

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra TURAN

**SARI ULAK TARSUS ZEYTİNİ VE SİYAH ÇAYDAN ELDE EDİLEN
FENOLİK EKSTRAKTLARIN ANTİOKSİDAN ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2005

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SARI ULAK TARSUS ZEYTİNİ VE SİYAH ÇAYDAN ELDE EDİLEN
FENOLİK EKSTRAKTLARIN ANTİOKSİDAN ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Esra TURAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Bu tez / / 2005 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle
Kabul Edilmiştir.**

İmza	İmza	İmza
Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ	Prof. Dr. Ali ALTAN	Doç. Dr. Bilgehan GÜZEL
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No :

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

**Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından Desteklenmiştir.**

Proje No: ZF2003YL48

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SARI ULAK TARSUS ZEYTİNİ VE SİYAH ÇAYDAN ELDE EDİLEN FENOLİK EKSTRAKTLARIN ANTiOKSiDAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Esra TURAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ
Yıl : 2005, Sayfa:48
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ
Prof. Dr. Ali ALTAN
Doç Dr. Bilgehan GÜZEL

Bu çalışmada, Mersin ili Tarsus ilçesinden temin edilen Sarı Ulak Tarsus çeşidi zeytin ve Oba Çay'ın ürettiği siyah çaydan elde edilen doğal fenolik ekstraktlar, bir sentetik antioksidan olan Bütilendirilmiş Hidroksi Toluen (BHT) ile karşılaştırılmış ve doğal ekstraktların antioksidan etkileri incelenmiştir. Zeytin ve çay örneklerinden fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu ve bunu izleyen analizler, Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Zeytin ve çay örneklerinin toplam fenol içeriği zeytinde 286 mg/100g; çayda ise 5649 mg/100 g kafeik asit eşdeğeri (CAE) olarak bulunmuştur.

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ile sentetik bir antioksidan olan BHT'nin antioksidan aktiviteleri karşılaştırıldığında; 30., 60. ve sonlanma zamanlarında antioksidan aktivite sıralaması çay > zeytin ≥ BHT olarak bulunmuştur.

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ile BHT'nin 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest kökünü bağlama kapasiteleri karşılaştırıldığında; çay örneklerinin kök bağlama kapasitesinin güçlü antioksidan özellikleri ile bilinen BHT'den daha yüksek olduğu, zeytin örneklerinin kök bağlama kapasitesinin ise BHT ile hemen hemen aynı olduğu bulunmuştur. Ayrıca; zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlarda olduğu gibi BHT örneklerinin de DPPH serbest kökünü bağlama yeteneğinin konsantrasyon ve zamana bağlı olarak arttığı bulunmuştur.

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ve BHT'nin antioksidan aktiviteleri, substrat olarak ayçiçek yağı ve zeytinyağının kullanıldığı iki farklı sistemde değerlendirilmiştir. Substrat olarak ayçiçek yağı kullanılan denemede oksidasyon, substrat olarak zeytinyağı kullanılan denemelere göre daha hızlı gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, Siyah Çay, BHT, Fenolik Bileşikler, Antioksidanlar

ABSTRACT

MSc THESIS

AN INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT EFFECTS OF PHENOLIC EXTRACTS OBTAINED FROM SARI ULAK TARSUS OLIVE AND BLACK TEA

Esra TURAN

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ
Yıl : 2005, Sayfa:48
Jury : Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ
Prof. Dr. Ali ALTAN
Doç Dr. Bilgehan GÜZEL

In this research, natural phenolic extracts which was obtained from black tea that was produced by Oba Çay and Sarı Ulak Tarsus variety and grown in Tarsus in Mersin were compared with BHT which was a synthetic antioxidant and the antioxidant effects of natural phenolic extracts were investigated. Extraction of phenolic compounds from black tea and olive samples and following analyses were done in Cukurova University Food Engineering Labs.

Total phenolic contents of black tea and olive samples were found as 286 mg/100g for olive and 5649 mg/100 g for black teas as CAE (Caffeic Acid Equivalent).

When the antioxidant effects of phenolic extracts which was obtained from black tea and olive samples were compared with BHT; antioxidant effects were found as follows black tea > olive ≥ BHT for 30., 60. minutes and in final time. When the DPPH free radical scavenging capacity of phenolic extracts which was obtained from black tea and olive samples were compared with BHT; it was found that black tea samples had higher radical scavenging capacity than BHT which was known with its strong antioxidant properties and olive samples had equal radical scavenging capacity compared to BHT. In addition, it was found that DPPH free radical scavenging capacity of BHT was increasing with concentration and time as phenolic extracts which were obtained from black tea and olive samples.

Antioxidant activities of phenolic extracts which were obtained from black tea and olive samples and BHT were evaluated in sunflower oil and olive oil. The oxidation in sunflower oil was occurred more rapidly than the oxidation in olive oil as a substrate with/without added phenolic extracts and BHT during experiments.

Key Words: Olive, Black Tea, BHT, Phenolic Compounds, Antioxidants

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi ve çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen fikir ve katkılarıyla çalışmalarına ışık tutan ve yönlendiren danışman hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimin değerlendirilmesinde sunduğu çok değerli katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Ali ALTAN ve Doç. Dr. Bilgehan GÜZEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında sorumlu oldukları laboratuvarları ve bu laboratuvarlardaki çeşitli alet-ekipmanları kullanmama izin veren Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ, Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU, Prof. Dr. Mehmet GÜVEN, Doç. Dr. Hüseyin ERTEN, Doç. Dr. Turgut CABAROĞLU ve Yrd. Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ'a; yine laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm Ar. Gör. Dilşat BOZDOĞAN, Ar. Gör. Oya Berkay KARACA ve Ar. Gör. Feyza KIROĞLU'na; gerek çalışmalarım gerekse istatistiksel analizlerimin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Ar. Gör. Adnan BOZDOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Sadece çalışmalarım sırasında değil, tanıştığımız günden itibaren her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Mehmet Akif ERDOĞAN, Ercan YURDAKUL, Mustafa ERDOĞAN ve Özgül TURBAY'a da yaşamıma kattıkları renkten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım ve eğitimim boyunca; daha da önemlisi hayatım boyunca her türlü maddi ve manevi desteklerini gördüğüm ve görmeye devam edeceğimden emin olduğum Anneannem Zübeyde TOFTAR, Babam Hüseyin Avni TURAN, Annem Nalan TURAN, Kardeşim Eda TURAN ve Eşim Özcan DEMİRTAŞ'a gönül dolusu teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerinden dolayı Ç.Ü Araştırma Fonu ve Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsüne Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1 GİRİŞ	1
1.1 Zeytin	1
1.2 Çay	2
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1 Zeytinin Bileşimi.....	4
2.2 Çayın Bileşimi.....	5
2.3 Zeytin ve Çayda Bulunan Fenolik Bileşikler	8
2.3.1 Zeytin	8
2.3.2 Çay	11
2.4 Antioksidanların Lipid Oksidasyonunu Önleme Mekanizması.....	14
2.4.1 Antioksidan Aktivitenin Değerlendirilmesi	16
2.4.1.1 DPPH Serbest Kök Bağlama Metodu	16
3 MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1 Materyal	20
3.2 Yöntem.....	20
3.2.1 Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu	20
3.2.2 Toplam Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi	21
3.2.3 Ekstrakte Edilen Fenolik Bileşiklerin Antioksidan Etkisinin Belirlenmesi.....	21
3.2.3.1 Serbest Kök Bağlama Özelliklerinin 1,1 Diphenyl-2- picrylhydrazyl (DPPH) Kullanılarak Belirlenmesi	21
3.2.3.2 Lipid Oksidasyonu Önleme Özelliklerinin Belirlenmesi.....	22
3.2.3.3 Peroksit Değerinin Belirlenmesi	22
3.2.3.4 Konjuge Dienlerin Belirlenmesi	23
3.2.4 İstatistiksel Analizler.....	23

4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	24
4.1 Folin-Ciocalteau Yöntemi ile Zeytin ve Çayda Bulunan Toplam Fenol İçeriğinin Belirlenmesi.....	24
4.2 Fenolik Ekstraktların Antioksidan Aktivitesinin Metanol İçerisinde Değerlendirilmesi.....	25
4.2.1 Deneme 1: DPPH Metodu ile Antioksidan Aktivitenin Değerlendirilmesi.....	25
4.3 Antioksidan Aktivitenin Trigliserid Karışımlarında Değerlendirilmesi	31
4.3.1 Deneme 2: Zeytin ve Çaydan Elde Edilen Fenolik Ekstraktlar ve BHT'nin Antioksidan Aktivitesinin 60°C'ye Isıtılan Zeytinyağı İçerisinde Değerlendirilmesi.....	31
4.3.2 Deneme 3: Zeytin ve Çay Örneklerinden Elde Edilen Fenolik Ekstraktlar ve BHT'nin Antioksidan Aktivitesinin 60°C'ye Isıtılan Ayçiçek Yağı İçerisinde Değerlendirilmesi	34
5 SONUÇ VE ÖNERİLER	38
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	49

Çizelge 2.1. Zeytin Tanesinin Ortalama Bileşimi.....	4
Çizelge 2.2 Taze Çay Filizi, Siyah Çay ve Çay Deminin Başlıca Bileşenlerinin Bileşimindeki Yaklaşık Payları (Kuru madde % olarak).....	6
Çizelge 4.1. Fenolik Ekstraktlar ve BHT'nin $1.8, 3.6 \times 10^{-4}$ M Konsantrasyonlarında DPPH Kökünü 30. ve 60. Dakikalar ile Sabitlenme Zamanındaki Bağlama Kapasiteleri (%)	26
Çizelge 4.2. Zeytin Ekstraktları ve BHT'nin $5.4, 9.0 \times 10^{-4}$ M Konsantrasyonlarında DPPH kökünü 30. ve 60. Dakikalar ile Sabitlenme Zamanındaki Bağlama Kapasiteleri (%)	26
Çizelge 4.3. Fenolik Ekstraktların ve BHT'nin Başlangıç DPPH Konsantrasyonunu % 50 Azaltmak İçin Gereken Antioksidan Miktarı (EC 50).....	27
Çizelge 4.4. Fenolik Ekstraktların ve BHT'nin Antiradikal Etkinliği (ARP = $1/EC_{50}$)	28
Çizelge 4.5. Zeytinyağı İçerisinde 60°C 'ye Isıtılan Örneklerin 20 ve 50 meq/kg Peroksit Değerine Ulaşması İçin Gerekli Olan Süreler.....	33
Çizelge 4.6. Ayçiçek Yağı İçerisinde 60°C 'ye Isıtılan Örneklerin 20 ve 50 meq/kg Peroksit Değerine Ulaşması İçin Gerekli Olan Süreler.....	36

Şekil 2.1. Zeytinin Temel Fenolik Bileşenlerinin Kimyasal Yapısı	8
Şekil 2.2. Zeytinde Bulunan Bazı Flavon, Flavonol ve Siyanidin Glikozitlerinin Kimyasal Yapısı	10
Şekil 2.3. Çayda Bulunan Başlıca Primer Kateşinler (Flavanoller).....	12
Şekil 2.4. Çayda Bulunan Başlıca Fenolik Asitler ve Depsidler.....	12
Şekil 2.5. Çayda Bulunan Başlıca Flavonoller.....	12
Şekil 2.6. Çayda Bulunan Theaflavin ve Türevlerinin Kimyasal Yapısı.....	13
Şekil 3.1. Zeytinlerden Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu ve Analizi.....	20
Şekil 3.2. Çaydan Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu ve Analizi	21
Şekil 4.1. Kafeik Asit Standart Eğrisi	24
Şekil 4.2. Zeytin Örneklerinden Elde Edilen Fenolik Ekstraktların DPPH Serbest Kökünü Bağlama Kapasitesi	29
Şekil 4.3. Çay Örneklerinden Elde Edilen Ekstraktların DPPH Serbest Kökünü Bağlama Kapasitesi	30
Şekil 4.4. BHT Örneklerinin DPPH Serbest Kökünü Bağlama Kapasitesi	31
Şekil 4.5. Zeytinyağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Farklı Konsantrasyonlardaki Örneklerin Peroksit Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	32
Şekil 4.6. Zeytinyağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Farklı Konsantrasyonlardaki Örneklerin Konjuge Dien Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	34
Şekil 4.7. Ayçiçek Yağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Farklı Konsantrasyonlardaki Örneklerin Peroksit Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	35
Şekil 4.8. Ayçiçek yağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Farklı Konsantrasyonlardaki Örneklerin Konjuge Dien Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	36

1 GİRİŞ

1.1 Zeytin

Zeytin ağacı (*Olea europa L.*)'nin meyvesi ve *Oleaceae* familyasının bir üyesi olan zeytinin anavatanının Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni de içine alan Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya olduğu bildirilmektedir. Günümüzde zeytin ağacının yetiştirilmesi ve olgun meyveden zeytinyağının üretimi Akdeniz ülkelerinde zeytincilik uygulamalarının en önemli parçasını oluşturmaktadır (Owen ve ark., 2000).

FAO'nun 2004 yılı Tarım İstatistiklerine göre; dünyada 8514300 hektar alanda 15340488 ton zeytin üretilmektedir (FAO, 2004). Dünya zeytin ağacı varlığının ve zeytin üretiminin yaklaşık % 97'si Akdeniz ülkelerine aittir. Zeytin üreticisi Akdeniz ülkelerinin başında sırasıyla İtalya, İspanya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Portekiz ve Fas gelmektedir (Anonim, 2005a).

DİE'nin 2001 yılı istatistiklerine göre; Ülkemizde yaklaşık 91700000 adedi meyve veren ve 9900000 adedi meyve vermeyen olmak üzere toplam 101600000 zeytin ağacı mevcuttur. Bu rakam dünyadaki zeytin ağacı varlığının (700 milyon) yaklaşık % 13'üne karşılık gelmektedir.

Ülkemizde zeytin üretimi; Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yapılmaktadır (Anonim, 2005a, Nas ve ark., 1998). FAO'nun 2004 yılı verilerine göre, ülkemizde yaklaşık 597000 hektar alanda yaklaşık olarak 1800000 ton zeytin üretilmektedir (FAO, 2004). Türkiye'de yetiştirilen zeytinlerin % 75-80'i yağlık, % 20-25'i ise sofralık olarak değerlendirilmektedir (DİE, 2001).

Türkiye'de 88 çeşit zeytin görülmektedir (Aktan ve Kalkan ,1999). Ayvalık (Yağlık), Çakır, Çilli, Domat, Gemlik, Halhalı, İzmir (Sofralık), Kilis (Yağlık), Kiraz, Manzanilla, Memecik, Memeli, Nizip (Yağlık), Tavşan Yüreği ve Uslu (sofralık) Türkiye'de yetiştirilen önemli zeytin çeşitleri olarak sayılabilmektedir (Pala ve ark, 2001).

Bitkilerde, fotosentez sonucu oluşan karbonun yaklaşık % 2'si fenolik bileşiklere dönüşmektedir. Bu dönüşümün aromatik amino asit metabolizması sırasında gerçekleştiği varsayılmakta ve bu nedenle fenolik bileşikler, bitkilerde

aromatik ikincil metabolit sayılmaktadır (Karadeniz ve Ekşi, 2001). Fenolik bileşikler, yapısında bir benzen halkası ile bu benzen halkasına bağlı bir veya daha çok sayıda hidroksil grupları içermektedirler. Sahip oldukları pek çok biyolojik ve kimyasal özellikleri nedeniyle; serbest kökleri ve metal iyonlarını bağlama ve singlet oksijeni yatıştırma özellikleri ile iyi bir antioksidan olabildikleri gibi esmerleşme reaksiyonlarında substrat olarak da görev yapabilmektedirler (Keçeli, 2000).

Fenolik bileşiklerin miktarı ve tipi; çeşit, olgunluk, yağış miktarı, yükseklik, toprak koşulları, sıcaklık vb. faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle bazı çeşitler fenolik bileşiklerce zengin bazı çeşitler ise fakirdir (Ryan ve Robarts, 1998; Keçeli, 2000). Zeytin ve zeytinyağının besinsel, işlevsel ve duyuşsal özellikleri, meyvenin fenolik içeriğiyle yakından ilgilidir (Rayn ve ark., 2001). Zeytin tüketiminin yararlı etkileri de, zeytinin fenolik içeriği ve antioksidan etkilerine bağlanmaktadır (Amiot ve ark., 1986; Esti ve ark., 1998; Ryan ve Robards, 1998).

Fenolik bileşikler, meyvenin duyuşsal özelliklerinde önemli parametrelerdir ve özellikle o-difenoller, meyve veya yağın oksidasyona karşı dayanıklılığında antioksidan olarak görev yapmaktadır (Keçeli ve Gordon, 2001).

1.2 Çay

Türk insanının günün her saatinde severek tükettiği geleneksel bir içecek olarak tüketimi yıldan yıla artış gösteren çay (Artık ve Poyrazoğlu, 1992); *Camellia sinensis*'in yapraklarından hazırlanmaktadır. Dünyadaki en popüler içecek olan çayın *sinensis* ve *assamica* olmak üzere iki ana çeşidi bulunmakta ve 30'dan fazla ülkede yetiştirilmektedir (Vinson ve Dabbagh, 1998).

