TFMM (Başlangıçtaki örnek içerisinde)

c= µg.ml⁻¹gallik asit konsantrasyonu (Örnek ekstraktında)

V= ml olarak ekstrakt miktarı

m= Örnek miktarı

3.2.2.5. Esmerleşme derecesi ölçümü

Örnek ekstraktlarının esmerleşme derecesinin ölçümü Morales ve Perez'e [98] göre yapılmıştır. Bu işlem kavrulmuş çekirdek tozlarında, maillard reaksiyonlarının meydana getirmiş olduğu rengin yoğunluğunun ölçülmesi amacıyla yapılmıştır. Yukarıdaki deneylerde kullanılan etanol ekstraktı bu deney

için de aynen hazırlanmış, ekstraktların 420 nm'deki absorpsiyonu saf etanole karşı okunmuştur.

3.2.3. İstatistiksel İşlemler

İstatistiksel değerlendirme "SPSS 7.5 for Windows" paket programıyla gerçekleştirilmiş, deneylerde kullanılan farklı örnek ve aynı örneklerin farklı konsantrasyonları arasındaki farkların önem düzeyi ANOVA testi ile araştırılmıştır. Farklı deneysel yöntemler arasındaki ilişki basit korelasyonla belirlenmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. RSG Ölçümü

Bu yöntemde kayısı ve kavrulmuş çekirdek ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarıyla karıştırılan DPPH etanol çözeltisinin koyu menekşe rengindeki açılma spektrofotometrik olarak 517 nm'de belirlenmiştir. DPPH radikalinin antioksidan maddelerin varlığında onlardan hidrojen alarak DPPHH'a dönüştüğü ve bu bileşiğin de sarı renkli olduğu bildirilmektedir [108]. Ortamdan DPPH'ın kaybolma derecesiyle antiradikal aktivite arasında doğrusal bir ilişkiden bahsedilmektedir. Ek 9'da BHT ile DPPH arasında cereyan eden reaksiyon gösterilmiştir [6].

Farklı sürelerde kavrulmuş kayısı çekirdeği etanol ekstraktlarının, DPPH stabil radikali ile yapılan analizler sonucu elde edilen RSG değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı Sürelerde Kavrulmuş Çekirdek Örneklerinin RSG değerleri*

Ekstrakt Miktan (µl)	Kavurma Süresi (dakika)				
	0	5	10	15	20
50 ^s	2,567 ±0,672 ^d	4,493 ±0,237 ^c	15,203 ±1,155 ^a	14,840 ±1,857 ^{ab}	14,190 ±1,868 ^b
100 ^a	4,503 ±0,913 ^e	9,417 ±1,030 ^d	29,710 ±3,816 ^a	29,070 ±1,326 ^b	22,770 ±1,648 ^c
200 ^s	8,617 ±2,029 ^d	18,383 ±2,330 ^c	47,910 ±1,928 ^a	42,050 ±4,368 ^b	40,443 ±1,261 ^b
300 ²	12,523 ±1,727 ^d	28,763 ±0,759 ^c	58,177 ±3,857 ^a	55,973 ±1,953 ^b	51,013 ±0,612 ^b
500 ¹	20,203 ±1,202 ^d	38,303 ±3,051 ^c	76,947 ±2,893 ^a	70,163 ±4,111 ^b	68,060 ±0,928 ^b

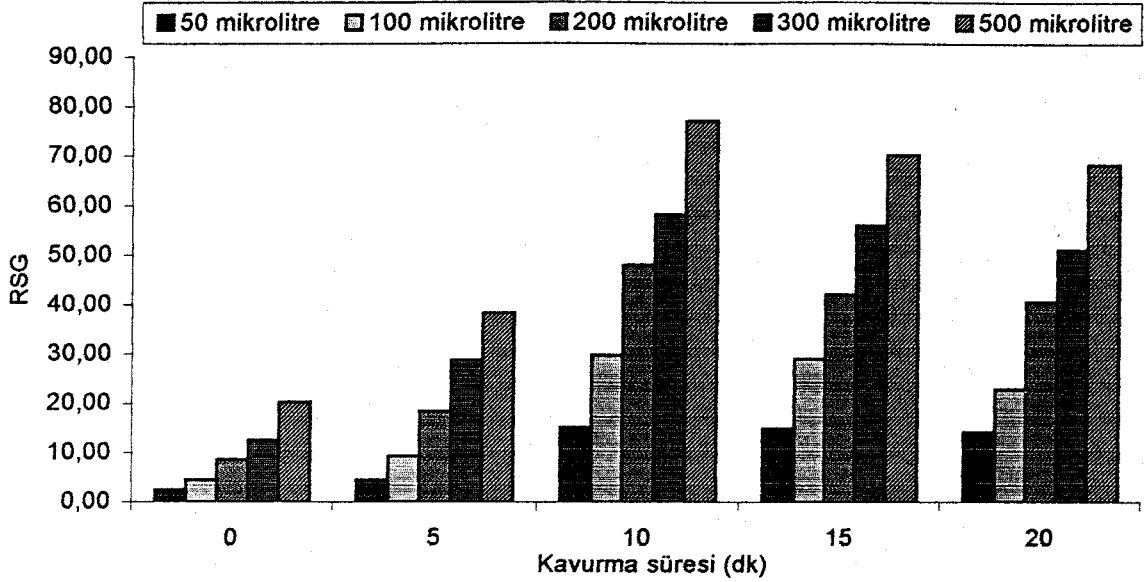
*Her bir değer, üç tekrardan elde edilen sonuçların ortalamasını ve ± standart sapmasını göstermektedir. Harflerle gösterilen indisler kavurma süresinin, rakamlarla gösterilen indisler ise konsantrasyon farkının RSG üzerine etkisinin istatistiksel olarak önem derecesini göstermektedir (p<0,05).

Kavrulmuş çekirdek örneklerinin tamamı, kavrulmamış örnekten daha yüksek RSG değeri göstermiştir (p<0,05). Bu da kavurma sırasında ortaya çıkan MRÜ'lerinin antiradikal özellikte olduğu tezini destekleyen bir bulgudur. Hwang ve ark. [104] da yer fıstığı örneğinde yaptıkları çalışmada, kavurma sonucu meydana gelen redüktan yapılı bileşiklerin, DPPH radikalini süpürdüğünü rapor etmişlerdir. Nicoli ve ark. [100] kahve örneğinin farklı sürelerde kavrulmuş fraksiyonlarının oksijen tüketimi, zincir kırıcı özelliklerini çalışmışlar ve lipid peroksidasyonunda Maillard reaksiyonu ürünlerinin meydana

getirdiği gecikmeyi ransimat testiyle araştırmışlardır. Çalışmada rnek ekstraktlarının aktivitesi, bir yapay antioksidan olan Trolox ile karşılaştırılmış ve 10 dakika kavrulmuş kahve örneğinin, bu yapay antioksidanla kıyaslanınca, kayda değer düzeyde zincir kırıcı aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Yen ve Hsieh [109] ksiloz ve lizin karışımının ısıtılması ile elde ettikleri maillard reaksiyonu rnlerinin DPPH radikalini süpürdüğünü belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler, bu çalışmalardaki bulgularla uyumluluk göstermektedir.

Yaptığımız çalışmalarda, kavurma işleminin 10. dakikasına kadar RSG değerinde bir artış gözlenmiş daha sonra ise düşüş görülmüştür ($p < 0,05$). 100 μ l örnekler hariç tüm konsantrasyonlarda 15 ve 20 dakika kavrulmuş örnekler istatistiksel olarak aynı grupta yer alan RSG değerleri göstermiştir. 10. dakikadan sonra görülen bu düşme kavurma işleminin ileriki aşamalarında, antioksidan yapılı MR'lerinin parçalanmasından ve aktivite kaybetmelerinden veya prooksidan özellikli yeni bileşiklerin oluşmasından kaynaklanabilir. Nitekim yapılan başka bir çalışmada 0, 8, 10, 15, 20 dk kavrulmuş kahve örneklerini su ekstraktlarının antioksidan parametreleri de, kavurmanın 10. dakikasına kadar artış göstermiş, ilerleyen kavurma süresiyle aktivitede düşüş görüldüğü ifade edilmiştir [100]. Çekirdek rneklerinin artan konsantrasyon ve kavurma süresine karşı llen RSG değerleri Şekil 4.1.'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Meyve ekstraktları artan konsantrasyonla artan RSG değerleri göstermiştir ($p < 0,05$). Meyve ekstraktlarında görülen antiradikal aktivite, fenolik maddelerden, karotenoidlerden, askorbik asitten ve diğer antioksidan karakterli meyve bileşenlerinden kaynaklanan antioksidan katkıların toplamı olarak algılanabilir. Kayısı meyvesinin zengin bir β -karoten kaynağı olduğu ve karotenoidlerin güçlü radikal süpürücü rol oynadıkları belirtilmektedir. Ayrıca klorojenik asit, kateşinler, flavanoller, hidrokisisinnamik asitler gibi fenolik bileşikler açısından da kayısı meyvesinin zengin bir içeriğe sahip olduğu rapor edilmiştir [5]. Daha önce de değinildiği gibi fenolik bileşikler önemli radikal süpürücü bileşiklerdir ve elde ettiğimiz RSG değerlerine bu fenolik bileşiklerin etkisi önemli düzeylerde olmalıdır.



Şekil 4.1. Farklı Sürelerde Kavrulmuş Çekirdek Ekstraktlarının RSG Değerleri

Şam ve Paşa Mişmişi ekstraktlarıyla yapılan çalışmalar sonucu elde edilen RSG değerleri Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir.

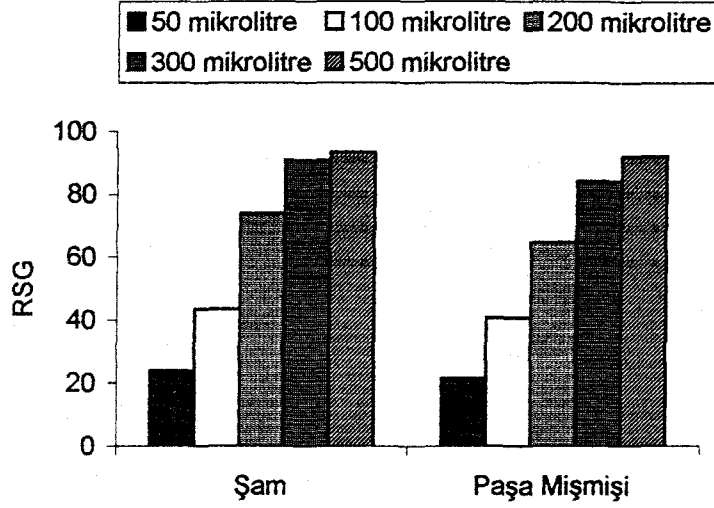
Çizelge 4.2. Şam ve Paşa Mişmişi Türlerinin RSG Değerleri*

Ekstrakt Miktarı (µl)	Kayısı Türü	
	Şam ¹	Paşa Mişmişi ²
50	23,857 ±0,920 ^e	21,577 ±0,752 ^e
100	43,490 ±0,704 ^d	40,707 ±0,831 ^d
200	74,140 ±0,855 ^c	64,903 ±0,683 ^c
300	90,977 ±0,654 ^b	84,060 ±0,589 ^b
500	93,460 ±0,666 ^a	92,223 ±0,871 ^a

*Harflerle gösterilen indisler konsantrasyon farkının, rakamlarla gösterilen indisler ise çeşit farkının RSG üzerine etkisinin istatistiksel olarak önem derecesini göstermektedir (p<0,05).

Akdeniz meyvelerinde yapılan bir çalışmada kayısı meyvesinin de antioksidan özellikleri incelenmiş ve kayısı ekstraktının hidroksil radikalini %93,8 düzeyinde süpürdüğü belirlenmiştir [110]. Yine örnek olarak çeşitli bitki örneklerinin kullanıldığı bir tez çalışmasında, araştırmacı, kayısı meyvesinin suda ve asit-alkol ortamında çözünen fraksiyonlarının DPPH radikalini süpürme gücünün nar, kestane, üzüm yaprağı, brokoli gibi akdeniz bitkileri arasında en

yüksek değerde olduğunu belirtmiştir [111]. Şekil 4.2.'de meyve ekstraktlarının gösterdikleri RSG değerleri grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Meyve Ekstraktlarının RSG Değerleri

4.2. β -Karoten Bleaching Metoduyla Antioksidan Aktivite Tayini

Yöntemde, hızlandırılmış oksidasyon şartlarında β -karotenin parçalanma derecesinin ölçümü söz konusudur. Ortama kattığımız linoleik asit 50 °C'lik su banyosundaki inkübasyon sırasında peroksidasyona uğramaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi β -karoten antioksidan karakterli bir maddedir ve ortamda singlet oksijen ve lipid radikalleri gibi aktif türler varsa, bunlarla etkileşime girmekte ve antioksidan özellik gösterirken kendisi ortamdaki kaybolmaktadır [112]. β -Karoten emülsiyonu kendine has sarı-turuncu renge sahiptir ve 470 nm'de absorbans vermektedir. β -Karoten ortamdaki kaybolunca renkte beyazlama görüldüğü bilinmektedir [113]. Bu bilgiler ışığında eğer deney ortamında antioksidan aktivite gösteren bileşik(ler) varsa β -karotenin beyazlama periyodunun gecikeceği söylenebilir. Bu, ortamdaki toplam antioksidan aktivitenin artmasından ve beta-karoten'in üzerine düşen antioksidan yükünü hafiflemesinden kaynaklanıyor olmalıdır. Inkübasyon sonunda, emülsiyonun 470 nm'deki absorbansı ne kadar yüksekse beta-karoten ortamda o derece çok muhafaza edilmiştir ve antioksidan aktivite o kadar yüksektir sonucuna varabiliriz.