Dünya nüfusunun 2/3'ü tarafından tüketilen çay, dünyanın farklı bölgelerinde farklı şekillerde (% 20 yeşil, % 78 siyah, % 2 oolong) işlenmektedir (Kuroda ve Hara, 1999). Taze olarak toplanmış çay yaprakları hafifçe ezilerek bileşenleri tamamen okside olmakta ve yapraklar siyah renge dönmektedir. Bu şekilde üretilen çaya “siyah çay” denilmektedir. “Yeşil çay” ise yaprakların oksidasyona uğramaması için toplandıktan hemen sonra buharla muamele edilerek doğal bileşenleri ve aroması muhafaza edilerek elde edilen çaydır. Buna ilaveten siyah ve

yeşil çay arasında olan (yarı fermente olmuş) ve açık havada 1-2 saat fermente edilerek üretilen “oolong çayı” olmak üzere üç tip çay vardır (Vinson ve Dabbagh, 1998; Anonim, 2005b; Özdemir, 2005). Siyah çay, dünya çay üretiminin % 80’ini oluşturmaktadır (Vinson ve Dabbagh, 1998).

Çayın sadece etkili bir ilaç aktivitesine sahip olmadığı ayrıca mükemmel bir içecek olduğu fark edilince, özellikle tropikal ülkelerde çayın yetiştirilme alanı önemli ölçüde artmıştır (Kuroda ve Hara, 1999).

FAO’nun 2004 yılı istatistiklerine göre; dünyada 2460000 hektar alanda 3196881 ton çay üretimi yapılmaktadır. Dünya çaylık alan varlığı ve çay üretiminin yaklaşık % 50’si, Çin ve Hindistan’ın elinde bulunmaktadır (FAO, 2004).

Dünyadaki tüm çay üreticileri arasında Türkiye; Hindistan, Çin, Sri Lanka, Kenya ve Endonezya’dan sonra altıncı sırada bulunmaktadır (Gunduc ve El-Nehir, 2003).

Türkiye’nin çaylık alan varlığı 1992-93 yıllarında 89000 hektar iken, 1994 yılında 77000 hektara düşmüş ve 2003 yılına kadar bu değerde değişme kaydedilemezken, 2004 yılındaki düşüşle birlikte bu değer 76700 hektar olmuştur. FAO’nun 2004 yılı verilerine göre; Türkiye’nin kuru çay üretimi 1992 yılında 164000 ton iken, 2004 yılında 131000 tona düşmüştür (FAO, 2004).

Çayın bileşenleri arasında, büyük ölçüde farmakolojik önemi olan polifenoller ve kafeindir. Kuru çay yapraklarında % 30-35 oranında (Serteser ve Gök, 2003) bulunan ve temel çay bileşenleri olan fenolik bileşikler, demlemenin kalitesine göre duyuşal özelliklerle yakından ilgilidir ve içeceğin kalitesini belirlemektedir (Kuroda ve Hara, 1999; Vinson, 1996). Çaydaki polifenoller, güçlü kök bağlama ve indirgeme aktivitesine sahiptirler (Kuroda ve Hara, 1999). Çayda bulunan polifenollerin miktarı; çeşit, olgunluk derecesi, iklim, ışık, yağmur, sıcaklık ve besin yeterliliği gibi çevresel faktörler ile yaprak yaşı, işleme metodu ve derecesine göre değişmektedir (Gürses ve Poyrazoğlu, 1997; Kuroda ve Hara, 1999; Gunduc ve El-Nehir, 2003).

Bu çalışmada, zeytin ve çaydan elde edilen doğal fenolik ekstraktların, sentetik antioksidanlardan Bütüllendirilmiş Hidroksi Toluen (BHT) ile karşılaştırılması ve doğal ekstraktların antioksidan etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Zeytinin Bileşimi

Zeytin, besin içeriği açısından oldukça değerli bir ürün olup, şekli ve rengi çeşide göre değişmektedir. Zeytin tanesinin kimyasal bileşiminin önemli bir kısmını su ve yağ oluştururken protein, selüloz, şeker, mineral maddeler, hidrokarbonlar, fenolik bileşikler ve tokoferoller de bileşimde yer almaktadır. Zeytinin bileşimini etkileyen faktörler arasında; olgunluk derecesi, yetiştirildiği bölge ve çeşit bulunmaktadır (Vinha ve ark., 2005). Zeytin tanesinin ortalama bileşimi çizelge 2.1’de verilmiştir. Bunlar arasında zeytinde iz miktarda bulunduğu halde zeytinyağına geçerek, özellikle yağı oksidasyona karşı koruyarak antioksidan özellik gösteren fenolik bileşikler, yağın rengi, lezzeti, oksidatif stabilitesi ve besin değeri açısından önemli rol oynamaktadır (Boskou, 1996).

Çizelge 2.1. Zeytin Tanesinin Ortalama Bileşimi (Kiritsakis, 1998)

Bileşim	Miktar (%)
Su	50
Yağ	22
Protein	1.6
Şeker	19.1
Selüloz	5.8
Mineral Madde (Kül)	1.5

Canbaş ve Fenercioğlu (1985), Adana’da yetiştirilen bazı zeytin çeşitlerinin su, yağ, protein ve şeker içeriklerini sırasıyla, % 54.7-69.4, % 15.2-29.6, % 1.4-2.4 ve % 2.3-4.5 olarak bulmuşlardır.

Beltrán ve ark. (2003), İspanya’da yetiştirilen 24 zeytin çeşidinin bileşimini araştırdıkları çalışmalarında; zeytinin tüm meyve olarak ağırlık, pulp/çekirdek oranı, yağ içeriği [kuru ağırlık (DW)], yağ içeriği [taze ağırlık (FW)] ve nem içeriğini sırasıyla 1.48-5.96 g, 3.29-8.48 g/g , %35.9-50.98 DW, %13.86-24.77 FW ve %52.68-67.07 olarak belirlemişlerdir.

Rial ve Falqu  (2003), Picual  e idi zeytin ve ekstra sızma zeytinya larını analiz etmiş ve zeytinlerin hacmi, meyve ağırlığı, çekirdek ağırlığı, meyve eti/çekirdek oranı, nem içeriği, ya  verimi ve % ya /kuru madde oranlarını sırasıyla 0.75-2.49 ml, 1.51-4.98 g/g, 0.28-0.37 g, 4.21-13.34 g/g, % 37.90-60.99, % 17.94-29.39 ve % 35.31-52.34; ya  örneklerinin serbest asitli ini % oleik asit cinsinden % 0,12-0,24 oleik asit ve peroksit indeksini 1.4-4.9 meqO₂/kg olarak bildirmişlerdir.

Aktan ve Kalkan (1999), farklı zeytin  e itleri üzerinde yaptıkları çalışmalarla fenolik maddelerden bazılarının tek bir  e itte bulunabileceğini ve bazı fenolik maddelerin miktarında da  e ide göre farklılıklar olduğunu göstermişlerdir. Zeytinin temel fenolik glikoziti olan oleuropeinin  e ide göre de i ti ini ve ya lık bir çeşit olan Ayvalık  e idinde oleuropein miktarının diğer çeşitlere oranla daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

2.2 Çayın Bileşimi

Taze  ay filizlerinin kimyasal bileşimi  e ide, iklime, toprak koşullarına ve o yıldı havaların gi ine bağlı olarak farklılık gösterdiği gibi; elde edilen siyah çayın bileşimi de kullanılan çay filizlerinin bileşimine ve uygulanan teknolojik işlemlere göre değişmektedir (Yurdagel, 1982). Ancak, fenolik maddeler ile pigment ve vitaminler dışında taze çay filizleri ile siyah çayın bileşimleri arasındaki fark çok azdır ( izelge 2.2).

Çizelgeden de görülebileceği gibi körpe sürgünler (taze filiz) de % 30 gibi büyük bir paya sahip olan primer polifenollerin siyah çaydaki payı oksidasyon sonucu % 5'e kadar düşmekte ve bunun hemen % 90'a yakın bir kısmı deme geçmektedir. Yine işleme sırasında meydana gelen oksidasyon sonucu siyah çayın bileşiminde % 25'e kadar varan miktarlarda okside polifenoller oluşmakta ve bunun yaklaşık % 60' çay demine geçmektedir (Altan, 2003).

Yurdagel (1984), 1982 yılı ürünü Türk paket  aylarının kafein içeriklerinin % 2.03-2.39; Gürses ve Artık (1985), 1983 yılı ürünü Türk siyah  aylarının kafein içeriğinin % 3.42-4.34 arasında de i ti ini bildirmişlerdir. Kuru  ayda bulunan kafeinin yaklaşık % 80'i deme geçmektedir. Buna göre 5-6 bardak çay içen bir kişi

günde 250-300 mg kafein almış olmaktadır (Yurdagel, 1984; Gürses ve Artık, 1985).

Çizelge 2.2 Taze Çay Filizi, Siyah Çay ve Çay Deminin Başlıca Bileşenlerinin Bileşimindeki Yaklaşık Payları (Kuru madde % Olarak) (Altan, 2003)

Bileşenin Adı	Taze filizdeki Payı (%)	Siyah Çaydaki Payı (%)	Çay Demine Geçen (%)
Proteinler	15-26	15-26	Eser
Serbest Aminoasitler	4-7	4-7	3-4
Karbonhidratlar			
-Basit Karbonhidratlar	2-3	2-3	2-3
-Pektik Maddeler	6-8	6-8	2-4
-Selüloz, Hemiselüloz ve Lignin	16-22	16-22	0
Polifenoller			
-Primer Polifenoller	25-30	4-5	3.5-4.5
-Sekonder Polifenoller	0	20-25	12-15
Alkoloidler			
-Kafein	2-4.5	2-4.5	1.5-3.5
Mineral Maddeler	4-6	4-6	3-5
Lipitler	3-8	3-8	0
Pigmentler	1.0-1.5	0.5-1.0	Eser
Organik Asitler	0.5	-	-
Uçucu Bileşikler	0.02	-	-

Çayın demlenme sırasında suya geçebilen öğelerinden yararlanılmaktadır ki bunların başında kafein gelmektedir. 180 ml kaynar suyla iki-üç dakika demlenen çayda, 30 mg civarında kafein bulunmaktadır. Demlenme süresi uzadıkça bu miktar yaklaşık olarak 60 mg'a kadar çıkabilmektedir (Baysal, 2005).

Yeşil çay uygun koşullarda hazırlandığında C vitamini sağlayabilmektedir. Günlük içilen 5 fincan (her fincan 180-200 ml) yeşil çay insanın C vitamini gereksiniminin % 25-30'unu karşılayabilmektedir. Siyah ve yeşil çayda önemli miktarda E ve K vitamini bulunmasına karşın, suda çözünmediklerinden dolayı içilen çaydaki miktarlarının çok az olduğu düşünülmektedir (Baysal, 2005).

Kuroda ve Hara (1999), günde en az 1 fincan siyah çay tüketimini kalp krizi riskinin % 50 azalmasıyla bağdaştırmaktadırlar. Ayrıca; koroner kalp hastalığı (CHD) görülen kadınlar ve erkekler arasında yaptıkları çalışmalarında, çayın

yalnızca erkeklerde koroner kalp hastalığı ve yeşil çay tüketimi arasında koruyucu bir bağlantı olduğunu bulmuşlardır.

Siyah çay, Türk insanının günün her saatinde severek tükettiği bir içecektir. Çayın aranan içecek olmasının bir önemli nedeni de içerdiği alkaloid maddelerdir. Alkaloid madde olarak bilinen çay bileşenleri ise; kafein, teofilin, teobromin ve pürin türevleridir (Altan, 2003).

Çayın işlenmesi sırasında bir seri kimyasal değişikliklere uğrayarak çayın özellik kazanmasında temel rolü oynayan polifenoller, çay bitkisinde gallik asit ve kateşinin türevleri halinde bulunmaktadır. Ayrıca; çayda bulunan polifenolik bileşikler diğer bitkilerdeki polifenollere benzememektedir. Bunlar, sadece çayda bulunan nadir bileşiklerdir. Çay polifenollerinin, bir çok değişik fizyolojik etkiye sahip olmalarının yanı sıra, gıdaların bozulmalarını önleyici, patojenik bakterilerin gelişimini engelleyici ve hiperlipidemia, hipertansiyon ve hiperglisemi veya kanser gibi çeşitli hastalıkları önleyici etkiye sahip oldukları da bildirilmektedir (Poyrazoğlu, 1995).

Özdemir ve ark. (1991), 1. sürgün döneminin başlangıcı, ortası ve sonunda hasat edilen yaşlı çaylardan ortodoks metod ile kontrollü şartlarda siyah çay üreterek sınıflandırmış ve çaylardan alınan 21 örnekte su, ekstrakt, theaflavin (TF), selüloz ve toplam kül miktarlarını sırasıyla % 4.66-6.04, % 29.18-36.94, 1.80-5.51 µmol/g, % 10.24-18.81, % 4.27-6.61 olarak bulmuşlardır.

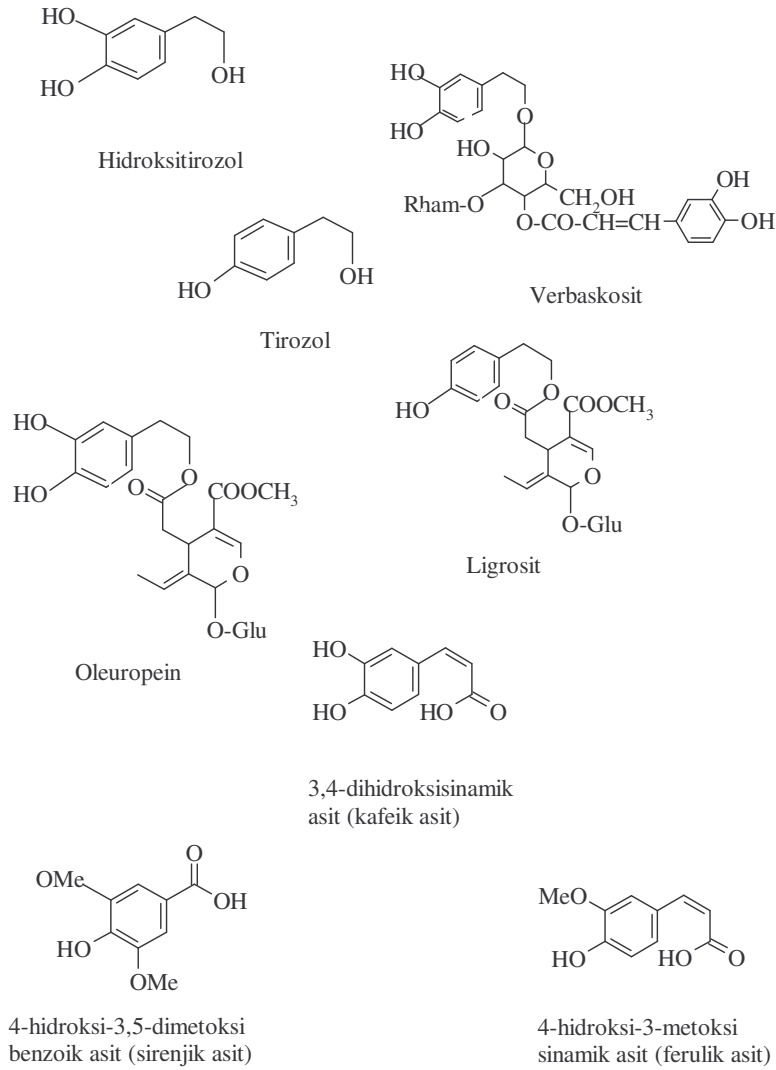
Poyrazoğlu ve Gürses (1991), işlenmiş Türk çaylarının kalite kontrol kriterlerini Türk standartlarına (TS 4500) göre inceledikleri çalışmalarında; su (% kuru madde (KM)), kül (% KM), suda çözünen kül (% KM), suda çözünen külde alkalilik (% KM), asitte çözünmeyen kül (% KM), kafein (% KM), ham selüloz (% KM), fermente olmamış parça (%) ve toplam toz çay (%) oranlarını sırasıyla % 29.3-44.2, % 4.96-5.71, % 36.6-57, % 1.20-1.63, % 0.68-1.33, % 1.60-2.49, % 10.5-16.2, % 0.12-1 ve % 15.8-39.2 olarak bildirmişlerdir.

Kuroda ve Hara (1999), işlenmemiş çayın bileşimini kuru ağırlığın %'si cinsinden; % 30 karbonhidrat, % 4 şeker, % 2 nişasta, % 11 pektin, % 13 pentozanlar, % 20 ham lif, % 2 protein, % 3 lipid, % 5 polifenol, % 7 kafein olarak bildirmektedirler.

2.3 Zeytin ve Çayda Bulunan Fenolik Bileşikler

2.3.1 Zeytin

Zeytin; başlıca oleuropein, verbaskosit, ligrosit ve flavonollerin glikozit türevleri ile flavonlar, antosiyaninler ve glikozitleri ve fenolik asitleri içermektedir (Montedoro ve ark., 1993; Esti ve ark., 1998; Saija ve ark., 1998; ve Tsimidou, 1998; Keçeli ve Gordon, 2001). Zeytinin temel fenolik bileşenlerinin kimyasal yapısı şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Zeytinin Temel Fenolik Bileşenlerinin Kimyasal Yapısı (Keçeli, 2000)

Fenolik bileşikler, zeytin kalitesini bir çok yolla etkileyebilmektedir. Örneğin; oleuropein gibi bazı özel fenoller renk, tat ve lezzet gibi duyuşal özellikleri etkilemektedir. Zeytinin en önemli acılık maddesi oleuropeindir. Zeytinde oluşun ve acılığa katkıda bulunan diğler fenolik bileşikler; glikozitler, salidroside, nuezhenid ve nuezhenid oleosidi ve tirozol ve elenolik asit glikozit uçlarını içeren bileşenlerdir (Ryan ve ark., 1999a).

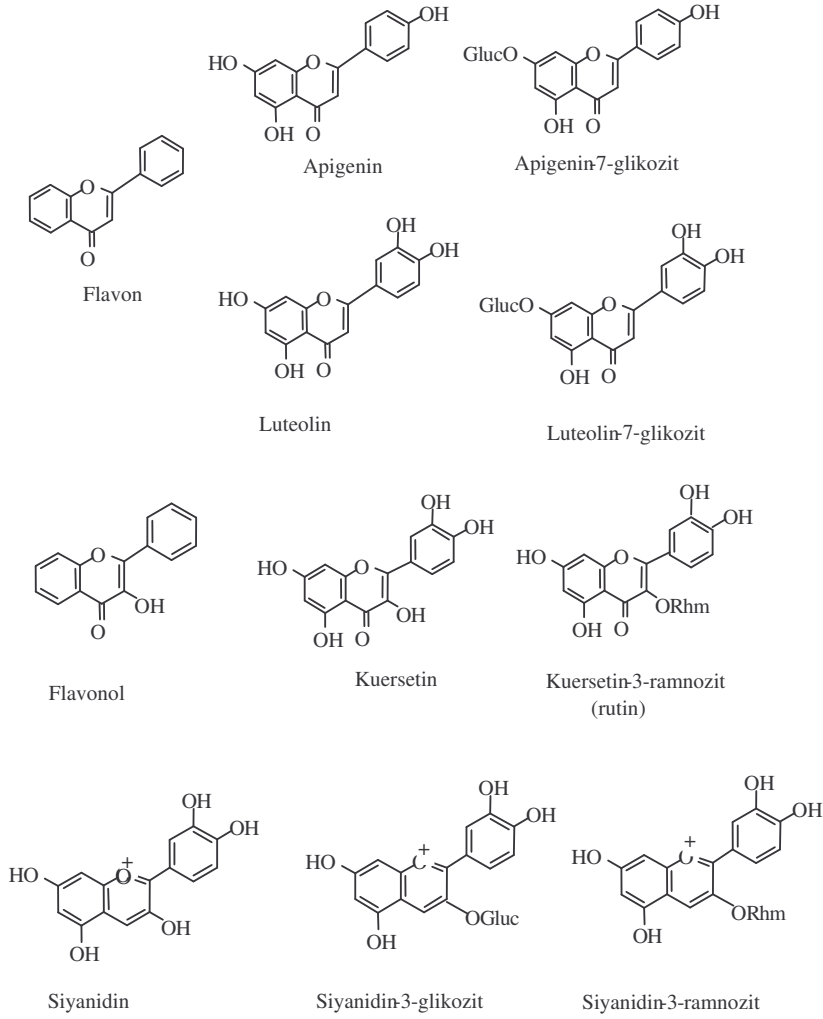
Fenolik bileşiklerin oksidasyonla esmerleşmesi sonucu oluşun renk, sofralık siyah zeytin için istenilen bir değişimdir. Polifenollerin oksidatif kararması, zeytinde bulunan enzimlerin (difenoloksidaz) veya zeytinde bulunmayan ve dışarıdan katılan metal katyonlarının katalitik etkisiyle oluşmaktadır (Garcia ve ark., 1996; Robards ve ark., 1999).

Yao ve ark. (2004)'da kloroform, etil asetat ve suyla karşılaştırdıklarında fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için en uygun çözünenin metanol olduğunu belirtmişlerdir.

Boskou ve ark. (2004), Yunan sofralık zeytin çeşitlerini inceledikleri çalışmalarında; her tip sofralık zeytinin, türe göre değişen miktarlarda fenolik bir profile sahip olduğu ve her tip sofralık zeytinin bileşimindeki polifenollerin nitel ve nicel içeriğinin zeytinlerin toplam antioksidan kapasitesini değiştirmekte olduğu sonucuna varmışlardır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar zeytin ve zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklerden özellikle oleuropein ve hidroksitirozolu koruyucu ve besinsel özellikleri olduğunu ortaya koymuştur. Fenolik bileşiklerin koruyucu özellikleri nedeni ile de insan sağlığında önemli bir rol oynadıkları ve fenolik maddelerin aterosklerotik etkileri nedeniyle düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) oksidatif modifikasyonuna karşı hücreleri koruduklarını da göstermiştir (Visioli ve Galli, 1994, 1995; Le Tutour ve Guedon, 1992). Daha ileri çalışmalar; zeytin ve zeytinyağındaki fenolik bileşiklerin günlük diyetlerle yeterince alınmasının koroner kalp hastalığı ve gastrointestinal gibi serbest oksijen köklerin oluşturulan hastalıklara karşı da riski azalttığını göstermiştir (Galli ve Visioli, 1999).

Zeytinde bulunan bazı flavon, flavonol ve siyanidin glikozitlerinin kimyasal yapısı şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Zeytinde Bulunan Bazı Flavon, Flavonol ve Siyanidin Glikozitlerinin Kimyasal Yapısı (Keçeli, 2000)

Visoli ve Galli (1995), zeytinin fenolik bileşik içeriğinin 50-800 mg/kg değerleri arasında olduğunu bildirmektedirler.

Vinha ve ark. (2004), 29 zeytin örneğindeki fenolik bileşikleri analiz ettikleri araştırmalarında, zeytin örneklerinin kurumaddede; oleuropein içeriğini 388-21681 mg/kg, hidroksitirozol içeriğini 1477-15763 mg/kg, verbaskosid içeriğini 174 mg/kg, 5-kafeoilkuinik asit içeriğini 12.5 mg/kg olarak bulmuşlardır.

McDonald ve ark. (2001), Manzanilla çeşidi zeytinden metanolik ekstraksiyonla elde ettikleri fenolik bileşiklerin toplam miktarını, Folin-Ciocalteou

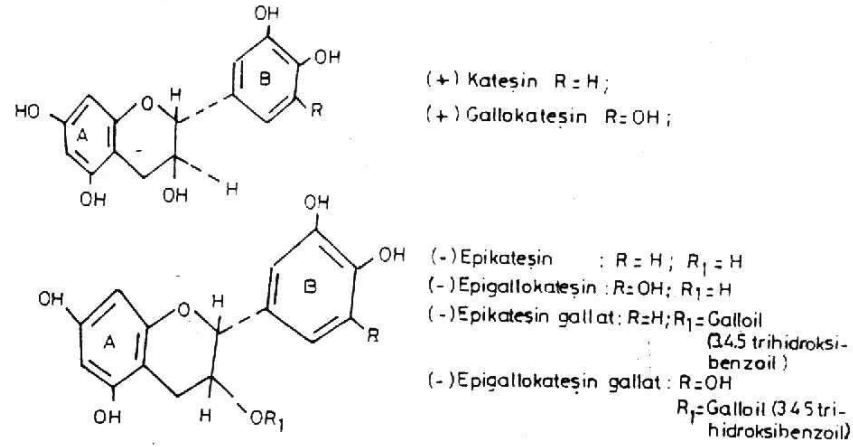
metoduyla 0.6-390 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru ağırlık olarak hesaplamışlardır.

McDonald ve ark. (2001), yağ ekstraktlarının fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada; dondurularak kurutulmuş zeytinlerden elde edilen fenolik madde bileşenlerini, ultraviyole, kimyasal iyonizasyon ve elektrosprey iyonizasyonu kullanarak yüksek performanslı sıvı-kromatografisiyle fraksiyonlara ayırmışlardır. Bazı standartlarla birlikte bu fraksiyonlar bir sıvı ve bir lipid sisteminde antioksidan aktiviteleri açısından test edilmiştir. Çoğu fraksiyonda önemli derecede antioksidan aktivite görülmüş ve bunun da fraksiyonun fenolik bileşen içeriği ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar, oksidasyon işleminin kinetiklerinin karmaşıklığına bağlı olarak fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi araştırılırken antioksidanların farklı konsantrasyonlarında çok yönlü araştırmanın gerektiğine işaret etmişlerdir.

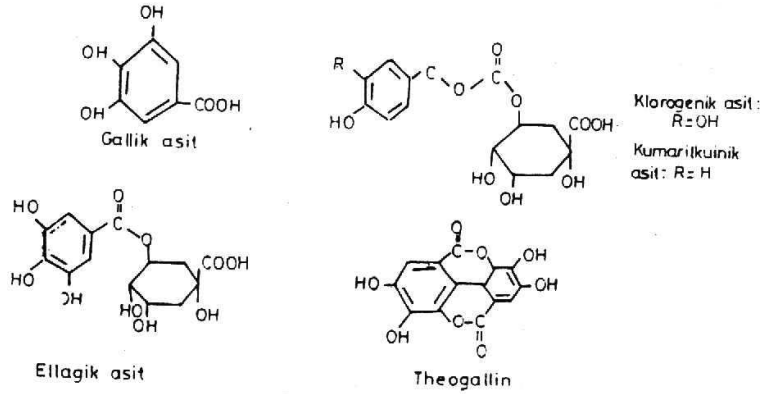
2.3.2 Çay

Siyah çay, dünyadaki en popüler içecektir. Popüleritesinden dolayı, siyah çayın flavonoid içerikleri hakkında birçok çalışma bulunmaktadır (Karakaya ve El-Nehir, 1999). Daha önceki çalışmaların çoğunda çay kateşinleri ve kafein, İnce Tabaka Kromatografisi (TLC), Gaz Sıvı Kromatografisi (GLC), HPLC veya spektrofotometrik metotlarla analiz edilmiştir. Fakat, antioksidan özellikleriyle bilinen çayın önemli bileşenleri olan serbest fenolik bileşenlerin belirlenmesi üzerine çok az sayıda araştırma bildirilmiştir.

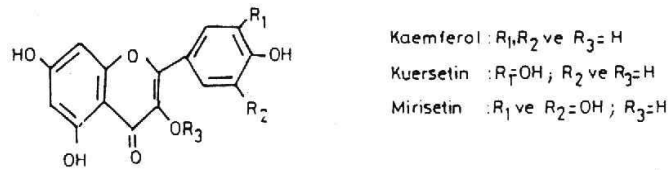
Yapılan çalışmalar, özellikle epigallokateşin (EGC) ve epigallokateşin gallat EGCG'nin çay yaprağının fermentasyonu süresince enzimatik oksidasyona ve kondansasyona uğrayarak theaflavinleri ve thearubijinleri oluşturduğunu ortaya çıkarmıştır (Roberts, 1956 ve Roberts ve ark., 1958). Çayda bulunan önemli fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları şekil 2.3, şekil 2.4, şekil 2.5'de verilmiştir.



Şekil 2.3. Çayda Bulunan Başlıca Primer Kateşinler (Flavanoller) (Altan, 2003)



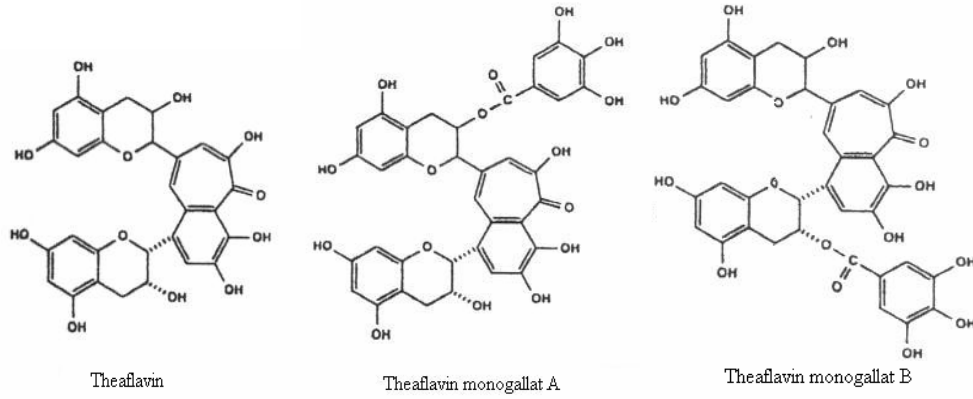
Şekil 2.4. Çayda Bulunan Başlıca Fenolik Asitler ve Depsitler (Altan, 2003)



Şekil 2.5. Çayda Bulunan Başlıca Flavonoller (Altan, 2003)

Poyrazoğlu (1995), polifenoller olarak adlandırılan (-)-EGC ve (-)-EGCG'nın polifenoloksidaz/peroksidaz enzimlerinin yardımları ile öncelikle o-kinonlara ve daha sonra kondanse olarak altın sarısı bileşikler olan theaflavinlere ve kırmızımsı kahverengi bileşikler olan thearubijinlere dönüştüğünü bildirmiştir.

Çayın bileşiminde bulunan theaflavin ve türevlerinin kimyasal yapısı şekil 2.6’da verilmiştir.



Şekil 2.6. Çayda Bulunan Theaflavin ve Türevlerinin Kimyasal Yapısı (Poyrazoğlu, 1995)

Ulyavona (1963), flavonollerin çay bitkisinin vegetatif ve eşeysel organlarında bulunduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda; çayın genç yaprakları ve çiçek yapraklarında da yüksek oranda flavonol, çay tohumunda ise % 0.03 oranında flavonol bulunduğunu bununla birlikte; çay bitkisi yaşlandıkça, bitkideki flavonol miktarının önemli derecede azaldığını bildirmiştir.

Polifenollerin, yeşil ve siyah çay içeceklerinde toplam kuru maddenin % 30-42’sini oluşturduğu bildirilmiştir (Yen ve ark., 1997). Hertog ve ark. (1993), siyah çayın toplam flavonoid içeriğini 36.5 mg/kg olarak bildirmektedirler. Kuersetinin çayda bulunan en önemli flavonoid olduğunu ve çeşitli siyah çayların kuersetin ve kampesterol içeriklerinin sırasıyla 10–25 ve 6.3–17 mg/l arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Horie ve ark. (2002), HPLC ile belirledikleri çay yapraklarının kafein içeriğinin % 2.23-2.63 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Metanol ile bir kez yapılan ekstraksiyondan sonra polifenollerin ve kafeinin çoğunun çay dokusunda kaldığını, ikinci ekstraktın birinci ekstrakta göre daha fazla kateşin ve kafein içerdiğini, üçüncü ve dördüncü ekstraktların önemli miktarlarda kateşin ve kafein içerdiği bildirilmiştir. Böylece çaydaki kateşinler, fenolik asitler ve kafeinin kantitatif analizleri için çoklu ekstraksiyon prosedürünün gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, çayda bulunan başlıca

kateşinler miktarlarına göre; EGCG, EGC, ECG, EC olarak sıralanmıştır (Zuo ve ark., 2002).

Yang ve Wang (1993), bir fincan çayın (200 ml) yaklaşık olarak 142 mg EGCG, 65 mg EGC, 28 mg ECG, 17 mg EC ve 76 mg kafein içerdiğini bildirmişlerdir. Vinson ve Dabbagh (1998), yeşil, oolong ve siyah çayın toplam fenolik madde içeriklerini sırasıyla 12.315-17.400, 14.885-16.531 ve 11.987-28.455 mmol/L değerleri arasında bulmuşlardır. Karakaya ve El-Nehir (1999), HPLC ile siyah çayın kuersetin içeriğini 34.8 µg/l, kampesterol içeriğini 110 µg/l olarak bildirmektedirler.

Wang ve Helliwell (2001), HPLC ile siyah ve yeşil çaylardaki flavonolleri belirledikleri çalışmalarında mirisitin, kuersetin, kampesterolü kuru ağırlık bazında yeşil çay yapraklarında sırasıyla 0.83-1.59 g/kg, 1.79-4.05 g/kg ve 1.56-3.31 g/kg; siyah çay yapraklarında sırasıyla 0.24-0.52 g/kg, 1.04-3.03 g/kg ve 1.72-2.31 g/kg olarak belirlemişlerdir.

Atoui ve ark. (2005), çay ve şifalı bitki demlerinin polifenolik içeriğini, antioksidan aktivitesini ve fenolik profilini inceledikleri araştırmalarında çayın toplam fenolik bileşen içeriğini Folin-Ciocalteu metoduyla 88-122 GAE/fincan değerleri arasında bulmuşlardır (1 fincan = 240 ml).

Siyah çay Türkiye’de en çok tüketilen sıcak içecektir. Karakaya ve El-Nehir (1997) tarafından 100 gönüllü Türk üzerinde yapılan bir çalışmada; 30 gönüllünün 240–360 mg çay/gün tükettiği bildirilmiştir. Bu çalışmaya göre; çaydan sağlanan günlük toplam fenol alımı 57-357 mg/gün olarak hesaplanmıştır. Gunduc ve El-Nehir (2003), siyah çayın toplam fenol içeriğini 1492.26 mg/l, Vinson ve Dabbagh (1998) ise 3551 mg/l olarak bildirmişlerdir. Kişi başına günlük sağlanan fenolik madde miktarını ise sırasıyla 441 mg/gün ve 345 mg/gün olarak bildirmişlerdir.