Yapılan analizler sonucu çekirdek örneklerinden elde edilen antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

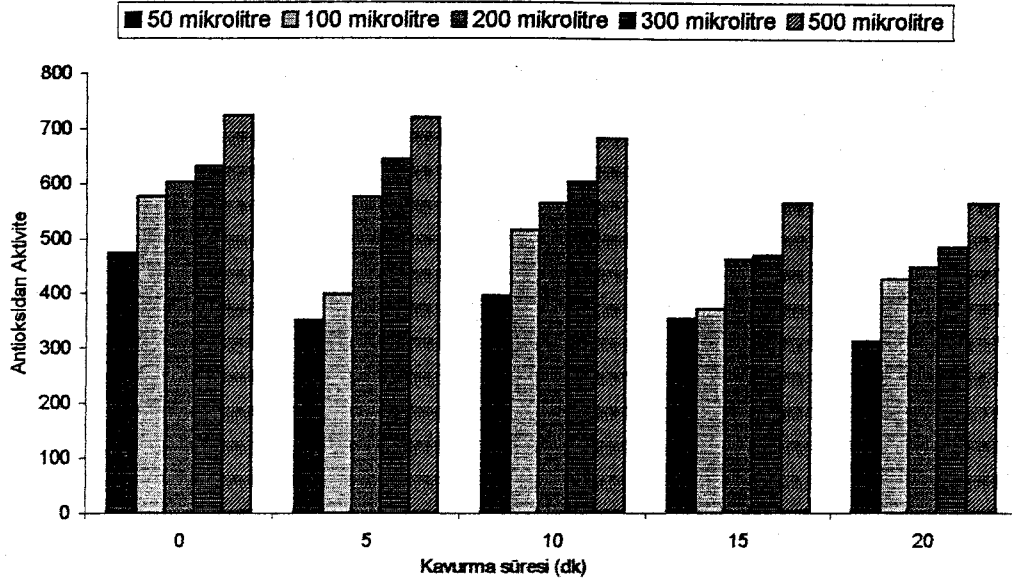
Çizelge 4.3. Farklı Sürelerde Kavrulmuş Çekirdek Örneklerinin antioksidan aktivite değerleri*

Ekstrakt Miktarı (µl)	Kavurma Süresi (dakika)				
	0	5	10	15	20
50 ^b	473 ±9 ^a	351 ±32 ^c	395 ±8 ^b	353 ±11 ^{bc}	312 ±16 ^c
100 ^d	576 ±9 ^a	397 ±37 ^{cd}	514 ±19 ^b	370 ±10 ^d	425 ±13 ^c
200 st	602 ±9 ^a	575 ±7 ^b	563 ±9 ^b	461 ±4 ^c	447 ±5 ^d
300 ^{zt}	631 ±5 ^b	644 ±9 ^a	603 ±7 ^c	468 ±6 ^e	484 ±5 ^d
500 ¹	723 ±7 ^a	719 ±14 ^a	682 ±10 ^b	564 ±9 ^c	565 ±7 ^c

*Her bir değer üç analizden elde edilen sonuçların ortalamasını ve ± standart sapmasını göstermektedir. Harflerle gösterilen indisler kavurma süresinin, rakamlarla gösterilen indisler ise konsantrasyon farkının antioksidan aktivite üzerine etkisinin istatistiksel olarak önem derecesini göstermektedir (p<0,05).

† 15 dakika kavurulmuş örnek için bu iki konsantrasyon arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Tüm örneklerin kontrolden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Ancak farklı sürelerde kavurulmuş çekirdek örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinde, diğer analiz yöntemlerinin aksine bir yükselme görülmemiştir. Özellikle düşük konsantrasyonlarda, kavrulmamış çekirdek örneğinin, kavurulmuş örneklere oranla çok daha yüksek aktivite gösterdiği görülmüştür. 300 µl örnek ekstraktının kullanıldığı analizde en yüksek antioksidan aktivite değerini 5 dakika kavurulmuş örnek, diğer tüm konsantrasyonlarda kavrulmamış örnek göstermiştir. Kavurulmuş çekirdek örnekleri içinde 50, 100 µl ekstrakt kullanılan analizlerde 10 dakika kavurulmuş örneğin, 300 ve 500 µl ekstrakt kullanılan analizlerde de 5 dakika kavurulmuş örneğin gösterdikleri antioksidan aktivitenin, istatistiksel olarak diğer kavurulmuş fraksiyonlara kıyasla önemli derecede büyük olduğu görülmüştür. 200 µl ekstrakt ile yapılan analizde, 5 ve 10 dakika kavurulmuş çekirdeklerin antioksidan aktivite değerlerinde görülen farkın önemli olmadığı anlaşılmıştır (p<0,05). Bu sonuçlara göre çekirdek örnekleri içinde beta-karoten bleaching metoduna göre, en yüksek antioksidan aktivite gösteren fraksiyonun kavrulmamış örnek olduğunu, kavurulmuş örnekler içinde en yüksek aktiviteyi de 5 ve 10 dakika kavurulmuş örneklerin gösterdiğini söyleyebiliriz. Çekirdek örneklerinin antioksidan aktivite değerleri grafiksel olarak Şekil 4.3.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Çekirdek Ekstraktlarının Antioksidan Aktivite değerleri

Kavrulmamış örnek, diğer analiz yöntemlerinde hep en düşük sonuçları verirken, beta-karoten yönteminde en yüksek değerleri vermiştir. Oysa ki antioksidan aktivite ile TFMM, indirgeme gücü ve RSG değerleri arasında doğrusal bir ilişki olması beklenirdi. Ancak bu beklenti her zaman mantıklı değildir. Toplam antioksidan kapasite, birçok faktörden etkilenir ve karmaşık bir mekanizmadan söz edilir [8]. Her bir antioksidan bileşiğin kendine özgü bir işleyişi olduğu bilinmektedir. Sözgelimi askorbik asidin, kuvvetli bir indirgen olmasına karşın, lipid peroksidasyonunu önleme konusunda çok etkili olmadığı araştırmacılar tarafından ileri sürülmektedir. Diğer bir örnek β -karotendir, bu bileşik düşük oksijen basıncında kuvvetli bir antioksidanken yüksek oksijen basıncında prooksidant etki gösterebilir [83]. Kısaca antioksidanlar buldukları ortamda pH, sıcaklık, konsantrasyon, sinerjistik veya meskeleyici ajanların varlığı, ışık, metal iyonlarının varlığı gibi birçok faktörden etkilenirler. Bu handikaplardan dolayı, herhangi bir materyalin antioksidan parametreleri araştırılırken, birkaç deneysel yöntemden faydalanmak daha aydınlatıcı sonuçlar verecektir. Aksi takdirde tek bir analiz yönteminden elde edilen veriler, sağlıklı olsalar bile, yanıltıcı tahminlere yol açabilir [114].

Antioksidan aktivitede görülen bu düşme kavurma sonucu oluşan bazı bileşiklerin lipid peroksidasyonunu körükleyici etkilerinden kaynaklanmış olabilir. Ancak bu ihtimal zayıftır çünkü MRÜ'lerinin lipid peroksidasyonunu engellediğine dair bulgular mevcuttur. Fakat MRÜ'lerinin standart özellikte olmadığı, örnek içindeki peptidlerin ve şekerlerin çeşidi, pH, su aktivitesi gibi bir çok faktörden etkilendiği bilinmektedir. Bu da bazı şartlarda MRÜ'lerinin antioksidan karakterli olmayabileceği, veya düşük antioksidan kapasiteye hatta prooksidant etkiye sahip olabileceği ihtimalini akla getirmektedir [95]. Fakat daha muhtemel olan, deney ortamında MRÜ'lerinden kaynaklanan antioksidan yoğunluktan kaynaklanan prooksidant etkidir. Daha önce de değinildiği gibi birçok antioksidan bileşik yüksek konsantrasyonlarda prooksidant etki gösterebilmektedir [25].

Bunun yanında kavrulmamış çekirdek örneğinde, antioksidan değeri daha yüksek olan bileşiklerin bulunması ve bunların yüksek sıcaklık derecelerinde parçalanmış olması ihtimali de söz konusudur. Bu durumda da kavurma ile aktivitede bir düşüş görülmesi normal karşılanmalıdır [115]. Mevcut koşullarda örnek ekstraktlarının bileşen analizini yapma imkanımız olmadığı için, bu çalışmamız, ileride yapılacak daha spesifik araştırmalar için bir ön bilgi olma niteliği taşımakla yetinecektir. Gelecekteki çalışmalarda, örneklerin kavrulması sonucu oluşan MRÜ'lerinin izolasyonunun yapıp bunların antioksidan davranışlarının incelenmesi daha aydınlatıcı bilgiler verebilecektir.

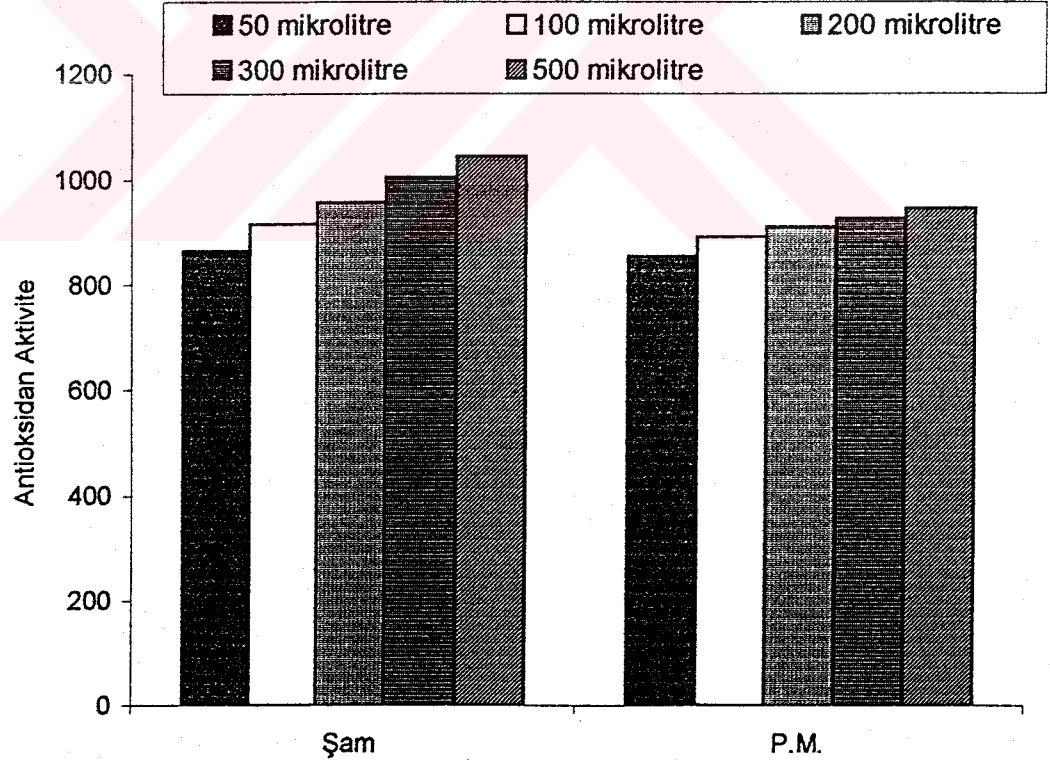
Meyve ekstraktları ile yapılan analizler sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Örnekler artan konsantrasyonlarla artan antioksidan aktivite değerleri göstermiştir. Şam türünün gösterdiği antioksidan aktivite paşa mişmiş türüne nazaran daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Hatta bazı yüksek konsantrasyonlarda antioksidan aktivite değeri 1000 sınırının üstüne çıkmıştır (Şekil 4.4.). Teorik olarak beta karoten bleaching metodu ile ölçülen antioksidan aktivite değeri maksimum 1000 olabilir, ancak literatür bilgilerimizden hatırlayacağımız gibi kayısı meyvesinde yüksek düzeyde beta-karoten olmasından dolayı bu değer binin üstüne çıkması normal karşılanmalıdır [4]. Ancak meyve örneklerinin göstermiş olduğu antioksidan etkiyi bu yorumdan dolayı sadece beta-karoten varlığına bağlamak yanlış olur. Meyvelerde bulunan diğer bitki kökenli antioksidan bileşiklerin katkısı da göz ardı edilmemelidir [31].

Çizelge 4.4. Kayısı Meyvesinin Antioksidan Aktivite Değerleri*

Ekstrakt Miktarı (µl)	Kayısı Türü	
	Şam ¹	Paşa Mişmişi ²
50	865 ±7 ^e	854 ±7 ^e
100	917 ±15 ^d	892 ±5 ^d
200	958 ±11 ^c	910 ±2 ^c
300	1004 ±7 ^b	926 ±6 ^b
500	1045 ±12 ^a	945 ±6 ^a

*Harflerle gösterilen indisler konsantrasyon farkının, rakamlarla gösterilen indisler ise çeşit farkının antioksidan aktivite üzerine etkisinin istatistiksel olarak önem derecesini göstermektedir (p<0,05).

Kayısı meyvesinin beta karoten bleaching metoduyla antioksidan aktivitesinin ölçüldüğü herhangi bir esere rastlanmamıştır. Ancak lipid peroksidasyonunu önleme konusunda kayısı ekstraktlarını gösterdiği aktivite incelenmiş ve orta düzeyde antioksidan aktivite olduğu rapor edilmiştir [110].



Şekil 4.4. Meyve Ekstraktlarının Antioksidan Aktivite Değerleri

4.3. İndirgeme Gücü Ölçümü

İndirgen özellikteki bir maddenin büyük ihtimalle antioksidan özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir [116]. Deney ortamında indirgen özellik gösteren bileşikler varsa, Fe^{3+} ; Fe^{2+} 'ye indirgenmektedir ve bu bileşik de 700 nm'de absorbanans vermektedir. Rengin yoğunluğu örneğin indirgeme gücü ile orantılı artmaktadır.

Çekirdek örneklerinin indirgeme gücü değerleri Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Örneklerin tümü artan konsantrasyonla yükselen indirgeme gücü değerleri vermiştir. Kavrulmuş çekirdek örnekleri içinde en yüksek indirgeme gücü değerini, RSG ve TFMM deneylerinde olduğu gibi 10 dakikalık kavurma sonunda elde edilen örnek vermiştir ($p < 0,05$).