2.4 Antioksidanların Lipid Oksidasyonunu Önleme Mekanizması

Antioksidanlar, lipid oksidasyonunu engellemekte veya geciktirmektedir. Böylece hem gıdaların kalitesi korunmakta hem de raf ömrü uzamaktadır (Kıralan ve ark., 2004). Oksidasyonu önlemek veya ortadan kaldırmak amacıyla gıdalara

antioksidanlar eklenmekte ve bu amaçla yıllardır antioksidan olarak Bütillenmiş Hidroksi Toluen (BHT), Bütillenmiş Hidroksi Anilin (BHA) ve Teri Bütil Hidroksi Kinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır (Lindsey ve ark., 2001). Ayrıca antioksidan özellikleri olduğu bilinen fenolik bileşiklerin (doğal veya sentetik) de lipid substratlarında, lipid oksidasyonunu önlediği bildirilmektedir (Nenadis ve ark., 2003).

Birçok çalışmada, özgün polifenollerin alkoksi kökleri ve hidroksil köklerini tuttuğu, lipid peroksil köklerini indirgediği ve lipid peroksidasyonunu önlediği bildirilmektedir (Sánchez-Moreno ve ark., 1998).

McDonald ve ark. (2001), linoleik asidin oksidasyonu üzerine çeşitli fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesini, TBARs oluşumunun engellenmesi olarak hesaplamış ve bütün bileşiklerin 10–1000 mg/l aralığında antioksidan aktivite gösterdiğini bulmuşlardır. Ayrıca; farklı konsantrasyonlardaki farklı bulgulardan dolayı bileşenlerin antioksidan aktivitesi hakkında yorum yapmanın zor olduğunu bildirmiştir.

Zandi ve Gordon (1999), % 0.02, % 0.05, % 0.1 ve % 0.25 konsantrasyonundaki olgun çay yaprağı ekstraktlarını 60°C’de bekletilen düşük eruşik asit içerikli kolza tohumu yağı içerisinde test etmişlerdir. Yağın peroksit değerinin 20 meq/kg’a ulaşması için gereken zamanları sırasıyla 7.66, 8.7, 11.73 ve 13.98 gün; peroksit değerinin 50 meq/kg’a ulaşması için gereken zamanları da sırasıyla 10.93, 13.11, 15.54 ve >20 gün olarak bildirmektedirler. Konjuge dien ölçümlerinde olgun çay yaprakları ekstraktlarının antioksidan etkisini doğruladığını ve ekstraktların antioksidan etkilerinin konsantrasyonla birlikte arttığını bulmuşlardır.

Xu ve ark. (2003), yeşil çay ekstraktlarını 65°C’de ısıtılan domuz yağı içerisinde test etmişlerdir. Ancak; sulu etanolik çay ekstraktlarının domuz yağı içerisinde iyice karışmadığından, düşük antioksidan aktivite görülmesindeki nedenin yağ fazında yeşil çay ekstraktlarının yeterince çözünmediğinden kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Frankel ve Meyer (2000), deneme sistemlerinin heterojenliği ve heterofazikliğinin, lipid substratının çeşidinin

(doymamışlık derecesi ve fizikokimyasal durumu) antioksidan etkinliğini belirlemede etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Lunder (1992), antioksidan aktivite ve EGCG arasında iyi bir ilişki olduğunu ve genel olarak, çaydaki kafein miktarının çayın üretimi sırasındaki fermantasyonun derecesi ile ilişkili olduğunu bildirmiştir.

Yen ve Chen (1995), çeşitli çay ekstraktları (yeşil çay, oolong çay ve siyah çay)'ın antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Bütün çay ekstraktlarının önemli ölçüde antioksidan etki gösterdiğini, antioksidan aktivite ve aktif oksijen üzerine bağlayıcı etkinin şu sıraya göre azaldığını bulmuşlardır: yarı fermente olmuş çay > fermente olmamış çay > fermente olmuş çay. Araştırmacılar, çay yapraklarında en fazla bulunan bileşen grubu olan kateşinlerin temel bir bileşen olarak antioksidan atıviteden sorumlu olduğu sonucuna varmışlardır.

Nedanis ve ark. (2003), BHA, BHT, TBHQ, α - tokoferol, trolox ve CA gibi bazı antioksidanları fosfatidilkolin lipozomları ve yağ/su emülsiyonlarında karşılaştırmalı olarak çalışmışlardır. Sonuçlar, BHA ve BHT'nin çok az eklendiklerinde bile en yüksek etkiye sahip olduğunu; α - tokoferolün orta aktiviteye sahip olduğunu; CA'nın pro-/antioksidan davranışının konsantrasyona bağlı olduğunu; TBHQ'nun aktivitesinin CA'dan biraz daha iyi ve Troloxla karşılaştırılabilir düzeyde olduğunu göstermiştir.

Son yıllarda, siyah çayın *in vivo* antioksidan aktivitesi çalışılmış ve antioksidan aktivitenin ortalama 8.477 mmol/L (4.275-12.110 mmol/L) konsantrasyon tarafından sağlanabildiği bulunmuştur. Epidemiyolojik çalışmalar, günde 4 fincan siyah çaydan fazlasını tüketen insanların daha düşük damar sertliği ve koroner kalp hastalığı riskine sahip olduğunu göstermektedir (Gunduc ve El-Nehir, 2003).

2.4.1 Antioksidan Aktivitenin Değerlendirilmesi

2.4.1.1 DPPH Serbest Kök Bağlama Metodu

DPPH serbest kök bağlama metodu, lipid oksidasyonunu önleyen antioksidanlar için genel olarak kabul edilmiş bir mekanizmadır. Diğer metodlarla

karşılaştırıldığında; DPPH serbest kök bağlama metodu, antioksidan aktivitelerin nisbi olarak kısa zamanda belirlenmesini sağlamaktadır. Antioksidanların DPPH serbest kökünü bağlama etkilerinin, bunların hidrojen (H) iyonu verme yeteneklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Chen ve Ho, 1997; Wang ve ark., 1998).

DPPH serbest kök bağlama metodunda, örneklerin H iyonu verme kapasiteleri, stabil bir serbest kök DPPH kullanılarak araştırılmaktadır. H iyonu verme yatkınlığı olan bir bileşiğin varlığında DPPH kökü indirgenir ve stabil serbest kök formu oluşur (El-Nehir ve Karakaya, 2003).

Chen ve Ho (1997), 6 doğal hidroksisinamik asitin [kafeik asit (CA), kafeik asit feniletil ester (CAPE), ferulik asit (FA), ferulik asit feniletil esteri (FAPE), rosmarinik asit (RA) ve klorojenik asit (CHA)] antioksidatif ve serbest kök bağlama özelliklerini tipik gıda antioksidanlarından tokoferol ve sentetik bir antioksidan olan BHT'nin aktiviteleri ile karşılaştırmış ve test bileşenlerinin DPPH kök bağlama aktivitesini, RA » CAPE > CA > CHA > α -tokoferol > FA > FAPE > BHT olarak bildirmişlerdir.

Başlangıç DPPH konsantrasyonunu % 50 azaltmak için gereken örnek konsantrasyonu (EC50), antioksidan aktiviteyi hesaplamakta sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Düşük EC50 değeri yüksek antioksidan kapasiteyi gösterir. Diğer bir parametre ise antiradikal etkinlik (AE=1/EC50) veya antiradikal güçtür (ARP). Antiradikal etkinliğin yüksek olması antioksidan aktivitenin yüksek olması anlamına gelmektedir (El-Nehir ve Karakaya, 2003).

Brand-Williams ve ark. (1995), gallik asit, CA, askorbik asit, kuersetin ve BHA'nın EC50 değerlerini sırasıyla 34 μ M, 50 μ M, 121 μ M ve 110 μ M olarak bulmuşlardır. von Gadov ve ark. (1997a) oolong, yeşil ve siyah çayların sulu ekstraktlarının antioksidan aktivitelerini DPPH serbest kök bağlama metoduyla ölçmüş çaylarının antioksidan aktivitelerini % bağlama kapasitesi cinsinden sırasıyla % 71.2, %90.8 ve % 81.7 olarak bulmuşlardır.

Sánchez-Moreno ve ark. (1998), meyvelerde yaygın olarak bulunan polifenollerin kinetik davranışlarını inceledikleri çalışmalarında; DPPH ile elde ettikleri sonuçlara göre gallik asit, CA, askorbik asit, kuersetin, BHA ve rutin'in

EC50 değerlerini sırasıyla 26, 69, 76, 84, 93 ve 102 olarak bulmuşlardır. Visoli ve ark. (1998), Akdeniz orijinli bitkilerin antioksidan aktivitelerini inceledikleri araştırmasında; zeytinyağı fenoliklerinden hidroksitirozol ve oleuropeinin EC50 değerlerini 3.2-91 μM ve 14.3-29.3 μM arasında bulmuşlardır.

Vinson ve Dabbagh (1998), çay fenollerinden gallik asit ve kateşinin EC50 değerlerini 1.25 μM ve 0.67 μM ; çay fraksiyonlarından siyah ve yeşil çay ekstraktlarının EC50 değerlerini 0.59 μM ve 0.22 μM olarak hesaplamıştır. Yeşil, oolong ve siyah çayın EC50 değerlerini sırasıyla 0.23-0.99, 0.57-0.67 ve 0.38-1.07 μM ; antioksidan potansiyelini sırasıyla 12439-75652, 22216-28436 ve 20901-31544 fenol antioksidan indeksi olarak hesaplamışlardır.

Atoui ve ark. (2005), çay ve şifalı bitki demlerinin polifenolik içeriğini, antioksidan aktivitesini ve fenolik profilini inceledikleri araştırmalarında; DPPH metoduyla çay örneklerinin EC50 değerlerini 0.15 (0.38 kuersetin eşdeğeri ve 0.57 trolox eşdeğeri)-0.17 (0.34 kuersetin eşdeğeri ve 0.54 trolox eşdeğeri), AE (1/EC50) değerlerini ise 5.57-6.65 değerleri arasında bulmuşlardır.

Fenolik bileşiklerin antioksidan etkileri; lipid köklerini kararlı bileşikler haline dönüştürerek zincir tepkimesini kırmak olup; birincil antioksidan olarak görev yapmaktadırlar (Altan, 1989). Fenolik bileşiklerden ayrılan hidrojenler, kararsız serbest (R) kökü ile birleşerek inaktif ürün oluşturmaktadır. Fakat bu köklerdeki elektronlar molekül içerisinde yer değiştirdiğinden kararlı serbest hibrit kökleri olarak kalmaktadır (Nergiz ve Ünal, 1989).

Von Gadow ve ark. (1997), doğa içinde geniş bir şekilde yayılmış olan fenolik bileşenlerin antioksidan aktivitelerinin, bunların konjuge olmuş halka yapıları ve hidroksil gruplarıyla ilgili olduğunu ileri sürmektedirler. Ayrıca; orto- veya para-pozisyonunda ikinci bir hidroksil grubunun bulunmasının ek rezonans stabilizasyonu ve o-kinon veya p-kinon oluşumundan dolayı antioksidan aktiviteyi artırdığı bildirilmiştir (Chen ve Ho, 1997; von Gadow ve ark., 1997a; Wang ve ark., 1998). Gaulejac ve ark. (1999), fenolik bileşiklerin serbest kök bağlama potansiyellerinin bunların kimyasal ve sterokimyasal yapılarıyla yakından ilişkili olduğunu bildirmektedirler.

Birçok epidemiyolojik çalışma; meyve, sebze ve hububat alımı ile koroner kalp hastalığı ve çeşitli kanser hastalıklarının oluşumu arasında ters bir ilişki olduğunu (Rice-Evans ve ark., 1997); ayrıca kanser ve koroner kalp hastalığının düşük oluşumuyla polifenolik bileşiklerin alımının bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bu etkilerin, polifenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesinden kaynaklandığına inanılmaktadır. Buna ek olarak, polifenolik bileşikler antialerjik, antimutajenik, antibakteriyel ve insülini arttırma özelliğine sahiptir (Gaulejac ve ark., 1999; Murakami ve ark., 2003).

Yeşil çay polifenolleri (GOHs) ve resveratrol gibi bitki ve gıdalardan türetilen antioksidanların; kanser, yaşlanma ve damar tıkanıklığı gibi kronik kalp problemlerine karşı korumada önemli olduğu bildirilmiştir. Yeşil çay yapraklarından ekstrakte edilen birkaç polifenolik bileşiğin; biyolojik sistemlerde lipid peroksidasyonu, DNA hasarı ve kanser hücreleri oluşumuna karşı iyi antioksidanlar olabileceği bulunmuştur (Cai ve ark., 2002).

Bir çok çalışmada, insan diyetinin bitki kökenli bileşenleri olan polifenolik flavonoidlerin koruyucu özellikleri araştırılmış ve biyoflavonoidlerin östrojenik aktiviteleri, antialerjik ve antiviral etkileri kadar antimutajenik ve antikarsinojik özellikleri de olduğu bildirilmiştir. Bu bileşenlerin birçoğunun lipid peroksidasyonunu, LDL oksidasyonu ve oksijen tutucu kökleri inhibe eden antioksidanlar gibi etki gösterdiği ileri sürülmektedir (Rice-Evans ve ark., 1995).

3 MATERYAL VE YÖNTEM

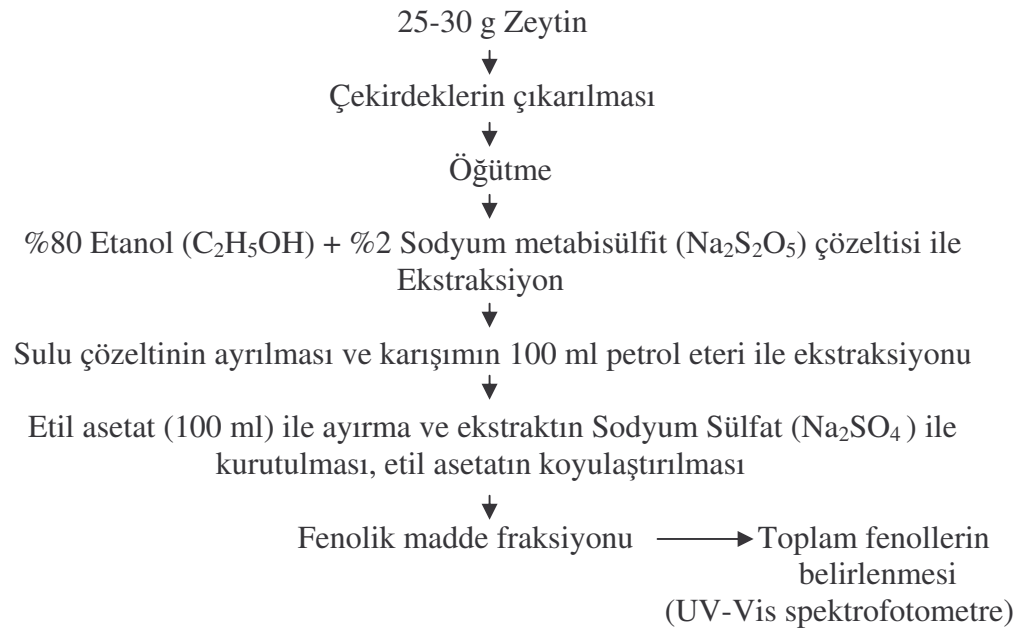
3.1 Materyal

Bu çalışmada materyal olarak, doğal ekstraktları hazırlamak amacıyla Tarsus yöresinden elde edilen Sarı Ulak Tarsus zeytin çeşidi, çay (Oba Çay) ve rafine zeytinyağı (Tariş) kullanılmıştır. Sentetik antioksidanlardan BHT, antioksidan aktivitenin belirlenmesinde kullanılan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) ve diğer kimyasal maddeler Sigma ve Merck firmalarından sağlanmıştır.

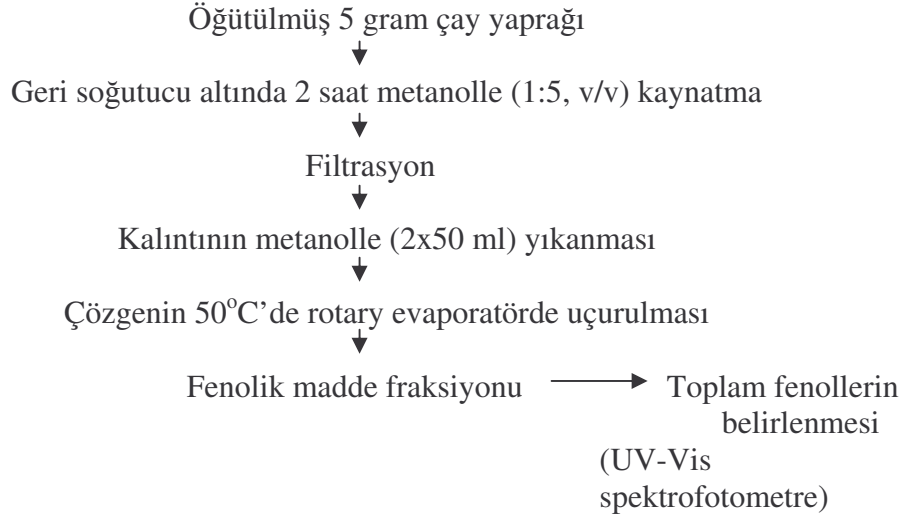
3.2 Yöntem

3.2.1 Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Fenol bileşikleri; zeytin örneklerinden Keçeli (2000); çay örneklerinden ise Zandi ve Gordon (1999)'a, göre ekstrakte edilmiş ve ekstraktların toplam fenol içerikleri Gutfinger (1981)'e göre spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Zeytin örneklerinin ekstraksiyonu aşaması şekil 3.1'de; çay örneklerinin ekstraksiyonu da şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Zeytinlerden Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu ve Analizi (Keçeli, 2000)



Şekil 3.2. Çaydan Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu ve Analizi (Zandi ve Gordon, 1999)

3.2.2 Toplam Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi

Örneklerde toplam fenolik bileşikler Folin-Ciocalteou yöntemi kullanılarak belirlenmiş, sonuçlar kafeik asit ile hazırlanan standart eğriden yararlanılarak mg/ 100 g olarak hesaplanmıştır (Guttfinger, 1981).