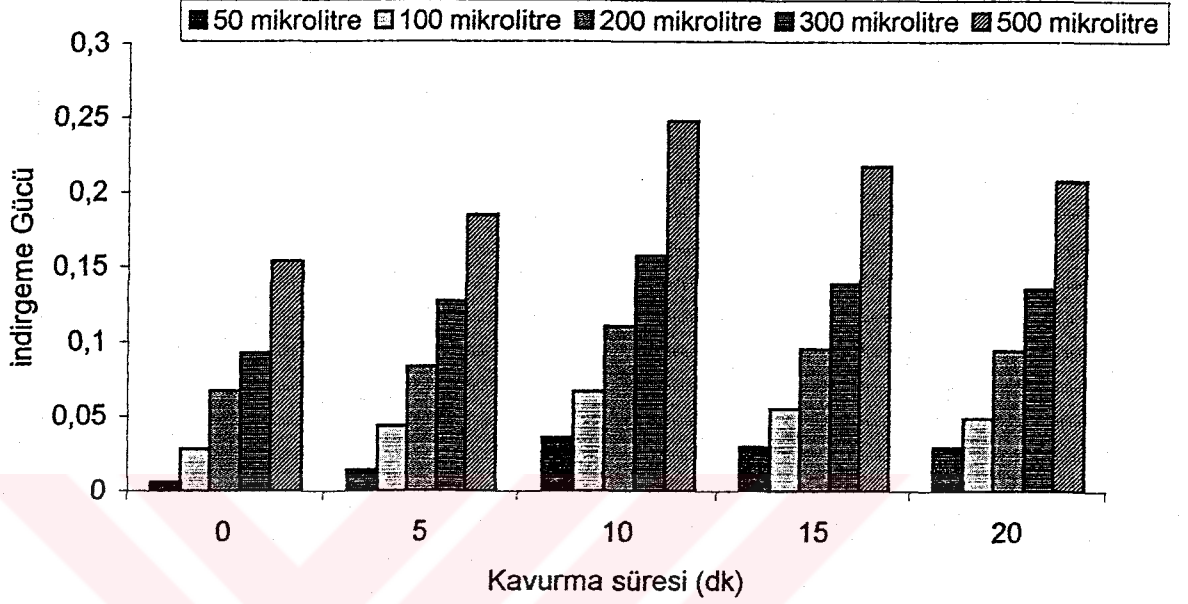
Çizelge 4.5. Çekirdek Örneklerinin İndirgeme Gücü Değerleri

Ekstrakt Miktarı (μ l)	Kavurma Süresi (dakika)				
	0	5	10	15	20
50 ⁵	0,007 \pm 0,002 ^d	0,015 \pm 0,002 ^c	0,036 \pm 0,005 ^a	0,030 \pm 0,002 ^b	0,030 \pm 0,001 ^b
100 ⁴	0,029 \pm 0,001 ^e	0,044 \pm 0,003 ^d	0,067 \pm 0,003 ^a	0,056 \pm 0,002 ^b	0,049 \pm 0,002 ^c
200 ³	0,068 \pm 0,003 ^d	0,084 \pm 0,002 ^c	0,111 \pm 0,002 ^a	0,096 \pm 0,003 ^b	0,095 \pm 0,003 ^b
300 ²	0,093 \pm 0,003 ^d	0,128 \pm 0,003 ^c	0,158 \pm 0,003 ^a	0,139 \pm 0,002 ^b	0,136 \pm 0,002 ^b
500 ¹	0,154 \pm 0,001 ^e	0,185 \pm 0,003 ^d	0,248 \pm 0,004 ^a	0,218 \pm 0,004 ^b	0,208 \pm 0,003 ^c

*Her bir değer üç tekrardan elde edilen sonuçların ortalamasını ve \pm standart sapmasını göstermektedir. Harflerle gösterilen indisler kavurma süresinin, rakamlarla gösterilen indisler ise konsantrasyon farkının indirgeme gücü üzerine etkisinin istatistiksel olarak önem derecesini göstermektedir ($p < 0,05$).

50, 200 ve 300 μ l ekstrakt kullanılan analizlerde kavurma süresinin indirgeme gücüne etkisi, Duncan testiyle araştırılmış ve kavurma süresine göre örneklerin indirgeme gücü değerleri 10>15=20>5>0 dakika şeklinde sıralanmıştır. Diğer konsantrasyonlarda sıralama 10>15>20>5>0 dakika şeklinde oluşmuştur. Şekil 4.5.'de kavurma süresiyle farklı konsantrasyonlarda indirgeme gücündeki değişim grafik üzerinde gösterilmiştir. Hwang ve ark. [104] yerfistığı örneklerinde kavurma sonucu oluşan Maillard reaksiyonu ürünlerinin indirgeme gücünü ölçmüşler ve artan konsantrasyonla indirgeme gücünün arttığını belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar bu indirgeme gücünün Maillard reaksiyonunun ilk aşamalarında Amadori bileşiklerin parçalanması sonucu ortaya çıkan redüktan yapıları bileşiklerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ayrıca

Krings ve Berger [101] de kavrulmuş ürünlerin gösterdiği antioksidan ve antiradikal özelliklerin maillard reaksiyonu sırasında oluşan indirgen özellikteki bileşiklerden kaynaklandığını rapor etmişlerdir.



Şekil 4.5. Kavrulmuş Çekirdek Ekstraktlarının İndirgeme Gücü Değerleri

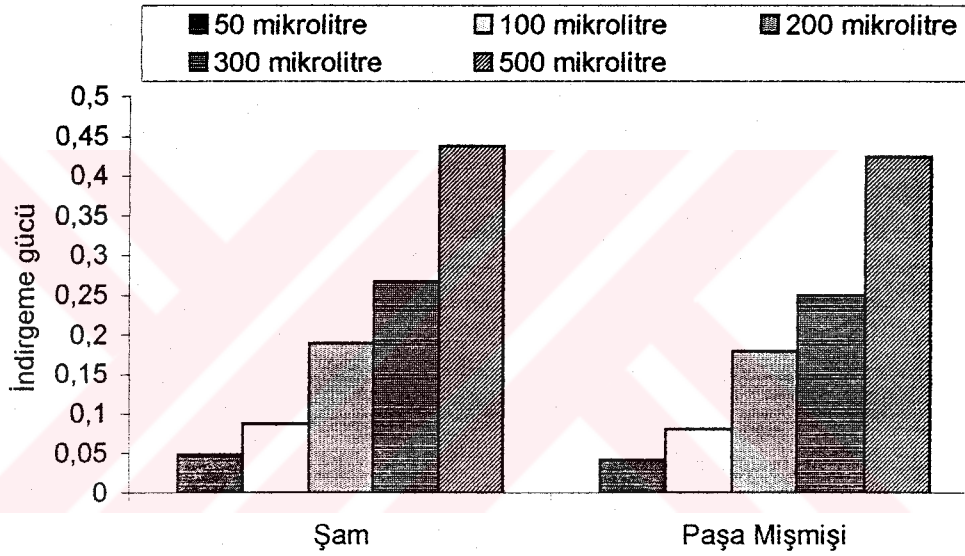
Meyve örneklerinin göstermiş olduğu indirgeme gücü değerleri Çizelge 4.6.'da gösterilmiştir. Şam türü, Paşa Mişmişi türüne oranla daha yüksek düzeyde indirgeme gücü göstermiştir. Her iki çeşit için de artan konsantrasyonla indirgeme gücünde istatistiksel olarak önemli düzeyde artış görülmüştür ($p<0,05$). RSG değerlerinde ve antioksidan aktivite ölçümünde de benzer sonuçların elde edilmesi, Şam türünde, indirgen özellikteki bileşiklerin, Paşa Mişmişi türüne oranla daha yoğun olarak bulunduğu işaret etmektedir (Şekil 4.6.).

Değişik meyve ve sebze örnekleriyle yapılan birçok çalışmada, bunların göstermiş oldukları indirgen-antioksidan özelliklerin, yapılarında bolca bulunan fenolik maddelerden, karotenoidlerden ve bazen de C vitamini gibi fitokimyasallardan kaynaklandığı belirtilmiştir [31,32,34,42,102,110].

Çizelge 4.6. Kayısı Meyvesinin İndirgeme Gücü Değerleri*

Ekstrakt Miktarı (µl)	Kayısı Türü	
	Şam ¹	Paşa Mişmişi ²
50	0,049 ±0,004 ^e	0,043 ±0,002 ^e
100	0,088 ±0,004 ^d	0,081 ±0,001 ^d
200	0,190 ±0,002 ^c	0,180 ±0,002 ^c
300	0,268 ±0,003 ^b	0,250 ±0,003 ^b
500	0,438 ±0,003 ^a	0,424 ±0,003 ^a

*Harflerle gösterilen indisler konsantrasyon farkının, rakamlarla gösterilen indisler ise çeşit farkının indirgeme gücü üzerine etkisinin istatistiksel olarak önem derecesini göstermektedir (p<0,05).



Şekil 4.6. Kayısı Meyve Ekstraktlarının İndirgeme Gücü Değerleri

4.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

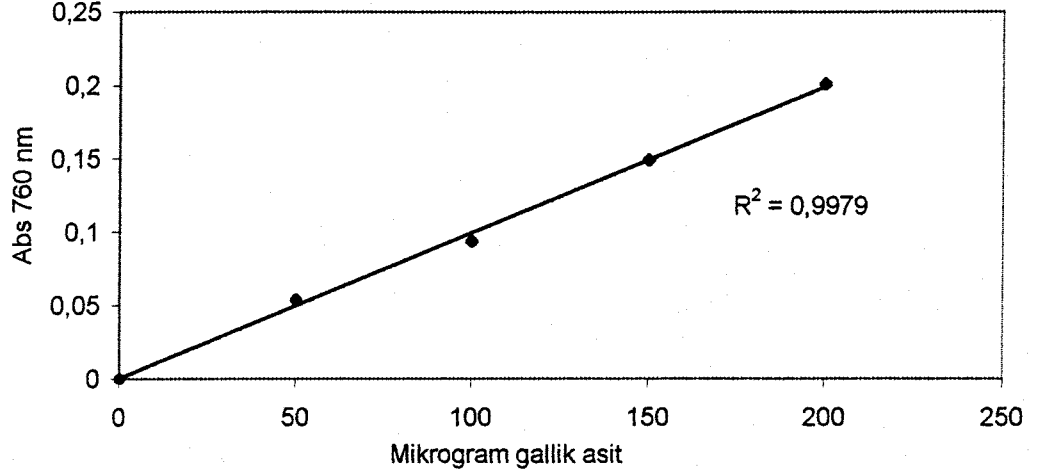
Standart olarak kullanılan gallik asit'in farklı konsantrasyonlarıyla yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Gallik Asit Standart Değerleri

Mikrogram gallik asit	760 nm'deki Absorbans			
	1.deney	2.deney	3.deney	Ortalama
50	0,059	0,050	0,054	0,054 ±0,005
100	0,096	0,093	0,095	0,094 ±0,002
150	0,147	0,151	0,149	0,149 ±0,002
200	0,200	0,203	0,202	0,201 ±0,002

Bu değerlere göre Şekil 4.8 'de gösterilen standart grafik elde edilmiştir. Grafiğin denklemi lineer regresyonla belirlenmiştir;

$$\text{Absorbans}_{760} = 0,001.c + 0,0002$$



Şekil 4.7. Gallik Asit Standart Grafiği

Örnekler için yapılan deneylerde elde edilen absorbans değerleri bu grafiğin denklemine yerine konularak "c" değerleri bulunmuş ve 3.3. numaralı denklemde yerine konularak μg gallik asit / g örnek olarak toplam fenolik madde miktarları bulunmuştur. Bu değerler izelge 4.8.'de verilmiştir.

Meyve rneklerinde TFMM bakımından Şam türünün Paşa MiŐimiŐine oranla daha zengin olduğu görülmektedir. Zaten antioksidan parametreler bakımından Şam türünün daha üstün özellikler sergilemesi de bu sonucu doğrulamaktadır.

Çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı bakımından büyükten küçüğe sırası 10>15>20>5>0 dakika kavrulmuş rnek, Őeklinindedir ($p<0,05$). Bu sıranın RSG değerlerinde ve indirgeme gücü değerlerinde de benzer olması örneklerimiz içinde, antioksidan karakterli bileŐenler bakımından en zengin içeriğe sahip olanın, 10 dakika kavrulmuş örnek olduğunu göstermektedir.

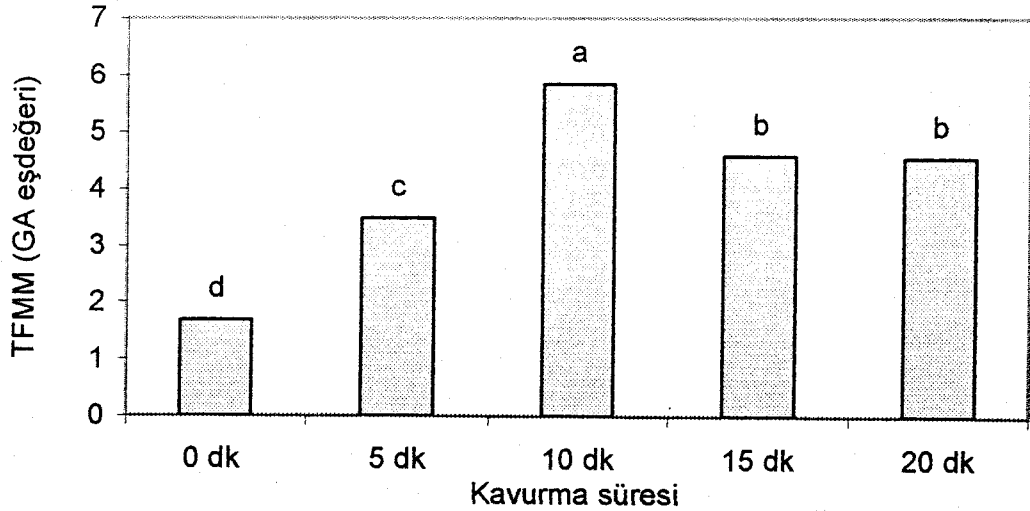
Bir çok çalışmada belli bir materyalin antioksidan özellikleri incelenirken o materyalin içerdiği toplam fenolik bileşik miktarı da incelenmiştir. Burada temel

olarak, elde edilen antioksidan aktivitenin kaynağını teşhis etmek amaçlanmıştır. Çalışılan bitki örneklerinde çoğunlukla TFMM ile antioksidan özellikler arasında bir korelasyon görülmüştür. Bu da bitkisel materyallerin antioksidan özelliklerine fenolik bileşiklerin etkisinin birinci dereceden önemli olduğunu göstermektedir [50,105,106,114].

Çizelge 4.8. Örneklerin Gallik Asit Cinsinde TFMM Değerleri

ÖRNEK CİNSİ	Gallik Asit Cinsinden TFMM ($\mu\text{g.g}$)			
	300 μl için	500 μl için	1000 μl için	Ort.
0 dk	1,68	1,58	1,78	1,68 $\pm 0,10$
5 dk	3,38	3,48	3,58	3,48 $\pm 0,10$
10 dk	5,88	5,68	5,98	5,85 $\pm 0,15$
15 dk	4,68	4,58	4,48	4,58 $\pm 0,10$
20 dk	4,68	4,48	4,48	4,55 $\pm 0,12$
Şam	13,08	15,04	14,39	14,17 $\pm 1,00$
Paşa Mişmişi	10,68	11,19	12,25	11,37 $\pm 0,80$

Yaygın uygulama olarak toplam fenolik madde miktarı taze meyve sebze örneklerinde yapılmaktadır. Ancak Maillard reaksiyonları sonucunda da kimyasal olarak fenolik yapıda bileşiklerin şekillendiğine dair bulgular vardır. Dahası MRÜ'lerinin antioksidan özellikleri muhtemelen bu fenolik yapılardan kaynaklanmaktadır [34].