3.2.3 Ekstrakte Edilen Fenolik Bileşiklerin Antioksidan Etkisinin Belirlenmesi

3.2.3.1 Serbest Kök Bağlama Özelliklerinin 1,1 Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) Kullanılarak Belirlenmesi

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların antioksidan aktivitesi, metanol içinde gerçekleşen reaksiyonun zamana karşı değişiminin 515 nm'de spektrofotometre ile ölçülmesiyle yapılmıştır (Keçeli, 2000).

Zeytin ve çaydan elde edilen fenolik ekstraktlar ve BHT için, mol Antioksidan/mol DPPH olarak hesaplanan farklı konsantrasyonlar hazırlanmıştır. 0.1 ml metanolik fenol yada ekstrakt çözeltilerine 2.9 ml 6×10^{-5} mol/l metanolik DPPH çözeltisi eklenerek; reaksiyon dengeye gelinceye kadar, absorbanstaki düşüş

515 nm’de belirli aralıklarla ölçülmeye devam edilmiştir. Reaksiyon kinetiği bir grafiğe dönüştürülmüş ve antioksidan aktivite bu grafiğe göre hesaplanmıştır (Keçeli ve Gordon, 2001).

3.2.3.2 Lipid Oksidasyonu Önleme Özelliklerinin Belirlenmesi

Zeytin ve çaydan elde edilen fenolik ekstraktların lipid oksidasyonu sırasında antioksidan etkisinin belirlenmesi için substrat olarak yağ (rafine zeytinyağı ve ayçiçek yağı) kullanılmış ve 60°C’lik etüvde bekletme sırasında oksidasyonun gelişimi izlenerek fenolik ekstraktların oksidasyonu önleme-geciktirme özellikleri BHT’ye karşı belirlenmiştir (Keçeli ve Gordon, 2001).

20 g yağ örnekleri beherler içerisinde tanık ve antioksidan katılmış (doğal çay veya zeytin ekstraktı ve BHT) 100, 200, 250 ve 500 ppm miktarlarında zenginleştirilmiş olarak ayrı ayrı hazırlanmış ve farklı süreler ile bekletilmiş; zeytinyağında 0, 2, 4, 6, 8 ve 10. günlerde, ayçiçek yağında 0, 2, 4, 6. günlerde oksidasyonun gelişimi takip edilmiştir. Bu konsantrasyonlar zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar için Folin-Ciocalteau yöntemiyle belirlenen kafeik asit eşdeğeri (CAE) olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.3 Peroksit Değerinin Belirlenmesi

Peroksit değeri, oksidatif ransidite ölçümünde kullanılan değerlerden biridir. 1kg yağdaki milieşdeğergram oksijen olarak ifade edilir. Yağlarda ve yağ asitlerinde bulunan peroksitlerin miktarının belirlenmesini temel alan bu yöntemde peroksitlerin glasiyel asetik asit çözeltisinde bulunan potasyum iyodürdeki iyodu serbest hale geçirmesinden yararlanılır (Altan, 1989, AOCS, 1994).

Peroksit değerinin 20 ve 50 meq/kg peroksit değerine ulaşması için gerekli olan süreler, peroksit değerinin zamana karşı olan grafiğinden faydalanılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.4 Konjuge Dienlerin Belirlenmesi

Oto-oksidasyon sonucunda malonik strüktürdeki yağ asitlerinde birbirini izleyen 2 çift bağın bir metilen grubuyla ayrıldığı durumlarda yalnızca merkezdeki metilen aktif olur. Bu durumda serbest kök 2 etilenik bağla çevrilmiş olur. Etilenik bağlardan biri diğerine yaklaşarak dienik konjuge sistem oluşturur. Oluşan bu dienik konjuge sistemlerin toplam miktarı bu yöntemle belirlenebilir (Altan, 1989; AOCS, 1994).

3.2.4 İstatistiksel Analizler

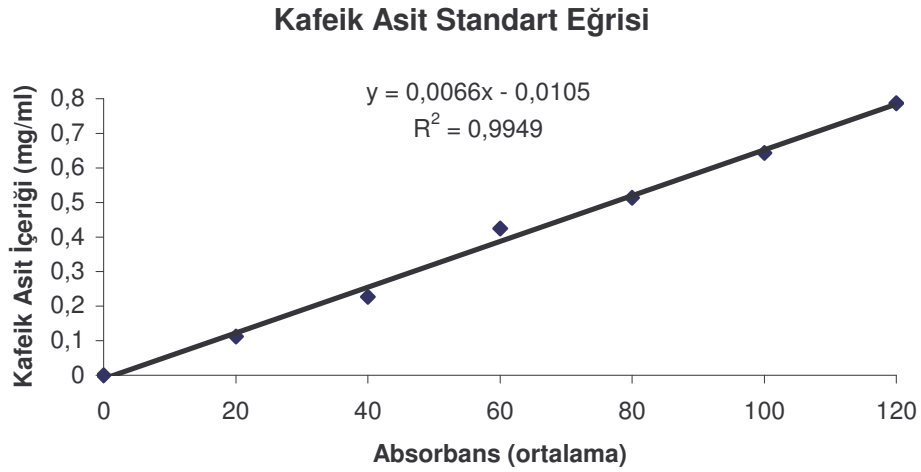
Denemeler 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve elde edilen veriler SPSS 10.0 istatistik paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizine tabii tutulmuştur ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre %1 önem seviyesinde belirlenmiştir (SPSS for Windows, 2001).

4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Folin-Ciocalteu Yöntemi ile Zeytin ve Çayda Bulunan Toplam Fenol İçeriğinin Belirlenmesi

Zeytin ve çay örneklerinden fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için bir kaç yöntem denenmiştir. Bunlar; zeytin için McDonald ve ark. (2001) ve Keçeli (2000); çay için Wang ve Helliwell (2001), Roeding-Penman ve Gordon (1998) ve Zandi ve Gordon (1999)'dur.

Elde edilen sonuçlara göre zeytin için Keçeli (2000), çay için Zandi ve Gordon (1999) yöntemleri tercih edilmiştir. Kafeik asidin standart olarak kullanıldığı eğri şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Kafeik Asit Standart Eğrisi

Folin-Ciocalteu Yöntemi ile belirlenen toplam fenol içeriği kafeik asit eşdeğeri (CAE) cinsinden zeytinde 286 mg/100 g CAE; çayda ise 5649 mg/100 g CAE olarak bulunmuştur.

4.2 Fenolik Ekstraktların Antioksidan Aktivitesinin Metanol İçerisinde Değerlendirilmesi

4.2.1 Deneme 1: DPPH Metodu ile Antioksidan Aktivitenin Değerlendirilmesi

Bu deneyde; zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların DPPH serbest kökünü bağlama kapasiteleri, sentetik bir antioksidan olan BHT ile karşılaştırılmıştır.

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen ve metanol içinde çözündürülen fenolik ekstraktların 0.1 ml'si yine metanolle hazırlanan 6×10^{-5} mol/l konsantrasyondaki DPPH çözeltisinin 2.9 ml'sine eklenmiştir. Absorbanstaki düşüş 515 nm'de ölçülmüş ve reaksiyon sabitlenene kadar ölçüme devam edilmiştir.

Hesaplamalar yapılırken (molekül ağırlığı belirlenirken), zeytin ve çay ekstraktlarında bulunan fenol bileşiklerinin ortalama molekül büyüklüğünün MW=300 olduğu kabul edilmiştir (Keçeli, 2000).

Fenolik ekstraktların DPPH ile reaksiyona girme hızlarındaki farklılıktan dolayı; çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar $0.18, 0.9, 1.8$ ve 3.6×10^{-4} mol/l, zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ve BHT ise $1.8; 3.6; 5.4$ ve 9×10^{-4} mol/l konsantrasyonlarında test edilmiştir.

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlarının ve BHT'nin DPPH kökünü 30. ve 60. dakikalar ile sabitlenme zamanındaki bağlama kapasiteleri çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelgeden de görülebileceği gibi, 1.8×10^{-4} mol/l konsantrasyonunda zeytin ekstraktı içeren örnekler 30. ve 60. dakikalarda DPPH'in % 19.663 ve % 21.057'sini tutabilirken; bu oran aynı konsantrasyondaki çay ekstraktı içeren örnek için % 27.485 ve % 42.612 ve aynı konsantrasyonda BHT içeren örnek için % 8.026 ve % 13.152 olmuştur (Çizelge 4.1).

Sabitlenme zamanlarına bakıldığında, 3.6×10^{-4} mol/l konsantrasyonunda zeytin ve çay ekstraktı içeren örnekler sırasıyla % 50.425 ve % 87.905 oranında DPPH tutabilirken; bu oranın aynı konsantrasyonundaki BHT içeren örnek için % 24.469 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Fenolik Ekstraktlar ve BHT'nin $1.8, 3.6 \times 10^{-4}$ M Konsantrasyonlarında DPPH Kökünü 30. ve 60. Dakikalar ile Sabitlenme Zamanındaki Bağlama Kapasiteleri (%)

Antioksidan Kaynağı	Konsantrasyon ($\times 10^{-4}$ mol/l)	DPPH Kökünü Bağlama Kapasiteleri (%)			Sabitlenme zamanı (dakika)
		30. dakika	60. dakika	Sabitlenme zamanı	
çay ekstraktı	1.8	42.612 ^a	27.485 ^a	51.557 ^a	100
	3.6	79.085 ^a	84.520 ^a	87.905 ^a	100
zeytin ekstraktı	1.8	19.663 ^b	21.057 ^b	22.907 ^b	150
	3.6	37.840 ^b	42.494 ^b	50.425 ^b	150
BHT	1.8	8.026 ^c	13.152 ^c	14.151 ^c	70
	3.6	13.139 ^c	22.453 ^c	24.469 ^c	70

* Satırlar yukarıda aşağıya incelendiğinde (her konsantrasyon için) farklı harflerle gösterilen ortalama değerler arasında farklılık vardır ($p < 0,01$).

Zeytin ve çaydan elde edilen fenolik ekstraktları ve BHT'nin , kök bağlama kapasitelerine ilişkin verilerin istatistiksel analizlerine göre 30. 60. ve sabitlenme zamanında çay ekstraktı> zeytin ekstraktı > BHT olarak bulunmuştur ($p < 0,01$).

Çizelge 4.2. Zeytin Ekstraktları ve BHT'nin $5.4, 9.0 \times 10^{-4}$ M Konsantrasyonlarında DPPH kökünü 30. ve 60. Dakikalar ile Sabitlenme Zamanındaki Bağlama Kapasiteleri (%)

Antioksidan Kaynağı	Konsantrasyon ($\times 10^{-4}$ mol/l)	DPPH Kökünü Bağlama Kapasiteleri (%)			Sabitlenme Zamanı (dakika)
		30. dakika	60. dakika	Sabitlenme Zamanı	
Zeytin Ekstraktı	5.4	35.780	49.414	64.235	150
	9.0	57.457	70.637	87.461	150
BHT	5.4	12.966	29.147	31.833	70
	9.0	19.206	37.762	43.569	70

Buna ilaveten; 5.4 ve 9.0×10^{-4} mol/l konsantrasyonlarındaki zeytin ekstraktlarının ve BHT örneklerinin DPPH kökünü bağlama kapasiteleri ölçülmüştür. 9.0×10^{-4} mol/l konsantrasyonunda zeytin ekstraktı içeren örnek sabitlenme zamanında, DPPH'in % 87.461'ini tutabilirken; bu oran BHT içeren örnek için ancak % 43.569 olmuştur (Çizelge 4.2).

von Gadow ve ark. (1997a)'ya göre, daha yüksek % bağlama kapasitesi daha fazla hidrojen verme yeteneğinden kaynaklanmakta ve bundan dolayı daha yüksek antioksidan aktivite anlamına gelmektedir

Sánchez-Moreno ve ark. (1998)'e göre ARP (Antiradikal etkinlik= 1/EC50) değerleri, başlangıç DPPH konsantrasyonunu %50 azaltmak için gereken antioksidan miktarını hesaplamamıza yardımcı olan EC50 değerlerine göre antioksidan ativiteyi test etmek için yaygın bir şekilde kullanılır.

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ile BHT'nin analizi sonucu elde edilen EC50 değerleri çizelge 4.3'de verilirken; ARP (1/EC50) değerleri çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Fenolik Ekstraktların ve BHT'nin Başlangıç DPPH Konsantrasyonunu % 50 Azaltmak İçin Gereken Antioksidan Miktarı (EC50)

Antioksidan Kaynağı	Başlangıç DPPH Konsantrasyonunu %50 Azaltmak İçin Gereken Antioksidan Miktarı (EC50)		
	30. dakika	60. dakika	Sabitlenme zamanı
Zeytin	0.186 ± 0.004 ^b	0.396 ± 0.007 ^b	0.901 ± 0.049 ^a
çay	0.070 ± 0.002 ^c	0.142 ± 0.001 ^c	0.225 ± 0.001 ^b
BHT	0.939 ± 0.166 ^a	0.860 ± 0.126 ^a	0.860 ± 0.096 ^a

* Satırlar yukarıda aşağıya incelendiğinde farklı harflerle gösterilen ortalama değerler arasında farklılık vardır (p<0,01).

Antioksidan aktivite sonuçlarının istatistiksel analizlerine göre, 30. dakika için EC50 değerleri BHT > zeytin > çay olarak bulunurken; 60. dakika için BHT > zeytin > çay; sabitlenme zamanı için zeytin ≥ BHT > çay olarak bulunmuştur (p < 0.01). Daha düşük EC50 değerleri daha yüksek antioksidan aktivite anlamına geldiğinden örneklerin antioksidan aktiviteleri en fazla çayda, en az BHT'de bulunmuştur.

Fenolik esktraktlar ve BHT'nin Antiradikal Etkinlik (ARP) verilerine ilişkin istatistiksel analizlerine göre; 30. ve 60. dakikalar için ARP değerleri çay > zeytin > BHT olarak bulunurken; sabitlenme zamanı için çay > zeytin ≥ BHT olarak bulunmuştur (p < 0.01). Daha yüksek ARP değeri daha yüksek antioksidan aktivite

anlamına gelmektedir. Sabitlenme zamanında en iyi antioksidan aktivite çay ekstraktlarında bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Fenolik Ekstraktların ve BHT'nin Antiradikal Etkinliği (ARP = 1/EC50)

Antioksidan Kaynağı	Antiradikal Etkinlik (ARP = 1/EC50)		
	30. dakika	60. dakika	Sabitlenme zamanı
zeytin	5,383 ± 0,102 ^b	2,529 ± 0,050 ^b	1,112 ± 0,058 ^b
çay	14,862 ± 1,346 ^a	7,037 ± 0,062 ^a	4,452 ± 0,028 ^a
BHT	0.947 ± 0.190 ^c	1,174 ± 0.172 ^c	1.170 ± 0.131 ^b

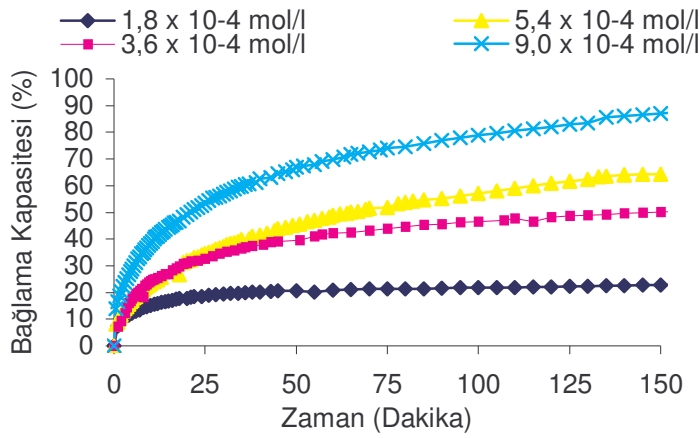
* Satırlar yukarıda aşağıya incelendiğinde farklı harflerle gösterilen ortalama değerler arasında farklılık vardır (p<0,01).

Çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların toplam fenol içeriği 5649 mg/100 g CAE olmasına karşın zeytin örneklerinden elde edilen ekstraktların toplam fenol içeriği 286 mg/100g CAE olarak bulunmuştur. Bu durum; zeytinde bulunan fenolik bileşiklerden özellikle ortodifenol yapısındaki oleuropein ve kafeik asit gibi bileşenlerin iyi bir aktivite göstermesine karşın; çayda, gallik asit ve kateşin türevleri olarak bulunan epigallokateşinlerin kök bağlama kapasitesinin daha yüksek olmasından kaynaklanabilir. Bu durum her iki ekstraktta da bulunan fenol bileşiklerinin farklılığına bağlı olarak fenolik madde ekstraktlarının toplam kök bağlama kapasitesinin etkilendiğini göstermektedir.