Şekil 4.8. Çekirdek Ekstraktlarının TFMM Değerleri

4.5. Esmerleşme Derecesi Ölçümü

Çekirdek ekstraktlarının 420 nm'deki absorbans değerleri Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Kavurma süresi ile esmerleşme derecesindeki değişim Şekil 4.9.'da şematize edilmiştir. Artan kavurma süresiyle renk yoğunluğu arasında doğrusala yakın bir ilişki vardır ($r=0,978$). Bu ilişki MRÜ'lerinin artan kavurma süresi sırasında daha yoğun bir esmerleşmeye sebep olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.9. Çekirdek Ekstraktlarının Absorbans Değerleri*

	Kavurma süresi (dakika)				
	0	5	10	15	20
Absorbans_{420nm}	0,010 ±0,003 ^a	0,024 ±0,001 ^b	0,106 ±0,003 ^c	0,140 ±0,002 ^d	0,170 ±0,002 ^e

*Her bir değer üç ölçümün ortalaması ± standart sapmasıdır. Farklı sürelerde kavurulmuş çekirdeklerin ekstraktlarının esmerleşme dereceleri arasındaki fark Duncan testiyle belirlenmiştir ($p<0,05$).

Bu bulgular literatür bilgilerinin doğruluğunu desteklemesi bakımından önemlidir. RSG, indirgeme gücü ve TFMM değerleri 10. kavurma dakikasından sonra düşüş gösterirken renk yoğunluğu artmaya devam etmektedir. Bu da MRÜ'lerinin esmer renk veren fraksiyonlarının, antioksidan özellikle direkt olarak ilgili olmadıklarını göstermektedir. Bu bulgu Nicoli ve ark.'nın [100] elde ettiği sonuçlarla paralellik arz etmektedir. Nicoli ve ark. kavurulmuş örneklerin renk değerlerini Hunter skalasına göre belirlemiş ve antioksidan aktivite ile doğrusal bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Örneklerin kavurma ile kazandıkları renkleri, 0, 8, 10, 15, 20 dakika kavurma süresine göre sırasıyla açık, orta, orta koyu, ve koyu renkli olarak ifade etmişlerdir. Hwang ve ark. [104] kavurulmuş fıstık örneklerindeki rengin yoğunluğunu "Browning Index" olarak ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da artan kavurma süresiyle (0-60 dakika) Browning Index artmıştır.

4.6. Yöntemler Arası İlişki

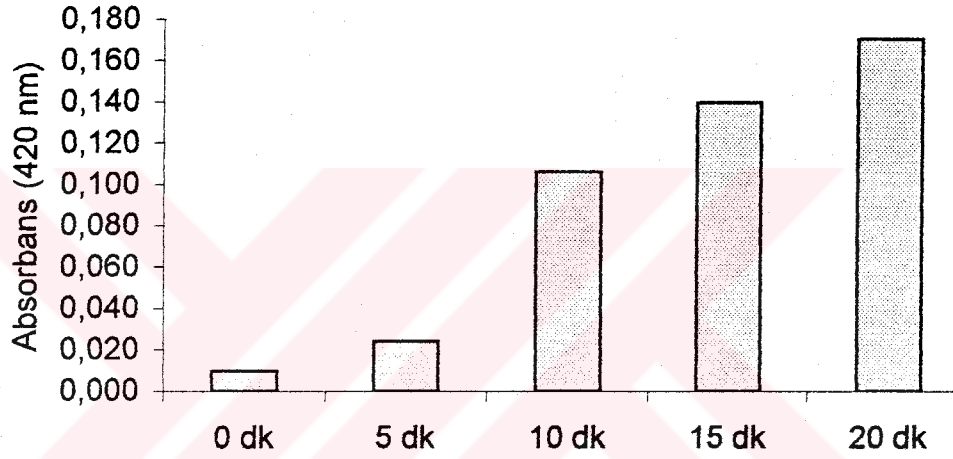
Yapılan analizler sonucu elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu çekirdek örneklerinde RSG, TFMM ve indirgeme gücü değerleri arasında pozitif yüksek bir korelasyon olduğu görüldü. Bu ilişki örneklerin antioksidan karakteri hakkında sağlıklı bilgi verebilmek açısından önemlidir. Farklı konsantrasyonlarda farklı yöntemlerden elde edilen sonuçlar arasında görülen korelasyon katsayıları Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Yöntemler Arası Korelasyon Katsayıları*

Yöntemler	Konsantrasyonlar (μ l)				
	50	100	200	300	500
DPPH-TFMM	0,922796	0,937323	0,969546	0,967402	0,974451
DPPH-İndirgeme Gücü	0,979342	0,921741	0,95644	0,927664	0,953938
TFMM-İndirgeme Gücü	0,980582	0,978852	0,996027	0,983699	0,988259

*Korelasyon katsayıları (r), basit korelasyonla belirlenmiştir.

Her üç yöntemde de, kavurmanın 10. dakikasına kadar sonuçlarda artış görülmüş, 10. dakikadan sonra ise istatistiksel olarak önemli düzeyde düşüşler belirlenmiştir.



Şekil 4.9. Çekirdek Ekstraktlarının Absorbansları (420 nm)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında Şam ve Paşa Mişmişi çeşitlerine ait kayısı örnekleri ve yağı alınmış ve farklı sürelerde kavrulmuş kayısı çekirdeği örneklerinin antioksidan özellikleri incelenmiş, toplam fenolik madde miktarı ve esmerleşme dereceleri belirlenmiştir.

İncelenen tüm örnekler, karşılaştırma amacıyla kullanılan kontrollerden daha yüksek aktivite göstermiştir. Kavurma ile meydana gelen Maillard reaksiyonu ürünleri, beta-karoten bleaching metodu dışındaki analiz yöntemlerinde antioksidan özellikler göstermiştir. Kavurmanın 10. dakikasına kadar antioksidan özelliklerde artış görülürken daha ileriki aşamalarda düşüş gözlenmiştir. Meyve ekstraktları, her iki çeşitte de yüksek antioksidan özellikler göstermiş ve Şam türünün daha fazla antioksidan güce sahip olduğu görülmüştür.

Bu tez kapsamında örneklerin etanol ekstraktları kullanılmıştır. Bu açıdan elde edilen sonuçlar mutlak antioksidan kapasiteyi ifade etmemektedir. Çünkü etanol ekstraksiyonu ile sadece alkolde çözünen antioksidan bileşikler izole edilmiş, geriye kalanlar aktivite ölçümüne dahil edilememiştir. Örneklerde suda, asitte ve diğer bazı organik çözücülerde çözünen fraksiyonların da bulunması muhtemeldir. Nitekim tez kapsamının dışında yapılan bazı çalışmalarda %80'lik metanol ekstraktının etanol ekstraktından çok daha yüksek düzeyde antioksidan aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, gerek kayısı meyvesi gerekse çekirdeğinin diğer ekstraksiyon solventlerinde çözünen fraksiyonlarının da antioksidan özelliklerinin incelenmesi faydalı olabilecektir.

Ayrıca kullandığımız örneklerin antioksidan özelliklerinin belirlenmesinde denek bireylerin veya deney hayvanlarının kullanılması da düşünülecek diğer bir yoldur. Vücuda alınan antioksidan gıda bileşenlerinin, vücudun antioksidan savunma sistemine olan katkısı da incelenebilecek bir konudur.

Bu çalışmada kayısı çekirdeği yağının antioksidan özellikleri incelenmemiş sadece ön denemelerle yetinilmiştir. Önemli düzeyde tokoferol içerdiği bilinen kayısı çekirdeği yağının da antioksidan özellikleri incelenebilir,

tokoferol kompozisyonu belirlenerek bu yağın oksidatif stabilitesi üzerinde araştırmalar yapılabilir.

Son olarak gıda endüstrisinde katkı olarak kullanılan BHA, BHT gibi sentetik antioksidanların örneklerimiz ile mukayesesi de, endüstriyel kullanım açısından örneklerimizin değeri hakkında fikir verebilecek bir çalışma alanıdır.



KAYNAKLAR

1. Papas, A. M., Determinants of Antioxidant Status in Humans. *Lipids*, 31, (1996), 77-82.
2. Bermond, B., Biological Effects of Food Antioxidans: in *Food Antioxidans*, ed by. Hudson, B. J.F., 1990, p. 218.
3. Halliwell, B., Gutteridge, J. M. C., *Free Radicals in Biology and Medicine*. Clarendon Press, Oxford, (2nd ed.), 1989, p 543.
4. de Rigal D, Gaillard F, Richard-Forget F Changes in the Carotenoid Content of Apricot (*Prunus Armeniaca*, var Bergeron) During Enzymatic Browning: Beta-Carotene Inhibition of Chlorogenic Acid Degradation., *J. Sci. Food Agr.* 80 (6), 2000, 763-768.
5. Radi, M., Mahrouz, M., Jaouad, A., Tacchini, M., Aubert, S., Hugues, M., and Amiot, M.J., Phenolic Composition, Browning Susceptibility, and Carotenoid Content of Several Apricot Cultivars at Maturity, *HortScience*, 32, 6, (1997), 1087-1091.
6. V. Bondet, W. Brand-Williams and C. Berset, Kinetics and Mechanism of Antioxdant Action Using the DPPH Free Radical Method, *Lebensm.Wiss.Technol.*, 30, (1997), 609-615.
7. Schreck, R., Albermann, K. A. J., and Baeuerle, P. A., Nuclear factor kB: an oxidative Stress-responsive Transcription Factor of Eukaryotic Cells (a review). *Free Radical Research Communication*, 17, (1992), 221-237.
8. Gordon, M.H., The Mechanism of Antioxidant Action in vitro. In *Food Antioxidants* Edited by Hudson, B.J.F., Elsevier Applied Science, 1990. p.1-19.
9. Islekel, H., Islekel, S., and Guner, G., Biochemical mechanism and tissue injury of cerebral ischemia and reperfusion. Part I. Biochemical mechanism, *Journal of Neurological Sciences (Turkish)*, (2000), 17, 2, [Special issue-II] .
10. Priwett, O.S., Blank, M.L., The Initial Stages of Autoxidation. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 39, (1962), 465-469.
11. Eskin, N.A.M., Grossman, S., Pinsky, A., Biochemistry of Lipoxigenase in Relation to Food Quality. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 10, (1978), 209-41
12. Hiatt, R., Irwin, K.C., and Gould, C.W., Homolytic Decompositions of Hydroperoxides IV. Metal-Catalysed Decoppositions. *J. Org. Chem.*, 33, (1968), 1430-1435.
13. McCord, J. M., and Fridovich, I., Superoxide dismutase. an enzymic function for erythrocyte. *Journal of Biological Chemistry*, 244, (1969), 6049-6055
14. Alessio, H.M. and Blasi, E.R., Physical activity as a natural antioxidant booster and its effect on a health life span *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68, 4, (1997), 292-302.
15. Clarkson, P.M., Antioxidants and Physical Performance. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35, (1995), 131.

16. Punchard, N.A., and Kelly, F.J., Introduction in Free Radicals ed by. Punchard, N.A., and Kelly, F.J., Oxford Univ.Press, New York, 1996, pp 1-8.
17. Bendich,A., Antioxidant Nutrient and Immune Functions-Introduction, In Antioxidant Nutrient and Immune Functions. Ed by. Bendich,A., Plenum Press, New York and London, 1990, pp 1-13.
18. Aruoma, O. I., Cuppett, S. L., Antioxidant Methodology in vivo and in vitro Concept. AOCS Press, Champaign, Illinois, 1997, p. 241.
19. Halliwell, B., and J.M.C. Gutteridge. The chemistry of oxygen radicals and other oxygen-derived species. In: Free Radicals in Biology and Medicine. New York: Oxford University Press, 1985, p. 20-64.
20. Ingold, K. U., Inhibition of oil oxidation by 2,6-di-t-butyl-4-substituted phenols. J. Phys. Chem., 64 (1960) 1636-42.
21. Harman, D., In Free Radicals in Biology, Vol. 5. ed. W. A. Pryor. Academic Press, New York, 1982, pp. 255-75.
22. Miller, G. J. and Quackenbush, F. W., A comparison of alkylated phenols as antioxidants for lard. J. Am. Oil Chem. Soc., 34 (1957) 249-250.
23. Cillard, J., Cillard, P. and Cormier, M., Effect of experimental factors on the prooxidant behaviour of tocopherol. J. Am. Oil Chem. Soc., 57, (1980), 255-261.
24. Burton, G. W. and Ingold, K. U., β -Carotene: an unusual type of lipid antioxidant. Science, 224, (1984), 569-73.
25. Foote, C. S. and Denny, R. W., Chemistry of singlet oxygen. VII. Quenching by β -carotene. J. Am. Chem. Soc., 90, (1968), 6233-6235.
26. Uri, N., Metal-ion catalysis and polarity of environment in the aerobic oxidation of unsaturated fatty acids. Nature, 177, (1956), 1177-1178.
27. Waters,W.A., The Kinetics and Mechanism of Metal-Catalysed Autoxidation. J.Am.Oil Chem.Soc., 48,(9), (1971), 427-433.
28. Cort, W. M., Antioxidant activity of tocopherols, ascorbyl palmitate, and ascorbic acid, and their mode of action. J. Am. Oil Chem. Soc., 51, (7), (1974), 321-325.
29. Kellogg, E. W. and Fridovich, I., Superoxide, hydrogen peroxide, and singlet oxygen in lipid peroxidation by a xanthine oxidase system. J. Biol. Chem., 250, (1975), 88, 12-5.
30. Escarpa A., and. Gonzalez, M. C., An Overview of Analytical Chemistry of Phenolic Compounds in Foods, Crit.Rev.Anal. Chem., 31, 2, (2001), 57-139.
31. Steinmetz, K. A. E, Potter, J. D. Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. J. Am. Diet. Assoc. 96, (1996), 1027-1039.
32. Ness, A. R. 8 Powles, J. V., Fruit and vegetables and cardiovascular disease: a review. Int. J. Epidemiol. 26, (1997), 1-13.
33. Shahidi, F. and Naczk, M. Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications. Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, (1995).

34. Scalbert, A., Williamson, G., Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J. Nutr. Bethesda*, (2000), 130, 8:2073-2085.
35. Burda, S., Oleszek, W. and Lee, C. Y., Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. *J. Agric. Food Chem.* 38: (1990), 945-948.
36. Spanos, G. A. and Wrolstad, R. E., Phenolics of Apple, Pear, and White Grape Juice and Their Changes with Processing and Storage: a review. *J. Agric. Food Chem.* 40: (1992), 1478-1487.
37. Mabry, H., *The Flavonoids: Advances in Research*, Edited by; Harborne, J.B., Mabry, I.J. ;. Academic Press, New York, 1975, pp. 970-1055.
38. Kroon, P. A., Faulds, C. B., Ryden, P., Robertson, J. A. and Williamson, G. Release of covalently bound ferulic acid from fiber in the human colon. *J. Agric. Food Chem.* 45: (1997), 661-667.
39. Clifford, M. N., Chlorogenic acids and other cinnamates: nature, occurrence and dietary burden. *J. Sci. Food. Agric.* 79: (1999), 362-372.
40. Clifford, M. N. and Scalbert, A., Ellagitannins, occurrence in food, bioavailability and cancer prevention. *J. Food Sci. Agric.* 80: (2000), 1118-1125.
41. Mojzisova, G., Kuchta, M., Dietary Flavonoids and Risk of Coronary Heart Disease, *Physiol. Res.* 50 (6): (2001), 529-535
42. Clifford, M. N., Anthocyanins in foods. Symposium on Polyphenols and Anthocyanins as Food Colourants and Antioxidants, Brussels, Belgium, (1996) pp. 1-19, EU.
43. Santos-Buelga, C. and Scalbert, A., Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J. Food Sci. Agric.*, 80, (2000), 1094-1117.
44. Ding, Z., Kuhr, S. and Engelhardt, U. H. Influence of catechins and theaflavins on the astringent taste of black tea brews. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 195: (1992), 108-111.
45. Rousseff, R. L., Martin, S. F. and Youtsey, C. O., Quantitative survey of narirutin, naringin, heperidin, and neohesperidin in Citrus. *J. Agric. Food Chem.* 35: (1987), 1027-1030.
46. Albasch, R.F.; Redman, G.H., *Phytochemistry*, 8, (1969) 127.
47. Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H., Katan, M. B. and Kromhout, D., Estimation of daily intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their determinants in adults in The Netherlands. *Nutr. Cancer* 20: (1993), 21-29.
48. Reinli, K. and Block, G., Phytoestrogen content of foods: a compendium of literature values. *Nutr. Cancer Int. J.*, 26: (1996), 123-148.
49. Adlercreutz, H. and Mazur, W., Phyto-oestrogens and Western diseases. *Ann. Med.* 29: (1997), 95-120.
50. Frankel, E. N., Waterhouse, A. L. and Teissedre, P. L., Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in

- inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. *J. Agric. Food Chem.* 43: (1995), 890-894
51. Axelson, M., Sjvall, J., Gustafsson, B. E. & Setchell, K. D. R., Origin of lignans in mammals and identification of a precursor from plants. *Nature* 298: (1982), 659-660
 52. Evans, H. M., Bishop, K. S., On the existence of a hitherto unrecognized dietary factor essential for reproduction. *Science* 56, (1922), 650-651.
 53. Horwitt, M.K., Vitamin E: Reexamination. *Am.J.Clin.Nutr.*, 29, (1979), 568.
 54. Regina, B.F., Maret, G.T., Vitamin E: function and metabolism *The FASEB J.* 13: (1999), 1145-1155.
 55. Bender, D.A., Vitamin E: Tocopherols and Tocotrienols. In *Nutritional Biochemistry of Vitamins*, Chambric University Press, Melbourne, 1995, pp.87-103.
 56. Ingold, K.U., Biokinetics of, and Discrimination Between, Dietary RRR- and SRR- α -tocopherols in the Male Rat. *Lipids*, 22, 163-172, 1987
 57. Kaynak: <http://www.pharmacy.purdue.edu/~mcomp205/pdf/EX01K.pdf>
 58. Böhm, F.; Edge, R.; Land, E.J.; McGarvey, D.J.; and Truscott, T.G. Carotenoids enhance vitamin E antioxidant efficiency. *J. Am. Chem. Soc.*, 119, (1997), 621-622.
 59. Eichholzer, M., Stahelin, H.B., Gey, K.F., Ludin, E., Bernasconi F., Prediction of Male Cancer Mortality by Plasma Levels of Interacting Vitamins: 17-year Follow-Up of the Prospective Basel Study. *Int.J.Cancer.* 66: (1996), 145-150.
 60. Singh, R.B., ve ark. Dietary Intake, plasma levels of antioxidant Vitamins and Oxidative Stress in Relation to Coronary Artery Disease in Elderly Subjects. *Am.J.Cardiol.* 76:1233-1238, 1995
 61. Bowry, V. W., Ingold, K. U., Stocker, R., Vitamin E in human low-density lipoprotein. When and how this antioxidant becomes a pro-oxidant. *Biochem. J.* 288, (1992), 341-344
 62. Weitberg, A.B., and Corvese, D., Effect of vitamin E and beta-carotene on DNA strand breakage induced by tobacco-specific nitrosamines and stimulated human phagocytes. *J Exp Clin Cancer Res.*, 1997; 16: 11-4.
 63. Leske MC, Chylack LT Jr., He Q, Wu SY, Schoenfeld E, Friend J, Wolfe J. Antioxidant vitamins and nuclear opacities: The longitudinal study of cataract. *Ophthalmology*, 1998; 105: 831-836.
 64. Kaikkonen, J., L. Kosonen, K. Nyysönen, E. Porkkala-Sarataho, R. Salonen, H. Korpela, J.T. Salonen. Effect of combined coenzyme Q10 and d- α -tocopherol acetate supplementation on exercise-induced lipid peroxidation and muscular damage: a placebo-controlled double-blind study in marathon runners. *Free Radical Research*, 29 (1) : 85-92, 1998.
 65. Rimm, E. R., Stampfer, M. J., Ascherio, A., Giovannucci, E., Colditz, G. A., Willett, W. C. (1993) Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men. *N. Engl. J. Med.*, 328, 1450-1456.

66. Jialal, I., and Fuller, C.J., Effect of vitamin E, vitamin C and beta-carotene on LDL oxidation and atherosclerosis. *Can. J. Cardiol.*, 1995; 11 Suppl. G:97G-103G.
67. Burton, G.W., Traber, M.G., Acuff, R.V., Walters, DN, Kayden, H., Hughes, L., Ingold K.U., Human Plasma and Tissue Alpha Tocopherol Concentrations in Response to Supplementation with Deuterated Natural and Syntetic Vitamin E. *Am.J.Clin.Nutr.*, 67: 669-684, 1998.
68. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1999. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 13. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>
69. Braunfeind, J.B., Tocopherols in Foods. In *Vitamin E: A Comprehensive Treatize*. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, pp.99-167, 1980.
70. Groff, J.L., Gropper S.S., and Hunt S.M. The Water Soluble Vitamins. In: *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Minneapolis: West Publishing Company, 1995, p. 222-237.
71. Jacob, R.A., Vitamin C. In: *Modern Nutrition in Health and Disease*. Ninth Edition. Edited by Maurice Shils, James Olson, Moshe Shike, and A. Catharine Ross. Baltimore: Williams and Wilkins, 1999, p. 467-482.
72. Bucci, L.R. Dietary Supplements As Ergogenic Aids. In *Nutrition in Exercise and Sport*. 3rd Edition. Edited by Ira Wolinsky. New York: CRC Press, 1998, p. 328.
73. Cadenas, E. and Sies, H., Low level chemiluminescence as an indicator of singlet molecular oxygen in biological systems. *Meth. Enzymol.*, 105 (1984) 221-31.
74. Wartanowicz, M., Panczenko-Kresowska, B., Ziemiński, S., Kowalska, M. and Okolska, G. The effect of alpha-tocopherol and ascorbic acid on the serum lipid peroxide level in elderly people. *Ann. Nutr. Metab.*, 28, (1984), 186-91.
75. Niki, E., Tsuchiya, R., Tanimura, R. and Kamiya, Y., Regeneration of vitamin E from the alphachromanoxyl radical by glutathione and vitamin C. *Chem. Lett.*, 6, (1982), 789-92.
76. Nihro, Y.; Sogawa, S.; Sudo, T.; Miki, T.; Matsumoto, H.; and Satoh, T. *Chem. Pharm. Bull.* 1991, 39, 1731-35
77. Stein, K., Interaction of vitamin C and cigarette smoke, *J. Am. Dietetic Assoc.*, 100, 8: 880, 2000.
78. Pryor, W. A., Dooley, M. M. and Church, D. F., The mechanisms of the inactivation of human alpha-1-proteinase inhibitor by gas-phase cigarette smoke. *Adv. Free Radical Biol. Med.*, 1, (1986), 161-88.
79. Walters, C. L., Influence of ascorbic acid on the formation of N-nitrosamines in foods, cosmetics and tobacco. In *Vitamin C (Ascorbic Acid)*, ed. J. N. Counsell and D. H. Hornig, Applied Science, London, 1982.
80. Goodwin, T.W., *Biochemistry of the Carotenoids*. Vol.1: Plants, 2nd.ed., Chapman and Hall, New York, 1980, pp.1-95

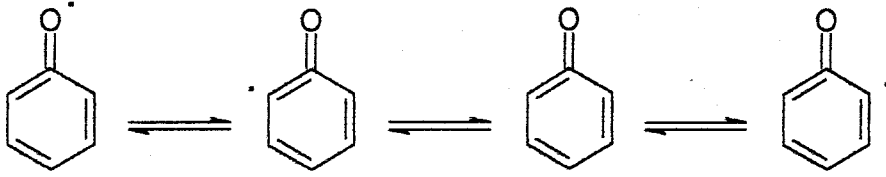
81. Goodman, D.S., Metabolism of Beta-carotene and Vitamin A. *Proc.Biochem.Pharmacol.*, 3, (1967), 487-97
82. Haugan, J.A., Akermann, T., and Liaaen-Jensen, S., Isolation of Fucoxanthin and Peridinin, *Method in Enzymol.* 1992; 213, (part A): 893-245
83. Young, A.J., and Lowe, G. M., 2001, Antioxidant and Prooxidant Properties of Carotenoids, *Arch.Biochem.Bioph.*, 385, 1, 20-27
84. Agarwal, Sanjiv; Venketeshwer Rao, Akkinappally, Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases, *Can. Med.Assoc. J.*, 2000, 163, 6, 739-745 .
85. Rao A.V., Fleshner N., Agarwal S., Serum and tissue lycopene and biomarkers of oxidation in prostate cancer patients: a case control study. *Nutr Cancer* 1999; 33: 159-64.
86. Palozza, P. and Krinsky, N.I., Antioxidant Effect of Carotenoids *iv vivo* and *in vitro*: an Overview, *Method.Enzymol.*, 1992; 213(part A): 403-420.
87. Jacques, P.F., et al., Antioxidant Status in Persons with and without Senile Cataract. *Arch.Ophthalmol.*, 106:337-340, 1998.
88. Harris, R.W., et al., A Case-Control Study of Dietary Carotene in Men with Lung Cancer and in Men with Other Epithelial Cancers. *Nutr.Cancer*, 15:63-68, 1991.
89. Siström, W.R., Griffiths, M., Stanier, R.Y., Biology of a Photosynthetic Bacterium which Lacks Coloured Carotenoids. *J.Cell.Comp.Physiol.*, 48 (1956), 473-515.
90. Foote, C.S., Chang, Y.C., Denny, R.W., Chemistry of Single Oxygen. X: Carotenoid Quenching Parallels Biological Protection. *J.Am.Chem.Soc.*, 92, (1970), 5116-5118.
91. Mathews, M.M. and Siström, W.R., Function of Carotenoid Pigments in non-Photosynthetic bacteria. *Nature*, 184, (1959), 1892.
92. Miyazawa, T., Keneda, T., Takyu, C., Yamagishi, A, Inaba, H., Generation of Singlet Molecular Oxygen in Rat Liver Homogenate on Adding Autoxidized Linseed Oil. *Agric.Biol.Chem.*, 45, (1981), 1597-1602.
93. Ashoor, S.H., and Zent, J.B., Maillard Browning of Common Amino Acids and Sugars, *J.Food Sci.*, 49: (1984), 1206-1207.
94. Eichner, K., Antioxidative Effects of Maillard reaction Intermediates. *Prog.Food Nutr.Sci.*, 5, (1981), 441-451
95. Yamaguchi, N., Koyama, Y., and Fujimaki, M., Fractionation of Antioxidative Activity of Browning Reaction Products Between D-xylose and Glycine. *Prog.Food Nutr.Sci.*, 5, (1981), 429-439
96. Gomyo, T., and Horikoshi, M., On the Interaction of Melanoidins with Metal Ions. *Agric.Biol.Chem.*, 40, (1976), 33-40
97. Elizade, B.E., Dalla, R.M., and Lerici, C.R., Effect of Maillard reaction Volatiles on Lipid Oxidation. *J.Am.Oil Chem.Soc.* 68, 758-762, (1991).

98. Morales, F.J., Perez, S.J., Free Radical Scavenging capacity of Maillard reaction Products as Related to Colour and Fluorescence. *Food Chem.*, 72, (2001), 119-125.
99. Franzke, C., Iwainsky, H., Zur antioxydativen wirksamkeit der melanoidine. *Deutsche lebensmittel-Rundschau*, 50, (1954), 251-254
100. Nicoli, M.C., Anese, M., Manzocco, L., and Lerici, C.R., Antioxidant Properties of Coffee Brews in Relation to the Roasting Degree. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 30: (1997), 292-297
101. Krings, U., and Berger, R.G., Antioxidant Activity of Some Roasted Foods. *Food Chem.*, 72 (2001) 223-229
102. de Ancos, B., Gonzalez, E.M., Cano, M.P., Ellagic Acid, Vitamin C, and Total Phenolic Contents and Radical Scavenging Capacity Affected by Freezing and Frozen Storage in Raspberry Fruit, *J. Agric. Food Chem.*, 48, (2000), 4565-4570.
103. Selega, J., Never Underestimate the Power of an Apricot, *Cosmetics and Toiletries*. 106: (1991) 81-82.
104. Hwang J.Y., et al., Antioxidative activity of roasted and defatted peanut kernels, *Food Res. Int.*, 34, 7, (2001), 639-647
105. Yen, G.C., Chien-Ya, H., Effects of alkaline and heat treatment on antioxidative activity and total phenolics of extracts from Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.), *Food Res. Int.*, 33, (2000), 487-492.
106. Moure, A., Moure, A., Franco, D., Sineiro, J., Dominguez, H., Nunez, M.J., Lema, J.M., Antioxidant Activity of Extracts From Gvuina avella and Rosa rubiginoza Defatted Seeds, *Food Res. Int.*, 34 (2001), 103-109
107. Yildirim, A., Mavi, A., Kara, A.A., Determination of Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Rumex crispus* L. Extracts. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49, 4083-4089.
108. Espin, J.C., Rivas, C.S., Wichers, H.J., Characterization of the Total Free Radical Scavenger Capacity of Vegetable Oils and Oil Fractions Using 202-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical, *J. Agric. Food Chem.*, 48, (2000), 648-656.
109. Yen, G.C., Hsieh, P.P., Antioxidative Activity And Scavenging Effects On Active Oxygen Of Xylose-Lysine Maillard Reaction-Products *J. Sci. Food Agric.*, 67 (3): (1995), 415-420 .
110. Murcia, M.A., Jimenez, A.M., and Martinez-Tome, M., Evaluation of the Antioxidant Properties of Mediterranean and Tropical Fruits Compared with Common Food Additives, *J. Food Protection*, 64, 12, (2001), 2037-2046.
111. Akay, F., Comparison of Radical Scavenging Capacities of Selected Mediterranean Foods, MS. Thesis, Middle East Technical University, Turkey, 2001.
112. Anguelova, T., Warthesen, J., Degradation of Lycopene, α -Carotene, and β -Carotene During Lipid Peroxidation. *J. Food Sci.*, 65, 1, (2000), 71-75.
113. Unten, L., Koketsu, M., and Kim, M., Antidiscoloring Activity of Green Tea Polyphenols on β -Carotene. *J. Agric. Food Chem.*, 45, (1997), 2009-2012.