Gunduc ve El-Nehir (2003), analiz ettikleri çayı da kapsayan katı ve sıvı gıdaların EC50 değerleri ve toplam fenol içeriği arasında önemli bir ilişki olmadığı sonucuna varmışlardır. Lunder (1992), epigallokateşingallat içeriği ile antioksidan aktivite arasında iyi bir ilişki olduğunu ve çaydaki kateşinlerin miktarının da çayın üretimi sırasındaki fermentasyonun derecesine bağlı olduğunu bildirmiştir.

von Gadow ve ark., (1997b) de; güçlü antioksidanlardan olan gallokateşinlerin, siyah çayın fermentasyonu sırasında yüksek oksidasyon potansiyelleri ve yeşil çaydaki yüksek konsantrasyonlarından dolayı siyah çayın temel fenolik bileşeni olan thearubijinler ve theaflavinleri oluşturmak için yapraklardaki polifenoloksidaz tarafından öncelikle oksitlendiğini ve fenolik kompozisyondaki bu değişimin de siyah çayda yeşil çaya göre DPPH kökünü daha az bağlama kapasitesine yol açtığını belirtmektedirler.

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar, sentetik bir antioksidan olan BHT ile karşılaştırıldığında çay ekstraktlarının kök bağlama kapasitesinin güçlü antioksidan özellikleri ile bilinen BHT'den daha yüksek olduğu, zeytin ekstraktlarının kök bağlama kapasitesinin ise BHT ile hemen hemen aynı olduğu bulunmuştur. Bu durum, çayda bulunan polifenollerin DPPH kökünü bağlamada BHT'den daha etkili olduğunu göstermektedir.



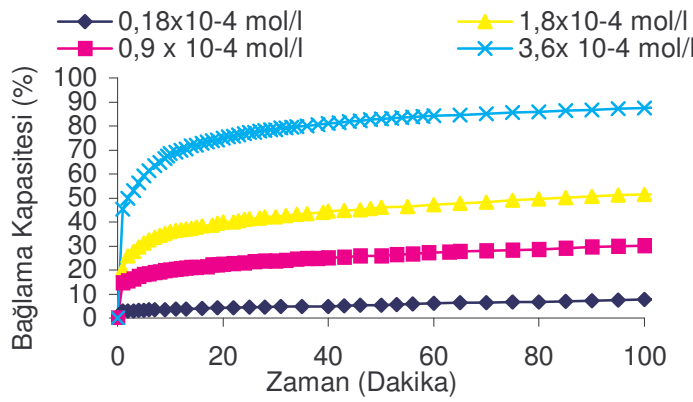
Şekil 4.2. Zeytin Örneklerinden Elde Edilen Fenolik Ekstraktların DPPH Serbest Kökünü Bağlama Kapasitesi

Şekil 4.2'de; zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların DPPH serbest kökünü bağlama kapasitesi verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi; zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlarının DPPH ile reaksiyonu oldukça yavaş seyretmiştir ve şekilde reaksiyonun 150. dakikaya kadar olan kısmı gösterilmiştir. Zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlarının DPPH serbest kökünü bağlama yeteneği konsantrasyonuna bağlı olarak artmıştır.

Fenolik bileşiklerin DPPH köklerini bağlama kapasitesi ve reaksiyon kinetikleri, yapıları ile önemli ölçüde ilişkilidir. Keçeli (2000), 3,4 dihidroksifenil asetik asit, protokateşik asit ve kafeik asit gibi o-difenollerde maksimum bağlama kapasitesi elde etmiştir. Brand-Williams ve ark. (1995), kafeik, ferulik ve protokateşik asitin yavaş kinetik davranışlarına rağmen bunların güçlü bir DPPH bağlama kapasitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Zeytin örneklerinden elde

edilen fenolik ekstraktının DPPH ile yavaş reaksiyon göstermesinin de bu nedenden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların DPPH serbest kökünü bağlama kapasitesi şekil 4.3’de gösterilmektedir. Şekilden de görülebileceği üzere çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar, zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlara göre DPPH kökü ile daha hızlı (2 dakika) reaksiyona girmiş ancak 100. dakikaya kadar ölçümler alınmıştır.



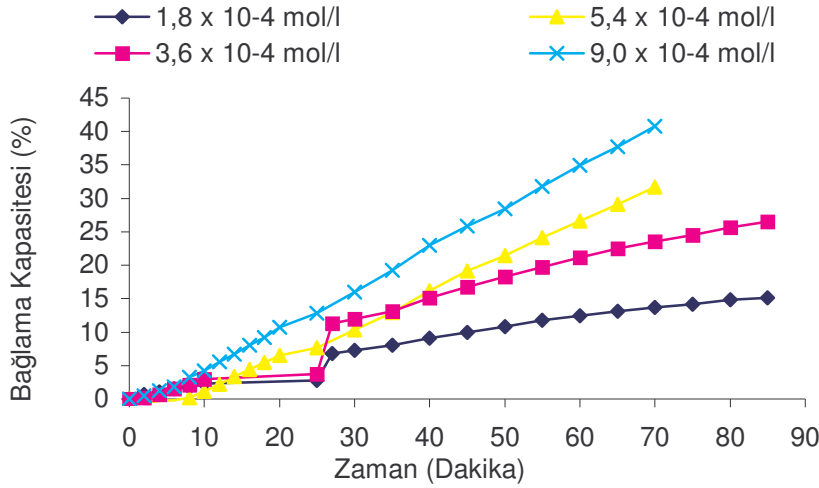
Şekil 4.3. Çay Örneklerinden Elde Edilen Ekstraktların DPPH Serbest Kökünü Bağlama Kapasitesi

Zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlarda olduğu gibi çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ile DPPH serbest kökünü bağlama yeteneği konsantrasyonuna bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.3).

Zandi ve Gordon (1999), çay yapraklarından elde edilen fenolik ekstraktların antioksidan etkisinin konsantrasyonla arttığını bildirmiştir. Miller ve ark. (1996), theaflavinlerin toplam antioksidan potansiyelleri veya trolox eşdeğer antioksidan aktivitelerini 2,2’-azinobis-(3-ethylbenzothiazinoline-6 sulfonic asit) (ABTS) testi ile belirlemişlerdir. Sonuçlar, bir antioksidan olarak theaflavin etkinliğinin gallat esterifikasyonu ile arttığını göstermiştir.

Brand-Williams ve ark. (1995), DPPH ile potansiyel bir antioksidan interaksyonunun DPPH’in yapısal oluşumuna bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Bazı bileşikler, mevcut hidroksil grubu sayısına karşılık gelen DPPH molekül sayısını indirgeyerek DPPH ile çok hızlı bir şekilde reaksiyona girebilmektedir.

BHT'nin DPPH serbest kökünü bağlama özelliği şekil 4.4'de gösterilmektedir. Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlarda olduğu gibi BHT örneklerinin de DPPH serbest kökünü bağlama yeteneği konsantrasyona bağlı olarak artmıştır.

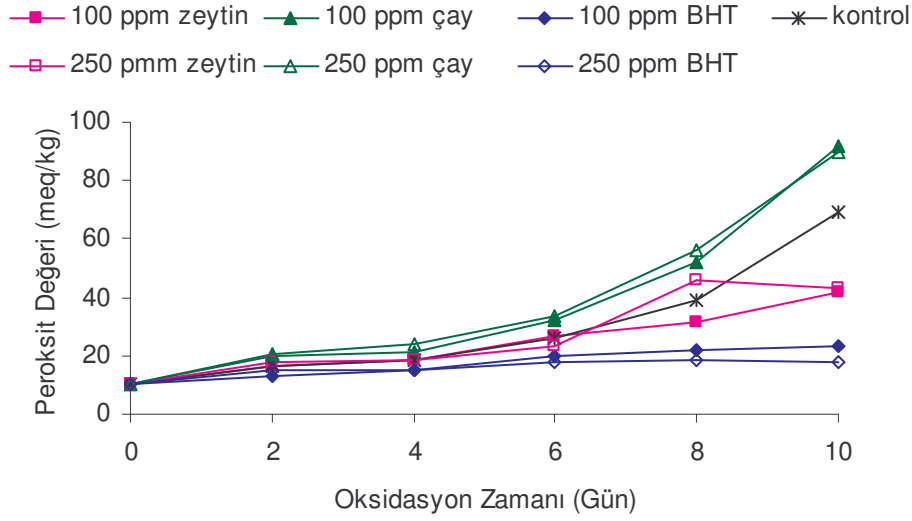


Şekil 4.4. BHT Örneklerinin DPPH Serbest Kökünü Bağlama Kapasitesi

4.3 Antioksidan Aktivitenin Trigliserid Karışımlarında Değerlendirilmesi

4.3.1 Deneme 2: Zeytin ve Çaydan Elde Edilen Fenolik Ekstraktlar ve BHT'nin Antioksidan Aktivitesinin 60°C'ye Isıtılan Zeytinyağı İçerisinde Değerlendirilmesi

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ile BHT; zeytinyağına, 100 ve 250 mg/kg konsantrasyonlarında eklenmiş; katkılı ve katkısız (kontrol) zeytinyağları 60°C'lik etüvde bekletilmiştir. Bekleme sırasında, örneklerin peroksit değerinde meydana gelen değişimler şekil 4.5'de gösterilmektedir.



Şekil 4.5. Zeytinyağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Farklı Konsantrasyonlardaki Örneklerin Peroksit Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Peroksit değeri 10 meq/kg'ın üzerindeki yağlar ransit olarak değerlendirilmektedir (Rossell, 1989). Denememizde örneklerin büyük bir kısmı depolama süresi sonucunda bu değerin çok üzerinde görülmektedir (Şekil 4.7). Zeytinyağı substrat olarak kullanıldığından dolayı, bu denemede, zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların oksidasyonu yavaş seyretmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, örneklerde bir süre indüklenme periyodu görülmüş; ancak 10. günde 100 ppm konsantrasyonundaki çay ekstraktının peroksit değeri yaklaşık olarak 92.071 meq/kg değerine ulaşmıştır.

100 ve 250 ppm konsantrasyonlarındaki çay ekstraktları, zeytinyağı için pro-oksidan etki gösterirken; 100 ve 250 ppm konsantrasyonundaki zeytin ekstraktları 10. günün sonunda zeytinyağı için antioksidan etki göstermiştir.

Visoli ve Galli (1995), zeytinin fenolik bileşik içeriğinin 50-800 mg/kg arasında bildirmektedir. Bu çalışmada kullanılan Sarı Ulak Tarsus çeşidi zeytin, henüz yeşil iken hasat edilmiş ve 286 mg/100g CAE toplam fenolik bileşik içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Zeytinlerin toplam ve o-difenol ve oleuropein içerikleri olgunlaşma ve çeşit gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir (Esti ve ark., 1998). Yeşil iken toplanan zeytinler toplam fenoller özellikle oleuropein'in önemli miktarlarını içermektedir (Amiot ve ark., 1986; Vlahov, 1992; Tsimidou, 1998 ve

Ryan ve Robards, 1998). Bu nedenle başlangıç aşamasında 100 ve 250 ppm konsantrasyonlarındaki zeytin ekstraktlarında görülen antioksidan aktivitenin bu maddelerle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

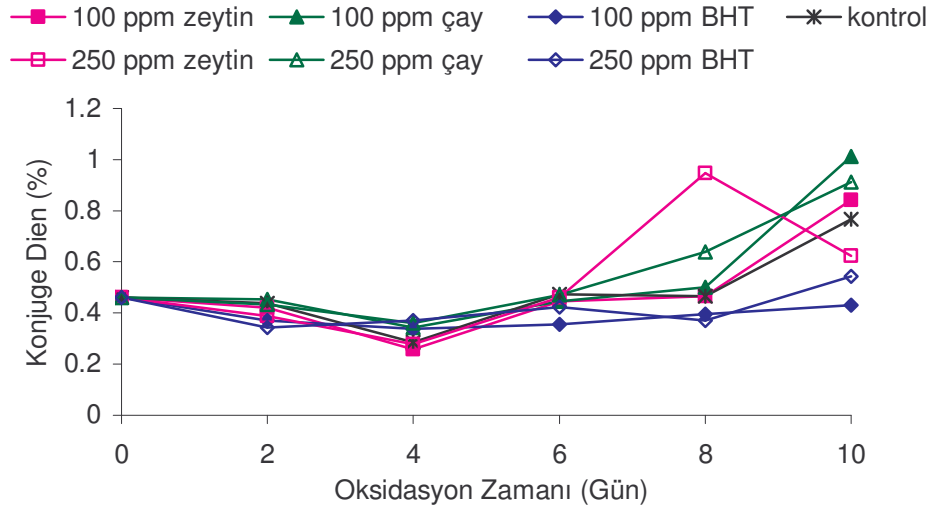
Zeytinyağı içerisinde 60°C'ye Isıtılan örneklerin 20 ve 50 meq/kg peroksit değerine ulaşması için gerekli olan süreler çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Zeytinyağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Örneklerin 20 ve 50 meq/kg Peroksit Değerine Ulaşması İçin Gerekli Olan Süreler

Zeytinyağı içerisinde 60°C'de Bekletilen Örnekler	Peroksit Değerinin 20'ye ulaşması için gereken süre (saat $\pm$ std sapma)	Peroksit Değerinin 50'ye ulaşması için gereken süre (saat $\pm$ std sapma)
Kontrol	106 $\pm$ 0.00 ^{b,c}	210 $\pm$ 11.03
100 ppm zeytin	104 $\pm$ 0.00 ^c	-
250 ppm zeytin	108 $\pm$ 0.00 ^b	-
100 ppm çay	62 $\pm$ 0.00 ^d	186 $\pm$ 0.34
250 ppm çay	49 $\pm$ 0.85 ^e	178 $\pm$ 5.09
100 ppm BHT	141 $\pm$ 3.22 ^a	-
250 ppm BHT	-	-

Çizelgeden de görülebileceği gibi; 250 ppm konsantrasyonundaki zeytin ekstraktı ve 100 ppm konsantrasyonunda BHT içeren örnekler analizin sürdürüldüğü 10 gün boyunca 50 meq/kg peroksit değerine ulaşamazken; 250 ppm konsantrasyonunda BHT içeren örnek analizin devam ettiği 10 gün boyunca, ne 20 meq/kg ne de 50 meq/kg peroksit değerine ulaşamamıştır.

Örneklerin 20 meq/kg peroksit değerine ulaşması için gerekli olan sürelerin istatistiksel analizlerine göre stabilite sıralaması en iyiden başlayarak; 100 ppm BHT > 250 ppm zeytin $\geq$ kontrol $\geq$ 100 ppm zeytin > 100 ppm çay > 250 ppm çay olarak değişmektedir.

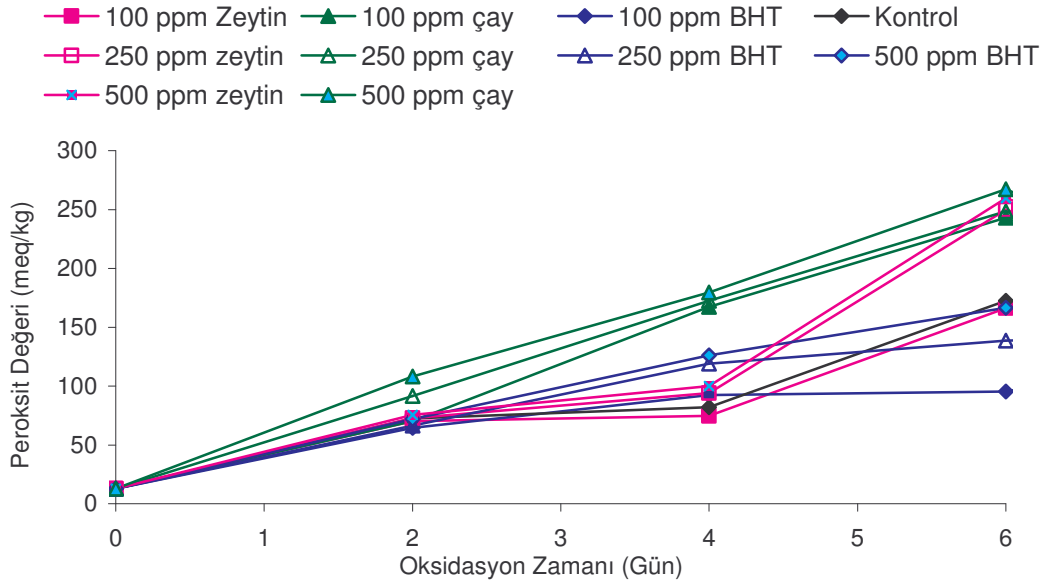


Şekil 4.6. Zeytinyağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Farklı Konsantrasyonlardaki Örneklerin Konjuge Dien Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Örneklerin konjuge dien değerlerinde meydana gelen değişimler şekil 4.6'de verilmiştir. 10. gün sonunda kontrolün konjuge dien değeri 0.766'ya ulaşırken bu değer 250 ppm konsantrasyondaki zeytin, çay ekstraktları ve BHT için sırasıyla 0.624; 0.912 ve 0.544 olarak bulunmuştur.

4.3.2 Deneme 3: Zeytin ve Çay Örneklerinden Elde Edilen Fenolik Ekstraktlar ve BHT'nin Antioksidan Aktivitesinin 60°C'ye Isıtılan Ayçiçek Yağı İçerisinde Değerlendirilmesi

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ve BHT; ayçiçek yağına, 100, 250 ve 500 mg/kg konsantrasyonlarında eklenmiş; katkılı ve katkısız (kontrol) ayçiçek yağları 60°C'lik etüvde bekletilmiştir. Bekleme sırasında, örneklerin peroksit değerlerinde meydana gelen değişimler şekil 4.7'de gösterilmektedir.



Şekil 4.7. Ayçiçek Yağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Farklı Konsantrasyonlardaki Örneklerin Peroksit Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Bu denemede substrat olarak ayçiçek yağı kullanılmış ve zeytinyağına göre daha hızlı bir oksidasyon gözlenmiştir. Örneklerin tamamı 2 gün içinde oksitlenmiş ve 6. gün itibariyle 500 ppm konsantrasyonundaki çay örneklerinden elde edilen ekstrakt içeren örnekte peroksit değeri yaklaşık olarak 267.24 meq/kg değerine ulaşmıştır.

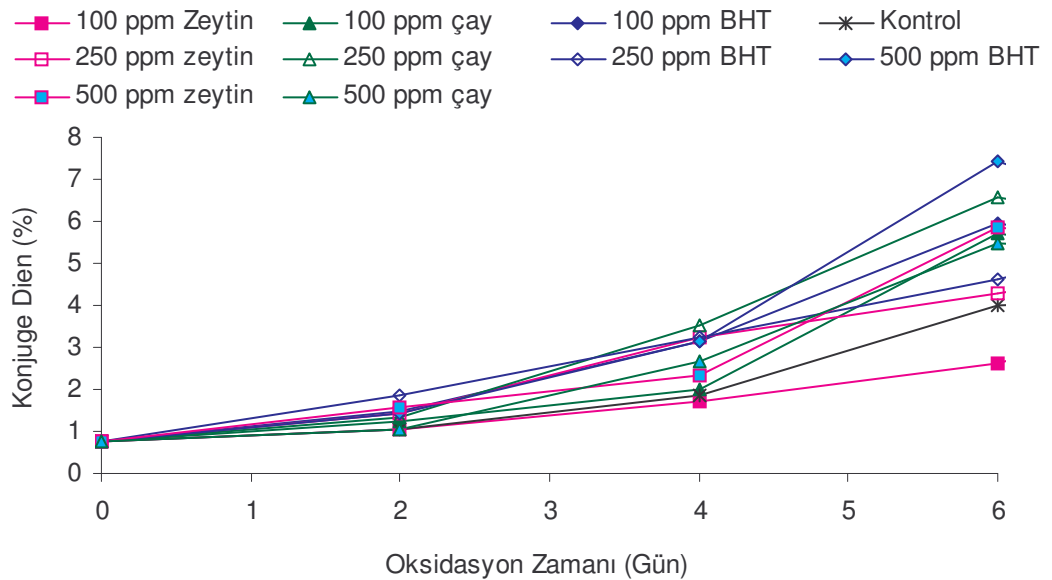
100, 250 ve 500 ppm konsantrasyonundaki BHT örnekleri ve 100 ppm konsantrasyonundaki zeytin ekstraktı analizin devam ettiği 6 gün boyunca ayçiçek yağı için antioksidan etki göstermiştir. Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen 100, 250 ve 500 ppm konsantrasyonundaki ekstraktlar ayçiçek yağı için pro-oksidan etki göstermiştir (Şekil 4.7).

Ayçiçek yağı içerisinde 60°C'ye ısıtılan Örneklerin 20 ve 50 meq/kg peroksit değerine ulaşması için gerekli olan süreler çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Ayçiçek Yağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Örneklerin 20 ve 50 meq/kg Peroksit Değerine Ulaşması İçin Gerekli Olan Süreler

60°C'de Depolanan yağlar	Peroksit Değerinin 20'ye Ulaşması İçin Gerekli Süre (saat $\pm$ std sapma)	Peroksit Değerinin 50'ye Ulaşması İçin Gerekli Süre (saat $\pm$ std sapma)
Kontrol	6.36 $\pm$ 0.51	32.40 $\pm$ 5.09
100 ppm zeytin	5.52 $\pm$ 1.02	31.20 $\pm$ 5.09
250 ppm zeytin	5.64 $\pm$ 0.85	31.20 $\pm$ 6.45
500 ppm zeytin	5.64 $\pm$ 0.51	28.80 $\pm$ 3.39
100 ppm çay	6.12 $\pm$ 1.53	31.44 $\pm$ 6.45
250 ppm çay	4.80 $\pm$ 0.00	22.08 $\pm$ 0.00
500 ppm çay	3.24 $\pm$ 0.51	18.60 $\pm$ 2.55
100 ppm BHT	6.24 $\pm$ 2.04	35.40 $\pm$ 9.33
250 ppm BHT	7.02 $\pm$ 0.00	32.64 $\pm$ 2.04
500 ppm BHT	5.04 $\pm$ 0.00	30.48 $\pm$ 2.72

Örneklerin konjuge dien değerlerindeki değişiklikler şekil 4.8'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği üzere konjuge dien oluşumundaki değişiklikler peroksit değerindeki değişikliklerle hemen hemen aynı zamanlarda meydana gelmiştir.



Şekil 4.8. Ayçiçek yağı İçerisinde 60°C'ye Isıtılan Farklı Konsantrasyonlardaki Örneklerin Konjuge Dien Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Örneklerde oksitlenme çok hızlı bir şekilde meydana gelmiş, örnekler ikinci günde oksitlenerek çok yüksek konjuge dien değerlerine ulaşmıştır. Kontrol ve 250 ppm konsantrasyondaki BHT'nin konjuge dien değeri 0. gün % 0.744 iken denemenin son günü bu değerler % 6.163 ve % 7.05'e yükselmiştir (Şekil 4.8).

Şkerget ve ark. (2005), luteolin ve kampestrol, kuarsetin ve apigeninin ayçiçek yağı üzerindeki stabilizasyonunu izledikleri çalışmalarında; apigeninin, ayçiçek yağında en yüksek pro-oksidatif etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Roeding-Penman ve Gordon (1998), ayçiçek yağına ilave edilen flavon ve flavonollerin daha yüksek konsantrasyonlarının ya daha yüksek oksidan yada daha yüksek pro-oksidan etki göstermesine neden olduğunu vurgulamışlardır.

Ayçiçek yağı ile yapılan denemelerde gözlenen hızlı oksidasyon problemi, linoleik ve linolenik asitlerin zeytinyağında hakim olan oleik aside göre daha hızlı oksitlenmesi nedeni ile olabilir. Emülsiyonlar gibi su içeren sistemlerde gözlenen aktivite ile yağ sistemlerinde gözlenen aktivite farklıdır. Bunun sebebinin de; ekstraktlar içerisindeki polifenollerin çözünürlüğünün farklılığı ve hidrofobik/hidrofilik özellikleri olabileceği ileri sürülmektedir (Şkerget ve ark., 2005).

Zeytinyağının substrat olarak kullanıldığı denemenin aksine substrat olarak ayçiçek yağının kullanıldığı denemede ekstraktların prooksidan etki göstermesinin bir nedeninin de ayçiçek yağının yüksek tokoferol içeriğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Birçok araştırmacı tarafından α -tokoferolün zincir reaksiyonlarını başlatan madde olarak hareket ederek α -tokoferoksil ve α -tokoquinoperoksil köklerinin oluşumu ile sonuçlanan oksijenle interaksiyonundan dolayı yüksek konsantrasyonda pro-oksidan gibi davranabildiğini göstermiştir (Cillard ve Cillard, 1980). α -tokoferolün antioksidan aktivitesi, artan konsantrasyonla artmaya devam etmemekte ve pro-oksidan etkiye dönüşebilmektedir (Frankel ve ark., 1994 ve Huang ve ark., 1994, 1996).

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, zeytin ve çay örneklerinden elde edilen doğal fenolik ekstraktlar sentetik bir antioksidan olan BHT ile karşılaştırılmış ve doğal ekstraktların antioksidan aktiviteleri incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ve BHT'nin EC50 ve ARP değerlerine göre antioksidan aktivite sıralaması çay > zeytin ≥ BHT olarak bulunmuştur. Bu sonuç, zeytinde bulunan fenolik bileşiklerden özellikle o-difenol yapısındaki oleuropein ve kafeik asitin antioksidan kök stabilitesine karşın çayda gallik asit ve kateşin türevleri olarak bulunan epigallokateşinlerin kök bağlama kapasitesinin yüksek olmasına bağlanabilir. Bu durum her iki ekstrakta da bulunan fenolik bileşiklerin farklılığına bağlı olarak antioksidan aktivitenin etkilendiğini göstermektedir.

Zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar ve BHT, reaksiyon süresi ve konsantrasyona bağlı olarak farklı kök bağlama özellikleri göstermiştir. Bununla birlikte, DDPH serbest kökünü bağlama özelliği bakımından en iyi aktivite, çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlarda gözlenmiştir. Bu durum, çayda bulunan kateşin ve kateşin türevlerinin DPPH kökünü bağlamada zeytin ve BHT'den daha etkili olduğunu göstermektedir.

Zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların DPPH ile reaksiyonu oldukça yavaş seyretmiştir ve zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların DPPH serbest kökünü bağlama yeteneği konsantrasyona bağlı olarak artmıştır. Zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların DPPH ile yavaş reaksiyona girmesinin, zeytinde bulunan kafeik ve ferulik asidin yavaş kinetik davranışlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlar, zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlara göre DPPH serbest kökü ile daha hızlı (2 dakika) reaksiyona girmiş ve zeytin örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlarda olduğu gibi DPPH serbest kökünü bağlama yeteneği konsantrasyona bağlı olarak artmıştır. BHT'nin DPPH serbest kökünü bağlama yeteneği, zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktlarda olduğu gibi konsantrasyona bağlı olarak artmıştır.

Substrat olarak zeytinyağının kullanıldığı denemelerde, zeytin ve çay örneklerinden elde edilen fenolik ekstraktların oksidasyonu oldukça yavaş seyretmiştir. Sentetik bir antioksidan olan BHT'nin (100 ve 250 mg/kg) en iyi antioksidan olduğu bulunmuştur. Peroksit Değeri 10 meq/kg'ın üzerinde olan yağlar ransit olarak değerlendirilmektedir ve örneklerimizin büyük bir kısmı bu değerin çok üzerine çıkmıştır. Substrat olarak ayçiçek yağının kullanıldığı denemede ise, zeytinyağına göre daha hızlı bir oksidasyon gözlenmiş; örneklerin tamamı ikinci günde oksitlenmiştir. Bunu sonucu olarak da, örnekler arasında istatistiksel olarak bir farklılık gözlenememiştir.

BHT'nin yağ içerisinde iyi bir antioksidan aktivite göstermesi onun yağdaki iyi çözünürlük özelliğinden kaynaklanmaktadır. Polar özellikteki çay ve zeytin ekstraktlarının ise yağ içerisindeki düşük antioksidan aktiviteleri, yağın içerisinde çözünürlüklerinin az olması ve daha çok yağ hava ara fazında konsantre olmaları sonucu oluşan serbest köklerini önleme yeteneklerinin, BHT'ye göre nispeten daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Bu durum polar özellikteki antioksidanların yağ içerisinde iyi bir antioksidan aktivite göstermemesinin nedenini açıklayan polar paradoks ile uyumludur (Frankel ve ark., 1994). Ancak metanol içerisinde bu ekstraktların iyi çözünme özellikleri ve DPPH serbest kökü ile hızlı bir reaksiyona girmeleri antioksidan etkinliklerinin artmasına neden olmuştur. Bu nedenle antioksidan aktivite değerlendirilirken antioksidanların sentetik ortamlar, yağ ve yağ-su (emülsiyon) tipi çok sistemli ürünlerde değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- AKTAN, N., ve KALKAN, H., 1999. Sofralık Zeytin Teknolojisi., İzmir: Ege Üniversitesi. 122.
- ALTAN, A., 1989. Yemeklik Yağ Teknolojisi Ders Notları, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Adana.
- ALTAN, A., 2000. Özel Gıdalar Teknolojisi (Şeker, Şekerleme, Çikolata, Çay, Kahve) Ç.Ü.Z.F. Ders Kitabı No:101, 323 s.
- ANONYMOUS, 2005a. Zeytinciliğin Dünya ve Ülkemiz Ekonomisindeki Yeri. <http://www.agri.ankara.edu.tr/bahce/pratikbilgiler/meyve/zeytin/genel.htm>
- ANONYMOUS, 2005b. Çayın Tarihçesi. http://www.dogadan.com/cayin_tarihcesi.php
- AMİOT, M.-J., FLEURİET, A. ve MACHEİX, JEAN-JACQUES., 1986. Importance and Evolution of Phenolic Compounds in Olive During Growth and Maturation. J. Agric. Food Chem., 34 (5): s. 823-826.
- AOCS, 1994. The Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society, 1994. 4th. Ed. Champaign, IL: American Oil Chemist's Society.
- ARTIK, N., ve POYRAZOĞLU, S., 1992. Siyah Çay Standardının Revizyonu. Standart, Mart 1992.
- ATOUI, A. K., MANSOURİ, A., BOSKOU, G. ve KEFELAS, P., 2005. Tea and Herbal Infusions: Their Antioxidant Activity and Phenolic Profile. Food Chemistry, 89 (1): s. 27-36.
- BALDIOLİ, M., SERVİLİ, M., PERETTİ, G. ve MONTEDORO, G. F., 1996. Antioxidant Activity of α -Tocopherol and Phenolic Compounds of Virgin Olive Oil. JAOCC, 73: 1589-1593.
- BAYSAL, A., 2005. Beslenme ve Sağlığımızda Çayın Önemi. http://saglik.tr.net/beslenme_sagligi_cay.shtml#2
- BELTRÁN, G., UCEDA, M., JIMÉNEZ, A. ve AGUILERA, M. P., 2003. Olive Oil Extractability Index as a Parameter for Olive Cultivar Characterisation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83 (6): s. 503-506 (4)

- BOSKOU, D., 1996. Olive Oil Chemistry and Technology. Champaign, Illinois, AOCS Press.
- BOSKOU, G., SALTA, F. N., CHRYSOSTOMOU, S., MYLONA, A., CHIOU, A., ANDRIKOPOULOS, N. K., 2004. Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market.
- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M.E. ve BERSET, C., 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm Wiss Technol.*, 28 (1): s. 25-30.
- CAI, Y.-J., MA, L.-P., HOU, L., ZHOU, B., YANG, L. ve LIU, Z.-L., 2002. Antioxidant Effects of Green Tea Polyphenols on Free Radical Initiated Peroxidation of Rat Liver Microsomes. *Chemistry and Physics of Lipids* 120 (1-2): s. 109-117.
- CANBAŞ, A. ve FENERCİOĞLU, H., 1985. Adana'da Yetiştirilen Bazı Zeytin Çeşitlerinin Yeşil ve Siyah salamura İşlenmeleri Üzerinde araştırmalar. I. Uluslararası Gıda Sempozyumu. Bursa, 4-6 Nisan. Bildiri Kitabı S. 242-254.
- CHEN, J. H. ve HO, C-T., 1997. Antioxidant Activities of Caffeic Acid and Related Hydroxycinnamic Acid Compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 45 (7): s. 2374-2378.
- CİLLARD, J ve CİLLARD, P., 1980. Behaviour of Alpha, Gamma and Delta Tocopherols with Linoleic Acid in Aqueous Media. *JAOCC*: 39-42.
- DİE, 2001. www.die.gov.tr.
- EL-NEHİR, S. ve KARAKAYA, S., 2003. Bazı Bitkisel Gıdaların Antioksidan Aktivitelerinin Saptanması. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, TMMOB Gıda Mühendisliği Odası 2-4 Ekim, Ankara: s. 253-266
- ESTİ, M., CİNQUANTA, L. ve LA NOTTE, E., 1998. Phenolic Compounds in Different Olive Varieties. *J. Agric. Food Chemistry*, 46 (1): s. 32-35.
- FAO, 2004. <http://www.fao.org>,
- FRANKEL, E.N, HUANG, S-W, KANNER, J. ve GERMAN J.B., 1994. Interfacial Phenomena in the Evaluation of Antioxidants: Bulk Oil VS. Emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1054-1059.