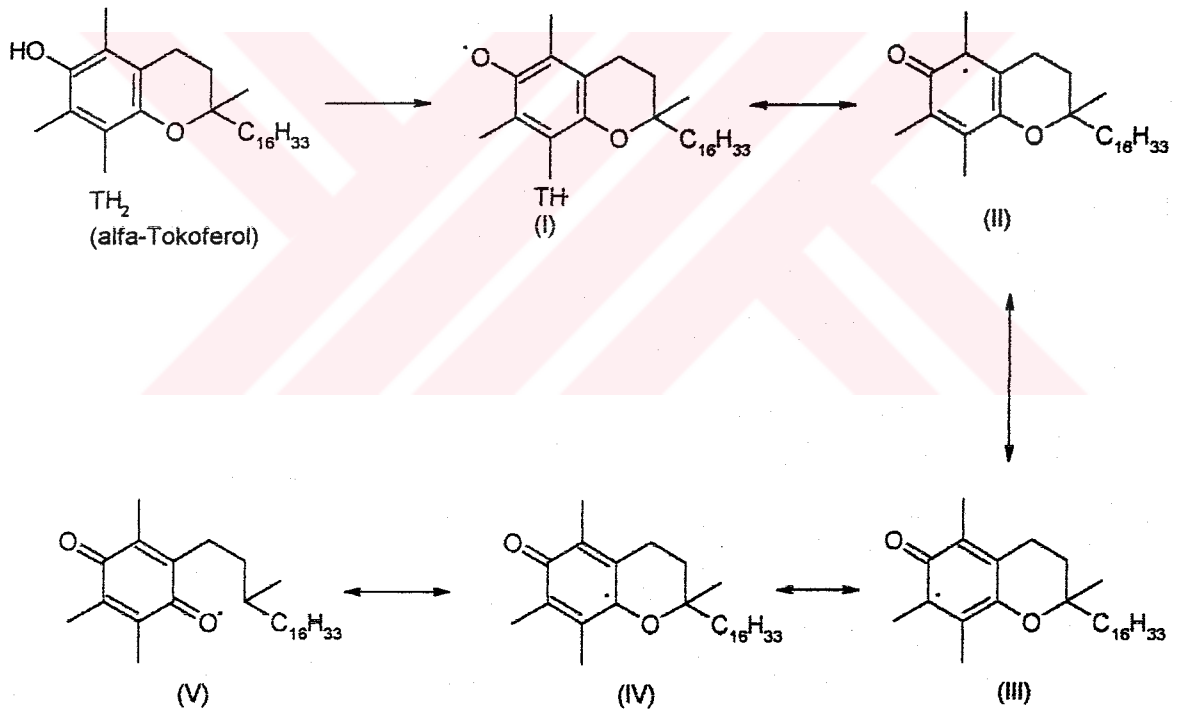
114. Arnao,M.B., Cano,A., and Acosta,M., Methods to Measure the Antioxidant Activity in Plant Material. A comparative Discussion. Free Rad.Res., 31,89-96, 1999.
115. Farombi,E.O., Britton,G., Emerole,G.O., Evaluation of the Antioxidant Activity and Partial Characterisation of Extracts from Brownd Yam Flour Diet, Food Res.Int., 33 (2000), 493-499.
116. Meir,S., Kanner,J., Akiri,B., Hadas,S.P. , Determination and Involment of Aqueous Reducing Compounds in Oxidative Defense Systems of Various Senescing Leaves. J.Agric.Food Chem., 43, (1995),1813.



EK 1. Bazı antioksidan Yapıların Rezonans Kararlılıkları

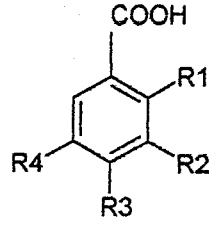


Fenol Halkasının Rezonans Kararlılığı



Tokoferol molekülünün rezonans kararlılığı

EK 2. Önemli Bazı Hidroksibenzoik ve Hidroksisinnamik Asitler [30].



R1=R2=R4=H;R3=OH

: p-Hidroksibenzoik asit

R1=OH;R2=R3=R4=H

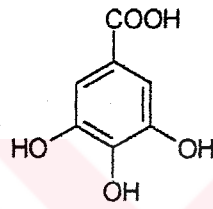
: Salisilik asit

R1=R4=H;R2=OCH₃;R3=OH

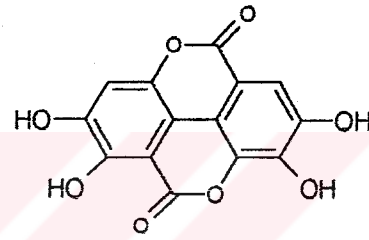
: Vanillik asit

R1=R4=H; R2=R3=OH

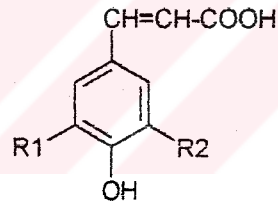
: Prolocalechuic acid



Gallik asit



Ellagic asit



R1=R2=H

: p-Kumarik asit

R1=OH; R2=H

: Kaffeik asit

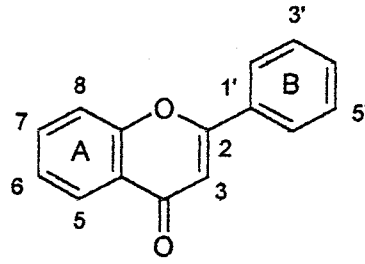
R1=OCH₃; R2=H

: Ferulik asit

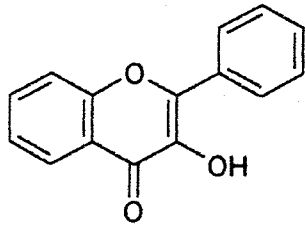
R1=R2=OCH₃

: Sinapik asit

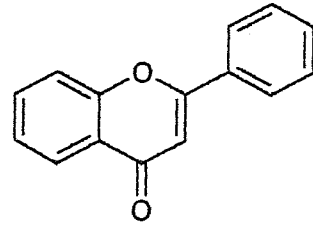
EK 3. Baçlıca Flavonoidler [30]



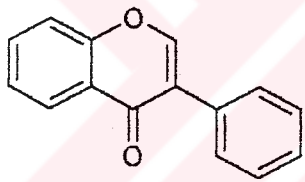
Flavon



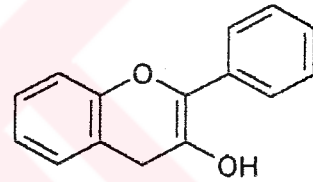
Flavonol



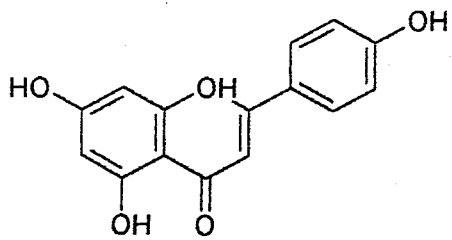
Flavanon



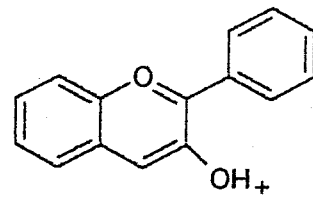
İzoflavon



Flavanol

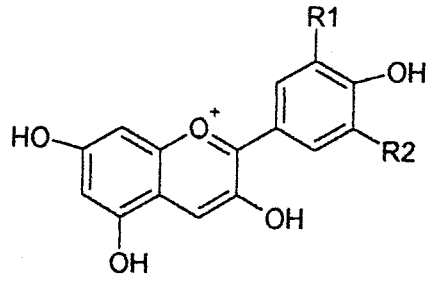


Kalkon



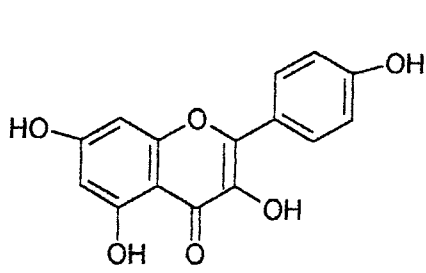
Antosiyanidin

EK 4. Bazı Önemli Antosiyanidinler ve Falvonoller [30].

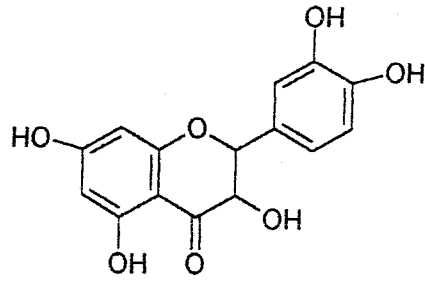


R1=R2=OH : Delfinidin
R1=OCH₃, R2=OH : Petunidin
R1=R2=OCH₃ : Malvidin
R1=OH, R2=H ve R1=OCH₃, R2=H : Siyanidin

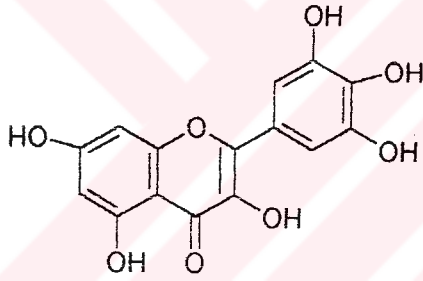
Antosiyanidin yapısı



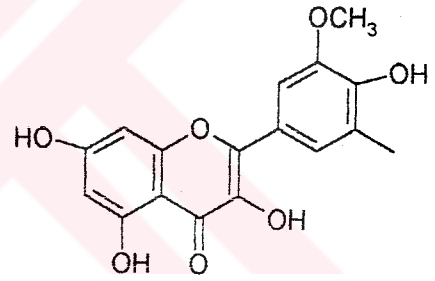
Kempferol



Kersetin

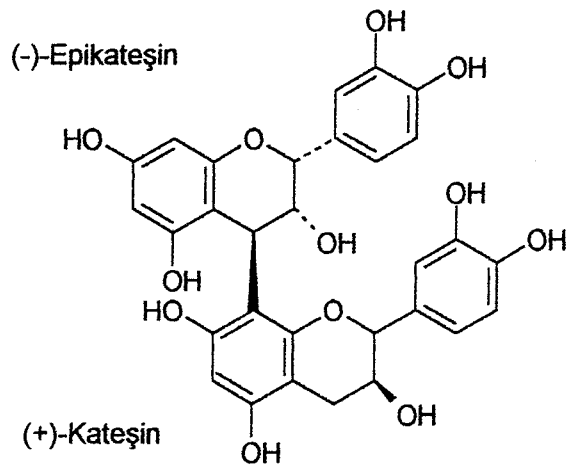


Mirisetin

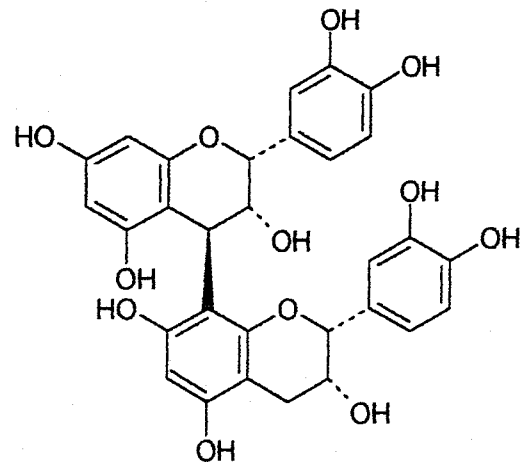


İzoramnetin

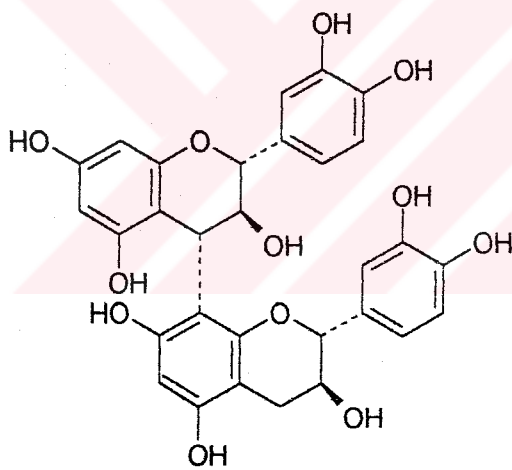
EK 5. Flavanoller [30]



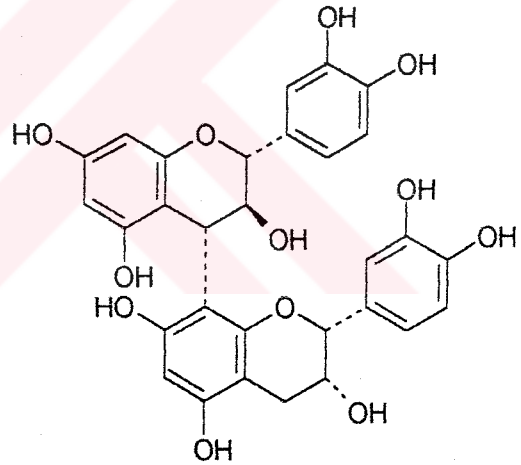
B1 Prosiyanidin



B2 Prosiyanidin

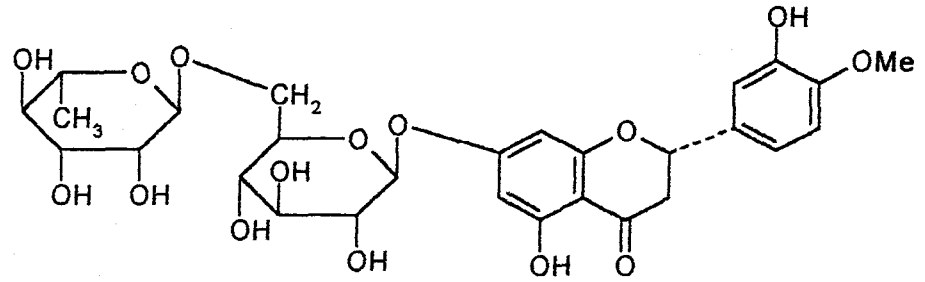


B3 Prosiyanidin

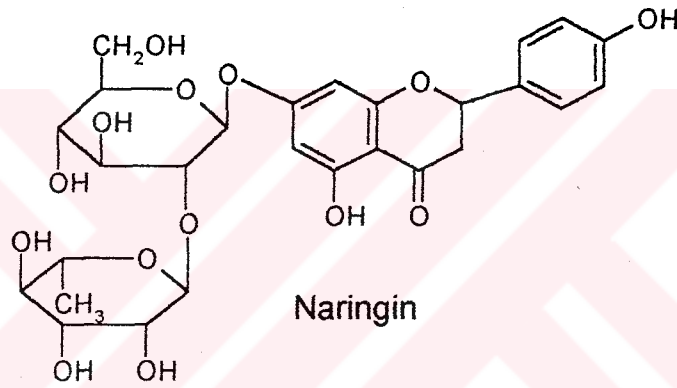


B4 Prosiyanidin

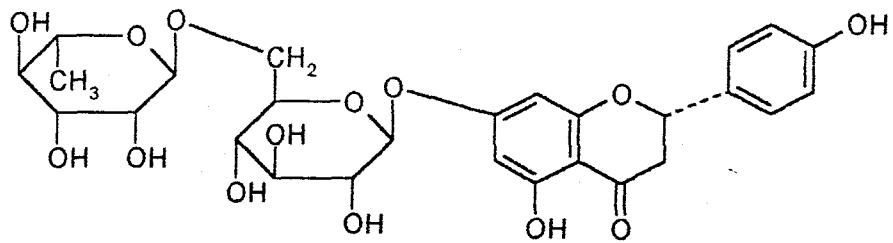
EK 6. Flavononlar [30]



Hesperidin



Naringin

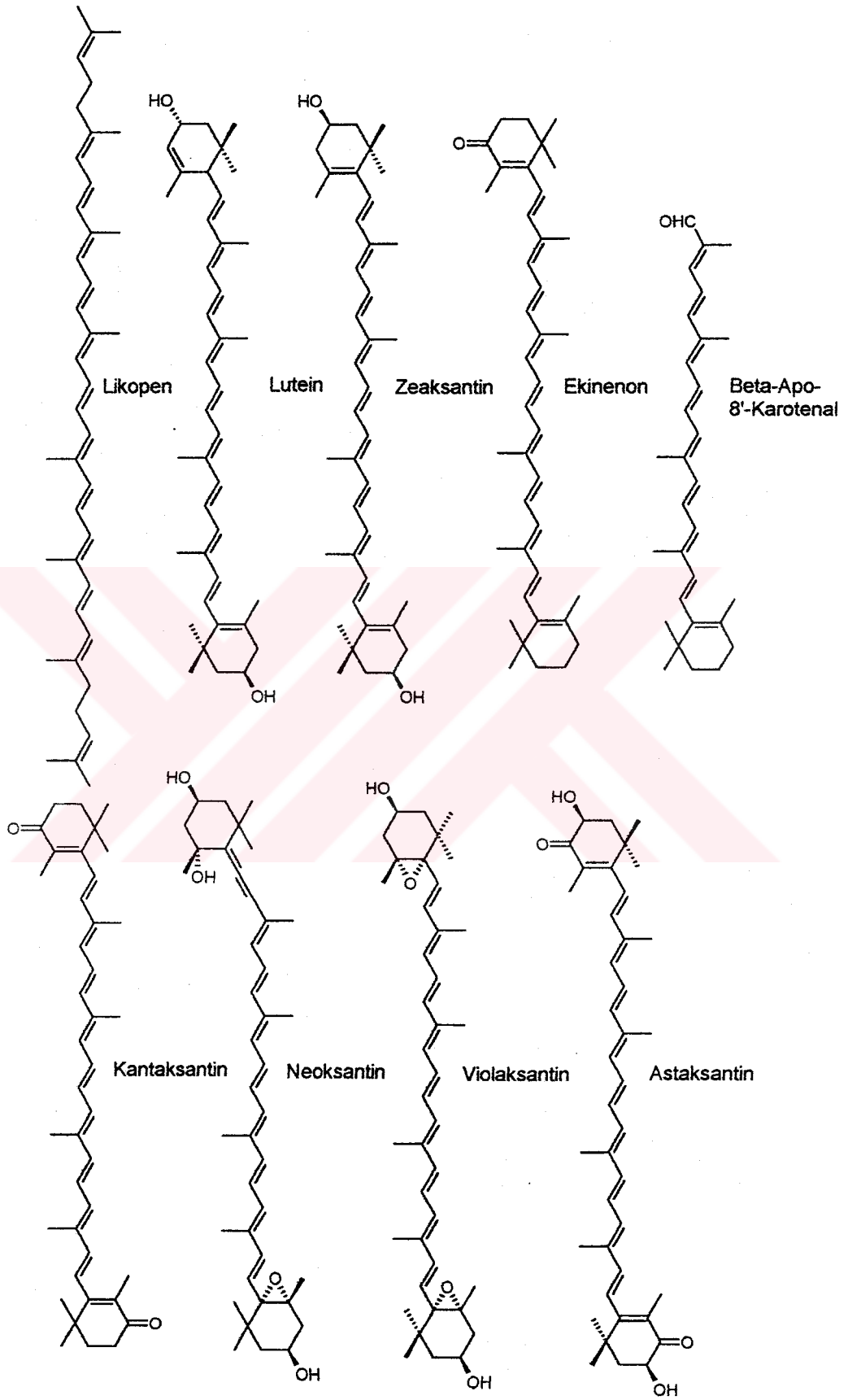


Narirutin

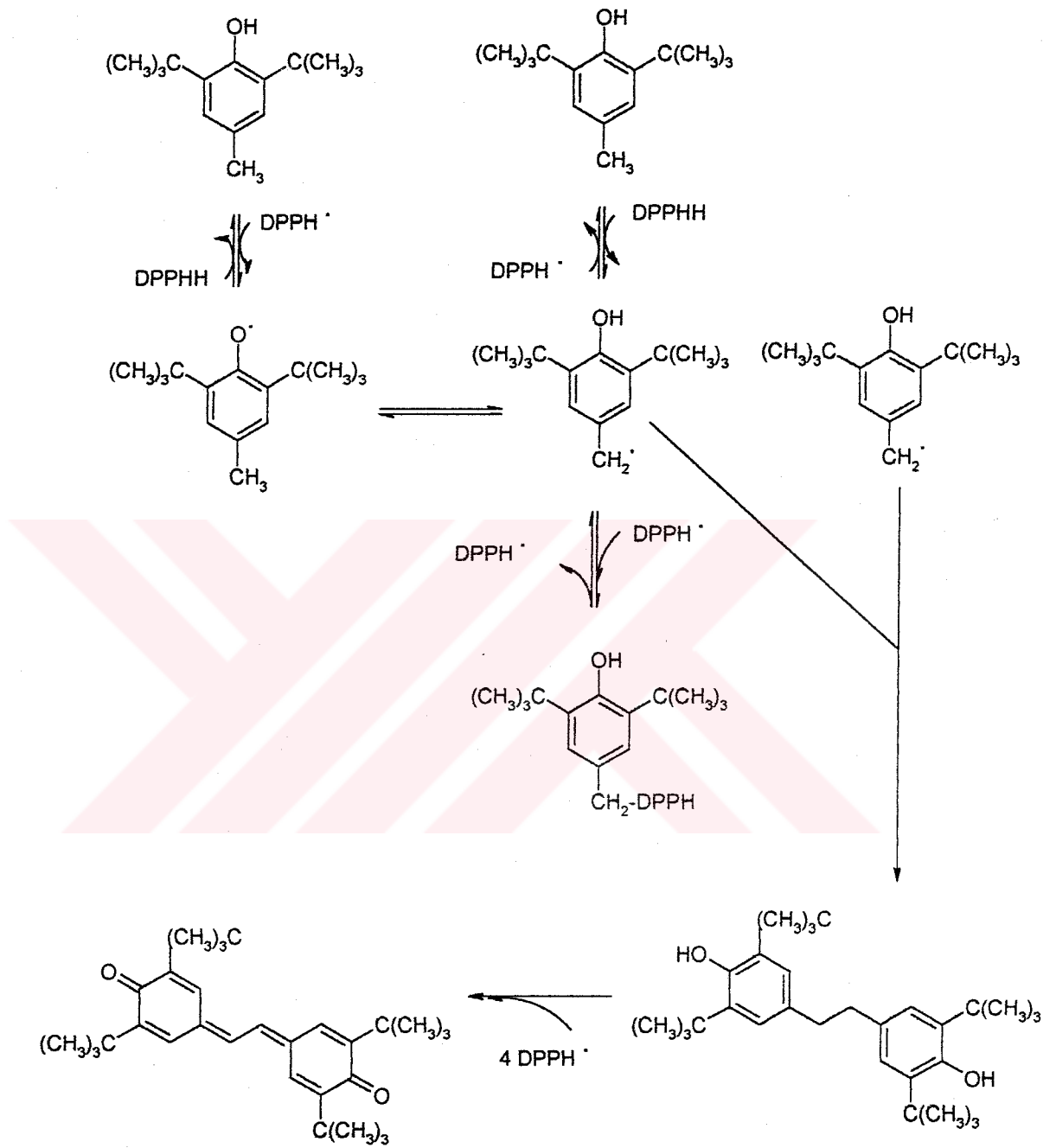
EK 7. Bazı Gıdaların Tokoferol İçerikleri [68,69]

Gıda (100 g)	Vitamin E	
	Mg	IU
Yağlar		
Buğday germ yağı	119	178
Ayçiçek yağı	49	73
Yerfıstığı yağı	19	28
Yumuşak margarin	14	21
Mayonez	13	19
Sert margarin	11	16
Soya yağı	8.1	12
Tereyağı	2.2	3.2
Hububat ve ürünleri		
Buğday germi	11	17
Yulaf unu	1.3	2.0
Kahverengi pirinç	1.3	2.0
Kepekli ekmeç	0.5	0.8
Beyaz ekmeç	0.1	0.2
Mısır çipsi	0.1	0.2
Beyaz pirinç	İz	0.1
Yağlı tohumlar		
Ayçiçeği tohumu (yaş)	50	74
Badem içi	27	41
Kuru yerfıstığı	7.4	11
Yerfıstığı ezmesi	6.2	9.2
Et, balık, yumurta, süt		
Karaciğer (ızgara)	0.6	0.9
Midye (dondurulmuş, pişirilmiş)	0.6	0.9
Tavuk (kızartılmış)	0.6	0.9
Yumurta	0.5	0.7
Mezgit balığı	0.4	0.6
Tavuk göğsü (ızgara)	0.4	0.6
Biftek (ızgara)	0.3	0.6
Süt	İz	İz
Meyveler		
Elma	0.3	0.5
Muz	0.2	0.3
Kavun	0.1	0.2
Çilek	0.1	0.2
Sebzeler		
Kuşkonmaz	1.8	2.7
Ispanak	1.8	2.7
Bezelye	0.6	0.8
Karnabahar	0.5	0.7
Fasulye (pişmiş)	0.1	0.2
Patates (pişmiş)	İz	0.1

EK 8. Bazı Önemli Karotenoidler



EK 9. DPPH ile BHT Arasında Gerçekleşen Reaksiyon [6]



EK 10. İSTATİSTİK TABLOLARI

KAVRULMUŞ ÇEKİRDEK ÖRNEKLERİNDE RSG DEĞERLERİNE KAVURMANIN ETKİSİ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ELLI	Between Groups	426,739	4	106,685	134,558	,000
	Within Groups	7,929	10	,793		
	Total	434,668	14			
YÜZ	Between Groups	1655,572	4	413,893	166,329	,000
	Within Groups	24,884	10	2,488		
	Total	1680,456	14			
İKİYÜZ	Between Groups	3388,509	4	847,127	188,886	,000
	Within Groups	44,849	10	4,485		
	Total	3433,358	14			
ÜÇYÜZ	Between Groups	4616,796	4	1154,199	288,265	,000
	Within Groups	40,040	10	4,004		
	Total	4656,835	14			
BEŞYÜZ	Between Groups	7180,098	4	1795,024	356,141	,000
	Within Groups	50,402	10	5,040		
	Total	7230,500	14			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ELLI

Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
Kavrulmamış	3	2,5667			
5 dk.Kav.	3		4,4933		
20 dk.Kav.	3			13,3667	
15 dk.Kav.	3			14,2733	14,2733
10 dk Kav.	3				15,2033
Sig.		1,000	1,000	,241	,230

YÜZ

Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
Kavrulmamış	3	4,5033				
5 dk.Kav.	3		9,4167			

20 dk.Kav.	3			22,7700		
15 dk.Kav.	3				27,3000	
10 dk Kav.	3					31,9200
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

İKİYÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
Kavrulmamış	3	8,6167			
5 dk.Kav.	3		18,3833		
20 dk.Kav.	3			40,4433	
15 dk.Kav.	3			40,7167	
10 dk Kav.	3				47,9100
Sig.		1,000	1,000	,878	1,000

ÜÇYÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
Kavrulmamış	3	12,5233			
5 dk.Kav.	3		28,7633		
20 dk.Kav.	3			51,0133	
15 dk.Kav.	3			54,5267	
10 dk Kav.	3				58,1767
Sig.		1,000	1,000	,057	1,000

BEŞYÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
Kavrulmamış	3	20,2033			
5 dk.Kav.	3		38,3033		
20 dk.Kav.	3			68,0600	
15 dk.Kav.	3			69,6300	
10 dk Kav.	3				77,7900
Sig.		1,000	1,000	,412	1,000

KAVRULMUŞ ÇEKİRDEK ÖRNEKLERİNDE BETA-KAROTEN YÖNTEMİNDE KAVURMANIN ETKİSİ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ELLI	Between Groups	52622,000	4	13155,500	11,341	,001
	Within Groups	11600,000	10	1160,000		
	Total	64222,000	14			
YÜZ	Between Groups	88564,667	4	22141,167	54,634	,000
	Within Groups	4052,667	10	405,267		
	Total	92617,333	14			
İKİYÜZ	Between Groups	59690,267	4	14922,567	306,628	,000
	Within Groups	486,667	10	48,667		
	Total	60176,933	14			
ÜÇYÜZ	Between Groups	84069,333	4	21017,333	488,019	,000
	Within Groups	430,667	10	43,067		
	Total	84500,000	14			
BEŞYÜZ	Between Groups	76793,333	4	19198,333	213,315	,000
	Within Groups	900,000	10	90,000		
	Total	77693,333	14			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ELLI
Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
örnek		1	2	3
20 dk.Kav.	3	312,0000		
5 dk.Kav.	3	317,6667		
15 dk.Kav.	3	353,0000	353,0000	
10 dk.Kav.	3		394,6667	
Kavrulmamış	3			472,6667
Sig.		,189	,165	1,000

YÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
15 dk.Kav.	3	370,3333			
5 dk.Kav.	3	397,3333	397,3333		
20 dk.Kav.	3		425,3333		

10 dk Kav.	3			514,3333	
Kavrulmamış	3				576,0000
Sig.		,131	,119	1,000	1,000

İKİYÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
20 dk.Kav.	3	447,3333			
15 dk.Kav.	3		461,0000		
10 dk Kav.	3			563,3333	
5 dk.Kav.	3			575,3333	
Kavrulmamış	3				601,6667
Sig.		1,000	1,000	,061	1,000

ÜÇYÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
15 dk.Kav.	3	468,3333				
20 dk.Kav.	3		483,6667			
10 dk Kav.	3			602,6667		
Kavrulmamış	3				631,0000	
5 dk.Kav.	3					644,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

BESYÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
örnek		1	2	3
15 dk.Kav.	3	564,3333		
20 dk.Kav.	3	565,3333		
10 dk Kav.	3		681,6667	
5 dk.Kav.	3			719,0000
Kavrulmamış	3			723,0000
Sig.		,900	1,000	,617

KAVRULMUŞ ÇEKİRDEK ÖRNEKLERİNDE İNDİRGEME GÜCÜNE KAVURMA SÜRESİNİN
ETKİSİ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ELLI	Between Groups	1,845E-03	4	4,612E-04	76,027	,000

	Within Groups	6,067E-05	10	6,067E-06		
	Total	1,906E-03	14			
YÜZ	Between Groups	2,381E-03	4	5,952E-04	115,942	,000
	Within Groups	5,133E-05	10	5,133E-06		
	Total	2,432E-03	14			
İKİYÜZ	Between Groups	3,076E-03	4	7,689E-04	142,389	,000
	Within Groups	5,400E-05	10	5,400E-06		
	Total	3,130E-03	14			
ÜÇYÜZ	Between Groups	6,825E-03	4	1,706E-03	236,977	,000
	Within Groups	7,200E-05	10	7,200E-06		
	Total	6,897E-03	14			
BEŞYÜZ	Between Groups	1,506E-02	4	3,766E-03	376,610	,000
	Within Groups	1,000E-04	10	1,000E-05		
	Total	1,516E-02	14			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ELLI
Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
Kavrulmamış	3	6,667E-03			
5 dk.Kav.	3		1,467E-02		
20 dk.Kav.	3			3,000E-02	
15 dk.Kav.	3			3,033E-02	
10 dk Kav.	3				3,633E-02
Sig.		1,000	1,000	,872	1,000

YÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
Kavrulmamış	3	2,900E-02				
5 dk.Kav.	3		4,400E-02			
20 dk.Kav.	3			4,933E-02		
15 dk.Kav.	3				5,567E-02	
10 dk Kav.	3					6,700E-02
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

İKİYÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
Kavrulmamış	3	6,767E-02			
5 dk.Kav.	3		8,367E-02		
20 dk.Kav.	3			9,500E-02	
15 dk.Kav.	3			9,600E-02	
10 dk Kav.	3				,1107
Sig.		1,000	1,000	,610	1,000

ÜÇYÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
Kavrulmamış	3	9,300E-02			
5 dk.Kav.	3		,1277		
20 dk.Kav.	3			,1357	
15 dk.Kav.	3			,1393	
10 dk Kav.	3				,1580
Sig.		1,000	1,000	,125	1,000

BEŞYÜZ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
Kavrulmamış	3	,1540				
5 dk.Kav.	3		,1853			
20 dk.Kav.	3			,2083		
15 dk.Kav.	3				,2180	
10 dk Kav.	3					,2483
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

KAVRULMUŞ ÇEKİRDEK ÖRNEKLERİNDE TEMM'YE KAVURMA SÜRESİNİN ETKİSİ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
I	Between Groups	30,624	4	7,656		
	Within Groups	,000	10	,000		
	Total	30,624	14			
II	Between Groups	28,860	4	7,215		
	Within Groups	,000	10	,000		
	Total	28,860	14			
III	Between Groups	28,404	4	7,101		

	Within Groups	,000	10	,000		
	Total	28,404	14			

I: Birinci II: İkinci III: Üçüncü deney

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

I
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
Kavrulmamış	3	1,6800				
5 dk.Kav.	3		3,3800			
15 dk.Kav.	3			4,6800		
20 dk.Kav.	3				4,6800	
10 dk Kav.	3					5,8800
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

II
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
Kavrulmamış	3	1,5800				
5 dk.Kav.	3		3,4800			
15 dk.Kav.	3			4,5800		
20 dk.Kav.	3				4,5800	
10 dk Kav.	3					5,6800
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

III
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
Kavrulmamış	3	1,7800				
5 dk.Kav.	3		3,5800			
15 dk.Kav.	3			4,4800		
20 dk.Kav.	3				4,4800	
10 dk Kav.	3					5,9800
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

ESMERLEŞME DERESESİNE KAVURMANIN ETKİSİ

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.

I	Between Groups	5,986E-02	4	1,496E-02	3300,971	,000
	Within Groups	4,533E-05	10	4,533E-06		
	Total	5,990E-02	14			

Homogeneous Subsets

Post Hoc Tests

I

Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
Örnek		1	2	3	4	5
Kavrulmamış	3	9,667E-03				
5 dk.Kav.	3		2,433E-02			
10 dk.Kav.	3			,1063		
15 dk.Kav.	3				,1397	
20 dk.Kav.	3					,1703
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

KAVRULMUŞ ÇEKİRDEK ÖRNEKLERİNDE RSG DEĞERLERİNE KONSANTRASYONUN ETKİSİ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KONT	Between Groups	592,059	4	148,015	75,282	,000
	Within Groups	19,661	10	1,966		
	Total	611,721	14			
BEŞ	Between Groups	2300,410	4	575,103	174,966	,000
	Within Groups	32,869	10	3,287		
	Total	2333,279	14			
ON	Between Groups	6927,013	4	1731,753	316,684	,000
	Within Groups	54,684	10	5,468		
	Total	6981,697	14			
ONBEŞ	Between Groups	5712,942	4	1428,236	301,885	,000
	Within Groups	47,311	10	4,731		
	Total	5760,253	14			
YIRMI	Between Groups	5733,847	4	1433,462	1055,755	,000
	Within Groups	13,578	10	1,358		
	Total	5747,424	14			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

KONT

Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
elli	3	2,5667			
yüz	3	4,5033			
ikiyüz	3		8,6167		
üçyüz	3			12,5233	
beşyüz	3				20,2033
Sig.		,122	1,000	1,000	1,000

BEŞ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	4,4933				
yüz	3		9,4167			
ikiyüz	3			18,3833		
üçyüz	3				28,7633	
beşyüz	3					38,3033
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

ON
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	15,2033				
yüz	3		31,9200			
ikiyüz	3			47,9100		
üçyüz	3				58,1767	
beşyüz	3					77,7900
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

ONBEŞ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	14,2733				
yüz	3		27,3000			
ikiyüz	3			40,7167		
üçyüz	3				54,5267	
beşyüz	3					69,6300
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

YIRMI
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	13,3667				
yüz	3		22,7700			
ikiyüz	3			40,4433		
üçyüz	3				51,0133	
beşyüz	3					68,0600
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

KAVRULMUŞ ÇEKİRDEK ÖRNEKLERİNDE İNDİRGEME GÜCÜNE KONSANTRASYONUN ETKİSİ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

KAVRULMAMIŞ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	6,667E-03				
yüz	3		2,900E-02			
ikiyüz	3			6,767E-02		
üçyüz	3				9,300E-02	
beşyüz	3					,1540
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

BEŞ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	1,467E-02				
yüz	3		4,400E-02			
ikiyüz	3			8,367E-02		
üçyüz	3				,1277	
beşyüz	3					,1853
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

ON
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	3,633E-02				

yüz	3		6,700E-02			
ikiyüz	3			,1107		
üçyüz	3				,1580	
beşyüz	3					,2483
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

ONBEŞ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	3,033E-02				
yüz	3		5,567E-02			
ikiyüz	3			9,600E-02		
üçyüz	3				,1393	
beşyüz	3					,2180
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

YIRMI
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	3,000E-02				
yüz	3		4,933E-02			
ikiyüz	3			9,500E-02		
üçyüz	3				,1357	
beşyüz	3					,2083
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

**KAVRULMUŞ ÇEKİRDEK ÖRNEKLERİNDE BETA-KAROTEN YÖNTEMİNDE
KONSANTRASYONUN ETKİSİ**

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

KONT
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	472,6667				
yüz	3		576,0000			
ikiyüz	3			601,6667		
üçyüz	3				631,0000	
beşyüz	3					723,0000

Sig.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
------	-------	-------	-------	-------	-------

BEŞ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	317,6667				
yüz	3		397,3333			
ikiyüz	3			575,3333		
üçyüz	3				644,3333	
beşyüz	3					719,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

ON
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	394,6667				
yüz	3		514,3333			
ikiyüz	3			563,3333		
üçyüz	3				602,6667	
beşyüz	3					681,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

ONBEŞ
Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
örnek		1	2	3	4
elli	3	353,0000			
yüz	3		370,3333		
ikiyüz	3			461,0000	
üçyüz	3			468,3333	
beşyüz	3				564,3333
Sig.		1,000	1,000	,305	1,000

YIRMI
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	312,0000				
yüz	3		425,3333			
ikiyüz	3			447,3333		

üçyüz	3				483,6667	
beşyüz	3					565,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

YÖNTEMLER ARASI KORELASYON KATSAYILARI

DPPH-İndirgeme Gücü Yöntemleri Arasında

	0 dk	5 dk	10 dk	15 dk	20 dk
dpph	2,57	4,49	15,2	14,84	14,19
İ.G.	0,007	0,015	0,036	0,030	0,030
50 mikrolitre için r=					0,979342

dpph	4,50	9,42	29,71	29,07	22,77
İ.G.	0,029	0,044	0,067	0,056	0,049
100 mikrolitre için r=					0,921741

Dpph	8,62	18,38	47,91	42,05	40,44
İ.G.	0,068	0,084	0,111	0,096	0,095
200 mikrolitre için r=					0,95644

Dpph	12,52	28,76	58,18	55,97	51,01
İ.G.	0,093	0,128	0,158	0,139	0,136
300 mikrolitre için r=					0,927664

Dpph	20,2	38,3	76,95	70,16	68,06
İ.G.	0,154	0,185	0,248	0,218	0,208
500 mikrolitre için r=					0,953938

DPPH-TFMM Yöntemleri Arasında

	0 dk	5 dk	10 dk	15 dk	20 dk
dpph	2,57	4,49	15,20	14,84	14,19
TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
50 mikrolitre için r=					0,922796

dpph	4,50	9,42	29,71	29,07	22,77
TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
100 mikrolitre için r=					0,937323

Dpph	8,62	18,38	47,91	42,05	40,44
TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
200 mikrolitre için r=					0,969546

Dpph	12,52	28,76	58,18	55,97	51,01
TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
300 mikrolitre için r=					0,967402

Dpph	20,20	38,30	76,95	70,16	68,06
TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
500 mikrolitre için r=					0,974451

TFMM-İndirgeme Gücü Yöntemleri Arasında

	0 dk	5 dk	10 dk	15 dk	20 dk
İG	0,007	0,015	0,036	0,030	0,030

TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
50 mikrolitre için r=					0,980582
İG	0,029	0,044	0,067	0,056	0,049
TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
100 mikrolitre için r=					0,978852
İG	0,068	0,084	0,111	0,096	0,095
TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
200 mikrolitre için r=					0,996027
İG	0,093	0,128	0,158	0,139	0,136
TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
300 mikrolitre için r=					0,983699
İG	0,154	0,185	0,248	0,218	0,208
TFMM	1,68	3,38	5,88	4,68	4,68
500 mikrolitre için r=					0,988259

**MEYVE ÖRNEKLERİNDE
DPPH YÖNTEMİNDE KONSANTRASYON VE ÇEŞİT FARKININ ETKİSİ**

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ŞAM	Between Groups	11170,746	4	2792,686	4741,940	,000
	Within Groups	5,889	10	,589		
	Total	11176,635	14			
PM	Between Groups	10462,340	4	2615,585	4624,715	,000
	Within Groups	5,656	10	,566		
	Total	10467,995	14			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Şam
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek	-	1	2	3	4	5
elli	3	23,8567				
yüz	3		43,4900			
ikiyüz	3			74,1400		
üçyüz	3				90,9767	
beşyüz	3					93,4600
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Paşa Mişmişi
Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	21,5767				
yüz	3		40,7067			
ikiyüz	3			64,9033		
üçyüz	3				84,0600	
beşyüz	3					92,2233
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

BETA-KAROTEN YÖNTEMİ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ŞAM	Between Groups	59766,933	4	14941,733	136,579	,000
	Within Groups	1094,000	10	109,400		
	Total	60860,933	14			
PM	Between Groups	14715,333	4	3678,833	129,536	,000
	Within Groups	284,000	10	28,400		
	Total	14999,333	14			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Şam Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
KONSANTR		1	2	3	4	5
elli	3	865,3333				
yüz	3		916,6667			
ikiyüz	3			958,0000		
üçyüz	3				1004,0000	
beşyüz	3					1044,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Paşa Mişmişi Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
KONSANTR		1	2	3	4	5
elli	3	853,6667				
yüz	3		891,6667			
ikiyüz	3			910,0000		
üçyüz	3				926,0000	

beşyüz	3					945,3333
Sig.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

İNDİRGE ME GÜCÜ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ŞAM	Between Groups	,290	4	7,243E-02	7988,687	,000
	Within Groups	9,067E-05	10	9,067E-06		
	Total	,290	14			
PM	Between Groups	,276	4	6,901E-02	14180,295	,000
	Within Groups	4,867E-05	10	4,867E-06		
	Total	,276	14			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ŞAM

Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	4,900E-02				
yüz	3		8,767E-02			
ikiyüz	3			,1900		
üçyüz	3				,2680	
beşyüz	3					,4380
Sig.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

PAŞA MIŞMIŞI

Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
örnek		1	2	3	4	5
elli	3	4,267E-02				
yüz	3		8,067E-02			
ikiyüz	3			,1797		
üçyüz	3				,2503	
beşyüz	3					,4240
Sig.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Malatya'da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Malatya'nın farklı yerlerinde tamamladı. 1993 yılında Malatya Ziraat Meslek Lisesi'nden Ziraat Teknisyeni unvanıyla mezun oldu. Tarım Bakanlığında çeşitli birimlerde Ziraat Teknisyeni olarak görev yaptı. 1999 yılında İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı bölümde 1999 yılında Yüksek lisans eğitimine başladı. 2000 yılında da Araştırma Görevlisi olarak aynı bölüme girdi. Halen bu görevini sürdürmektedir.



İC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN TAYYİN MERKEZİ