- FRANKEL, E.N. ve MEYER, A.S., 2000. The Problems of Using One-Dimensional Methods to Evaluate Multifunctional Food and Biological Antioxidants. J. Sci. Food Agric., 80 (13): s. 1925-1941.
- GALLİ, C., ve VİSİOLİ, F., 1999. Antioxidant and Other Activities of Phenolics in Olives/Olive Oil, Typical Components of the Mediterranean Diet. Lipids, 34 (Supplement): s. 23-26.
- GARCÍA, P., CONCEPCION, R., BRENES, M. ve GARRIDO, A., 1996. Effect of Metal Cations on the Chemical Oxidation of Olive o-diphenols in Model Systems. J. Agric. Food Chem., 44 (8): s. 2101-2105.
- GAULEJAC, N. S.-C., PROVOST, C. ve VIVAS, N., 1999. Comparative Study of Polyphenol Scavenging Activities Assessed by Different Methods. J. Agric. Food Chem., 47 (2): s 425-431.
- GUNDUC, N. ve EI-NEHİR, S., 2003. Assessing Antioxidant Activities of Phenolic Compounds of Common Turkish Food and Drinks on *In Vitro* Low-Density Lipoprotein Oxidation. Journal of Food Science, 68 (8): s. 2591-2595.
- GUTFİNGER, T., 1981. Polyphenols in Olive Oils. J. Am. Oil Chem. Soc., 58: 966-968.
- GÜRSE, L. Ö. ve ARTIK, N., 1985. Türk Çaylarında Kafein ve Tanen Miktarları Üzerinde Araştırmalar. Gıda Dergisi, Yıl:10, Sayı:1, s:19-24.
- GÜRSES, L. Ö. ve POYRAZOĞLU, E. S., 1997. Çayda Bulunan Fenolik Bileşikler. Standart ve Ekonomik Dergi, 36 (421): s. 88-92.
- HERTOG, M. G. L., FESKENS, E. J. M., HOLLMAN, P. C. H., KATAN, M. B. ve KROMHOUT, D., 1993. Dietary Antioxidant Flavonoids and Risk of Coronary Heart Disease: the Zutphen Elderly Study. The Lancet, 342 (8878): s. 1007-1011.
- HORIÉ, H., NESUMİ, A., UJİHARA, T. ve KOHATA, K., 2002. Rapid Determination of Caffeine in Tea Leaves. Journal of Chromatography, 942 (1-2):s.271-273.
- HUANG, S.-W., FRANKEL, E. D. ve GERMAN, J. B., 1994. Antioxidant Activity of Alpha- and Gamma- Tocopherols in Bulk Oils and in Oil-in-Water Emulsions. J. Agric. Food Chem., 42: s. 2108-2114.

- HUANG, S.-W., HOPIA, A., SCHWARZ, K., FRANKEL, E. N. ve GERMAN, J. B., 1996 (b). Antioxidant Activity of α -Tocopherol and Trolox in Different Lipid Substrates: Bulk Oils vs Oil-in-Water Emulsions. J. Agric. Food Chem. 44: s. 444-452.
- KARADENİZ, F. ve EKŞİ, A. 2001. Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı Üzeride Araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi 2001, 7 (3): s. 135-141.
- KARAKAYA, S. ve EL-NEHİR, S., 1997. Flavonoidler ve Sağlık. Beslenme ve Diyet Dergisi, 26 (2): s. 54-60.
- KARAKAYA, S. ve EL-NEHİR, S., 1999. Quercetin, Luteolin, Apigenin and Kaempferol Contents of Some Foods. Food Chemistry, 66 (3): s. 289-292.
- KEÇELİ, T., 2000. Antimicrobial and antioicidant Activity of Olive Oil Phenolics, in Food Science and technology. The University of Reading: Reading. 312 s.
- KEÇELİ, T. ve GORDON, M.H., 2001. The Antioxidant Activity and Stability of the Phenolic Fraction of Green Olives and Extra Virgin Olive Oil. J. Sci. Food and Agric., 81: s. 1391-1396.
- KIRALAN, M., ERCOŞKUN, H. ve IŞIKSAL, S., 2004. Gıda Antioksidanları ve Etki Mekanizmaları. Akademik Gıda. 2, 7, 5-14.
<http://www.akademikgida.com/m25.htm>
- KIRISTAKIS, A. K., 1998. Olive Oil. From Tree to the Table. 2nd Edition. Food & Nutrition Pres., Inc., 347 s.
- KURODA, Y., ve HARA, Y., 1999. Antimutagenic and Anticarcinogenic Activity of Tea Polyphenols. Mutation Research, 436 (1): s. 69-97.
- Le TUTOUR, B., ve GUEDON, D., 1992. Antioxidative Activities of Olea europaea Leaves and Related Phenolic Compounds. Phytochemistry, 31 (4): s. 1173-1178.
- LINDSEY, K. L., MOTSEI, M. L. ve JÄGER, A. K., 2002. Screening of South African Food Plants for Antioxidant Activity. Journal of Food Science, 67 (6): s. 2129-2131.
- LUNDER, T.C., 1992. Catechins of Green Tea: Antioxidant Activity. In Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health. II. Antioxidant and Cancer

- Prevention, eds. HUANG, M.T, HO, C.T. ve LEE C.N. American Chemical Society, Washington, s. 14-120.
- McDONALD, S., PRENZLER, P. D., ANTOLOVÍCH, M ve ROBARDS, K., 2001. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Olive Extracts. Food Chemistry, 73 (1): s. 73-84.
- MİLLER, N. J., CASTELLUCCİO C., TİJBURG L. ve RİCE-EVANS, C., 1996. The Antioxidant Properties of Theaflavins and their Gallate Esters-Radical Scavengers or Metal Chelators? FEBS Letters 392: 40-44.
- MONTEDORO, G., SERVİLİ, M., BALDİOLİ, M. ve MİNİATİ, E., 1993. Simple and Hydrolyzable Phenolic Compounds in Virgin Olive Oil. 3. Spectroscopic Characterisations of Secoiridoid Derivatives. J. Agric.,Food Chem., 41: 2228-2234.
- MURAKAMİ, M., YAMAGUCHİ, T., TAKAMURA, H. ve MATOBA, T., 2003. Effects of Ascorbic Acid and α -Tocopherol on Antioxidant Activity of Polyphenolic Compounds. Journal of Food Science, 68 (5): s. 1622-1625.
- NAS, S., GÖKALP, H.Y., ÜNSAL, M. 1998. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Yayınları, Denizli.
- NENADİS, N., ZAFİROPOULOU, I. ve TSİMİDOU, M., 2003. Commonly Used Food Antioxidants: A Comparative Study in Dispersed Systems. Food Chemistry, 82 (3): s. 403-407.
- NERGİZ, C. ve ÜNAL, K (1989). Naturel Zeytinyağında Bulunan Fenolik Bileşikler ve Stabiliteye Olan Etkileri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri:B Gıda Mühendisliği, Cilt:7 Sayı:2, 119-127.
- OWEN, R. W., GIACOSA, A., HULL, W. E., HAUBNER, R., WÜRTELE, G., SPİGELHALDER, B. ve BARTSCH, H., 2000. Olive-Oil Consumption and Health: The Possible Role of Antioxidants. The Lancet Oncology, 1 (2): s. 107-112.
- ÖZDEMİR, F., NAS, S. ve GÖKALP, H. Y., 1991. Birinci Sürgün Dönemi Çaylardan Orthodox Metodla Üretilen Farklı Sınıf Siyah Çayların Bazı Kimyasal-Kalitatif Özellikleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ekim: s. 18-21.

- ÖZDEMİR, M., 2005. Çayın Faydaları ve Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.
<http://www.ziraatci.com/cm/sayfa.asp?konuid=51&manual=off>
- PALA, Y., NOGAY, A., DAMGACI, E. ve ALTIN, M., 2001. Zeytin Bahçelerinde Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı.
<http://www.tagem.gov.tr/yeni%20web/YAYINLAR/ZEYTIN/10.htm>
- POYRAZOĞLU, E. S. ve GÜRSES, Ö. L., 1991. İşlenmiş Türk Çaylarının Kaliteleri Üzerinde Araştırma. Gıda Teknolojisi Derneği (GTD) Yayın Organı, 16 (3): s. 201-208.
- POYRAZOĞLU, E. S., 1995. Çay Deminin Bileşimine Etkili Bazı Faktörler Üzerinde Araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara. 81 s.
- RİAL, D.J. ve FALQUE, E., 2003. Characteristics of Olive Fruits and Extra-Virgin Olive Oils Obtained from Olive Trees Growing in Appellation of Controlled Origin 'Sierra Mágina'. J. Sci. Food Agric., 83 (9): s. 912-919.
- RİCE-EVANS, C. A., MİLLER, N. J., BOLWELL, P. G., BRAMLEY, P.M. ve PRİDHAM, J. B., 1995. The Relative Antioxidant Activities of Plant-Derived Polyphenolic Flavonoids. Free Rad. Res., 22 (4): s. 375-383.
- RİCE-EVANS, C. A., MİLLER, N. J. ve PAGANGA, G., 1997. Antioxidant Properties of Phenolic Compounds. Trends in Plant Science, 2 (4): s. 152-159.
- ROBARDS, K., PRENZLER, P. D., TUCKER, G., SWATSİTANG, P. ve GLOVER, W., 1999. Phenolic Compounds and Their Role in Oxidative Process in Fruits. Food Chemistry., 66 (4): s. 401-436.
- ROBERTS, E.A.H., CARTWRİGH, R.A. ve WOOD, D.J., 1956. The Flavonols of Tea. J. Sci. Food Agric., 7(10): s. 637-646.
- ROBERTS, E.A.H., 1958. Theaflavin and Thearubijin Analysis in Black Tea. J. Sci. Food Agric., 9: s. 212.
- ROEDİNG-PENMAN, A. ve GORDON, M.H., 1998. The Antioxidant Properties of Myricetin and Quercetin in Oil and Emulsions. JAOCS, 75 (2): 169-180.
- ROSSELL, J. B., 1989. Measurement of Rancidity. Rancidity in Foods. J. C. Allen and R. J. Hamilton. Barking, Elsevier Appl. Science: 23-57.

- RYAN, D. ve ROBARDS, K., 1998. Phenolic Compounds in Olives. *Analyst*, 123 (5): s. 31R-44R.
- RYAN, D., ROBARDS, K. ve LAVEE, S., 1999a. Determination of Phenolic Compounds in Olives by Reversed Phase Chromatography and Mass Spectrometry. *J. Chromatography*, 832 (1-2): s. 87-96.
- RYAN, D., ROBARDS, K. ve LAVEE, S., 1999b. Changes in Phenolic Content of Olive During Maturation. *International Journal of Food Science & Technology*, 34 (3): p. 265-274.
- RYAN, D., LAWRENCE, H., PRENZLER, P. D., ANTOLOVICH, M. ve ROBARDS, K., 2001. Recovery of Phenolic Compounds from *Olea europaea*. *Analytica Chimica Acta*, 445: s. 75-78.
- SAİJA, A., TROMBETTA, D., CASCİO, R., PRİNCİ, P., UCCELLA, N., BONİNA, F. ve CASTELLİ, F., 1998. 'In Vitro' Evaluation of the Antioxidant Activity and Biomembrane Intraction of the Plant Phenols Oleuropein and Hydroxytyrosol. *İnternational Journal of Pharmaceutics*, 166 (2): s. 123-133.
- SÁNCHEZ-MORENO, C., LARRAURİ, J. ve SAURA-CALİXTO, F., 1998. A Procedure to Measure the Antiradical Efficiency of Polyphenols. *J. Sci. Food Agric.*, 76 (2) : s. 270-276.
- SERTESER, A. ve GÖK, V., 2003. Doğal Antioksidanların Biyoyararlılığı. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, I: 83-98 TMMOB Gıda Mühendisliği Odası 2-4 Ekim, Ankara, 2003.
- ŠKERGET, M., KOTNİK, P., HADOLİN, M., RIŽNER HRAS, A., SİMONIČ, M. ve KNEZ, Ž., 2005. Phenols, Proantocyanidins, Flavones and Flavonols in Some Plant Materials and Their Antioxidant Activities. *Food Chemistry*, 89 (2): s. 191-198.
- SPSS for Windows, 2001. Release, 10.
- TSİMİDOU, M., 1998. Polyphenols and Quality of Virgin Olive Oil in Retrospect. *Ital. J. Food Sci.*, 10: 99-116.
- ULYAVONA, M.S., 1963. Flavones in Tea Leaves. I. USSR Congr. Biochem Abstr. 3,31-12d. Nauka, Moscoo, Leningrad. Bu yayın Gürses, Ö.L., 1982, Çay ve Çay İşletmenin Kimya ve Biyokimyası'ndan Alınmıştır.

- WANG, M., Lİ, J., RANGARAJAN, M., SHAO, Y., LA VOİE, E. J., HUANG, T-C. ve HO, C-T., 1998. Antioxidative Phenolic Compounds from Sage (*Salvia officinalis*). J. Agric. Food Chem., 46 (12): s. 4869-4873.
- WANG, H. ve HELLIWELL, K., 2001. Determination of Flavonols in Green and Black Tea Leaves and Green Ta Infusions by High-Performance Liquid chromatography. Food Research International, 34 (2-3): s. 223-227.
- WANG, C. C., CHU, C. Y., CHU, K. O., CHAY, K. W., KHAW, K. S., ROGERS, M. S. ve PANG, C. P., 2004. Trolox-Equivalent Antioxidant Capacity. Clinical Chemisrty, 50 (5): s. 952-854.
- XU, J., ZHU, S., YANG, F., CHENG, L., HU, Y. ve PAN, G., 2003. The Influence of Selenium on the Antioxidant Activity of Green Tea. Journal of The Science of Food and Agriculture, 83 (5): s. 451-455.
- VİNHA, A. F., FERRERES, F., SİLVA, B. M., VANLENTÃO, P., GONÇALVES, A., PEREİRA, J. A., OLİVERİA, M. B., SEABRE, R. M. ve ANDRADE, P. B., 2005. Phenolic Profiles of Portuguese Olive Fruits (*Olea europaea* L.): Influences of Cultivar and Geographical Origin. Food Chemistry, 89 (4): s. 561-568.
- VİNSON, J.A., 1996. Tea Polyphenols (presentation). The American Chemical Society Annual Meeting; Orlondo, Fla.
- VİNSON, J. A., DABBAGH, Y. A., 1998. Tea Phenols: Antioxidant Effectiveness of Teas, Tea components, Tea Fractions and Their Binding with Lipoproteins. Nutrition Research, 18 (6): s. 1067-1075.
- VİSİOLİ, F., ve GALLİ, C., 1994. Oleuropein Protects LDL from Oxidation. Life Sciences, 55 (24): s. 1965-1971.
- VİSİOLİ, F., ve GALLİ, C., 1995. Natural Antioxidants and Prevention of Coronary Heart Disease: The Potential Role of Olive Oil and Its Minor Constituents. Nutr. Metab. Cardovasc. Dis., 5 (4): s. 306-314.
- VİSİOLİ, F., BELLOMO, G. ve GALLİ, C., 1998. Free Radical-Scavenging Properties of Olive Oil Polyphenols. Biochemical and Biophysical Reserch Communications, 247(1): s. 60-64.

- VLAHOV, G., 1992. Flavonoids in Three Olive (*Olea europaea*) Fruit Varieties During Maturation. J. Sci. Food Agric. 58: s. 157-159.
- von GADOW, A., JOUBERT, E. ve HANSMANN, C., 1997 (a). Comparision of the Antioxidant Activity of Rooibos Tea (*Aspalathus linearis*) with Green, Oolong and Black Tea. Food Chemistry, 60 (1): s. 73-77.
- von GADOW, A., JOUBERT, E. ve HANSMANN, C., 1997 (b). Comparision of the Antioxidant Activity of Aspalthin with That of Other Plant Phenols of Rooibos Tea (*Aspalathus linearis*), α -Tocopherol, BHT and BHA. J. Agric. Food Chem., 45 (3): s. 632-638.
- YANG, C.S. ve WANG, Z-Y., 1993. Tea and Cancer: A Review. J. Natl. Cancer Inst., 85: s. 1038-1049.
- YAO, L., JİNG, Y., DATTA, N., SİNGANUSONG, R., LİU, X., DUAN, J., RAYMONT, K., LİSLE, A. ve XU, Y., 2004. HPLC Analyses of Flavonols and Phenolic Acids in the Fresh Young Shoots of Tea (*Camellia sinensis*) Grown in Australia. Food Chemistry, 84 (2): s. 253-263.
- YEN, G-C. ve CHEN, H-Y., 1995. Antioxidant Activity of Various Tea Extracts in Relation to Their Antimutagenicity. J. Agric. Food Chem., 43 (1): s. 27-32.
- YEN, G.C., CHEN, H.Y. ve PENG, H., 1997. Antioxidant and Pro-Oxidant Effects of Various Tea Extracts. J. Agric. Food Chem., 45 (1): s. 30-34.
- YURDAGEL, U., 1982. Çay Teknolojisi ve Biyokimyası. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 432, İzmir.
- YURDAGEL, U., 1984. Paket Çayların Analitik Nitelikleri Üzerinde Araştırma. Gıda Dergisi, Yıl:9, Sayı:2, s:71-76.
- ZANDİ, P. ve GORDON, M. H., 1999. Antioxidant Activity of Extracts from Old Tea Leaves. Food Chemistry, 64 (3) s: 285-288.
- ZUO, Y., CHEN, H ve DENG, Y., (2002). Simultaneous Determination of Catechins, Phenolic Acids and Caffeine in Green, Oolong, Black and Pu-erh Teas Using HPLC with a Photodiode Array Detector. Talanta, 57, 307-316.

ÖZGEÇMİŞ

20.01.1981 tarihinde Mersin’de doğdum. İlkokulu Mareşal Fevzi Çakmak İlkokulu’nda, ortaokulu Zeki Sabah İlköğretim Okulu’nda ve liseyi de Mersin 19 Mayıs Lisesi (Süper Lise)’nde tamamladım. 1998 yılında lisans eğitimime başladığım Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 2002 yılında mezun oldum ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilimdalı’nda yüksek lisans eğitimime başladım. 2004 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı bünyesinde Siirt Tarım İl Müdürlüğü’ne atandım. Halen Kurtalan Tarım İlçe Müdürlüğü’nde Gıda Mühendisi olarak görev yapmaktayım.