

## Çay (*Camellia sinensis*); İçeriği, Metabolizma ve Sağlık Üzerine Etkileri, Antioksidan Aktivitesi ve Etlik Piliç Karma Yemlerinde Kullanımı

Şenay Sarıca Ümit Karataş Merve Diktaş  
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 60250 Tokat

**Özet:** Çay, ucuz ve çok tüketilen içeceklerden biridir. Çay, fenolik madde içeriği nedeniyle son yıllarda antioksidan özelliği ve insan sağlığı üzerine etkisi en fazla araştırılan konulardan biridir. Bu makalede, çayın bileşenlerinin kimyası, polifenollerinin emilimi, dağılımı, metabolizması ve vücuttan atılımı, metabolizma ve sağlık üzerine etkileri, antioksidan aktivitesi ile etlik piliç rasyonlarında yeşil çay ekstraktlarının kullanımının etkileriyle ilgili araştırmalar ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kanatlı, Çay Ekstraktı, Fenolik Madde, Antioksidan Aktivite, Sağlık

## Tea (*Camellia sinensis*); Composition, The Effects on Metabolism and Health, Antioxidant Activity and The Use in Broiler Diets

**Abstract:** Tea is one of the cheap and very much consumed beverages. In recent years, its antioxidant properties and its effects on human health due to the phenolic matter contents of tea are one of the most studied subjects. In this article, chemistry of tea constituents, absorption, distribution, metabolism and elimination of its polyphenols, its effects on the metabolism and health, its antioxidant activity and studies about the effects of use of green tea extracts in broiler diets were discussed.

**Keywords:** Poultry, Tea Extract, Phenolic Matter, Antioxidant Activity, Health

### 1. Giriş

Kanatlı etinin çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olması, lipid oksidasyona karşı hassasiyetini artırmaktadır (Florou-Paneri et al. 2005). Lipid oksidasyon, esas itibarıyla etin membran fosfolipidlerinin çoklu doymamış yağ asitlerinde başlamakta ve etin işlenmesi, pişirilmesi ve buzdolabında saklanması esnasında meydana gelen en önemli problemlerden biri olup, etin renginin, tadının ve besin değerinin kaybına ve raf ömrünün azalmasına yol açmaktadır (Botsoglou et al. 2003). Ette lipid oksidasyonu azaltmak amacıyla vitamin E ve C gibi doğal antioksidanların yanı sıra BHT, BHA, PG, TBHQ, THBP, NDGA ve etoksiquin gibi sentetik olanları da fiyatlarının düşük olmasından dolayı uzun süre kanatlı hayvan beslemede kullanılmışlardır. Ancak bu sentetik antioksidanların kanser yapıcı ve mutajenik özelliklere sahip olmaları nedeniyle kullanımları yasaklanmıştır (Tang et al., 2000 2001; Botsoglou et al., 2003). Bu nedenle, gerek sağlık gerekse de elde edilen son ürün üzerinde herhangi bir yan etkisi olmayan bitkilerin ve bunların ekstraktlarının doğal antioksidan olarak kullanılmasına son yıllarda ağırlık verilmiştir. Bu amaçla, lipid oksidasyonun geciktirilmesi bakımından sentetik antioksidanlara eşit veya onlardan daha

yüksek aktiviteye sahip olan biberiye, adaçayı, kekik, sarmısak, zeytin yaprağı, üzüm çekirdeği ve çay ekstraktları bileşimlerindeki fenolik bileşiklerden dolayı doğal antioksidan olarak kullanılmaktadırlar (Namiki, 1990). Bu doğal antioksidanlardan, son yıllarda yeşil çayın yapraklarından ekstrakte edilen polifenollerin önemli bir grubunu oluşturan çay kateşinlerinin, domuz yağında, kanola yağında, keten tohumu yağında ve balık yağında lipid oksidasyonu önlediği bildirilmektedir. Hatta çay kateşinlerinin kullanılan konsantrasyonuna bağlı olarak, antioksidan etkisinin sentetik antioksidanlardan ve vitamin E'den fazla olduğu da saptanmıştır (Tang et al. 2000). Ancak kanatlı rasyonlarında çay kateşinlerinin doğal antioksidan olarak kullanımıyla ilgili oldukça sınırlı sayıda araştırmalar bulunmaktadır.

Dünyada kişi başına yılda 0.12 lt tüketildiği bildirilen çay, çay yapraklarının (*Camellia sinensis* L.) işlenmesiyle elde edilmekte olup, sudan sonra en ucuz ve en çok içilen içecektir (Graham, 1992).

5000 yıl önce ilk kez Çin'de keşfedilen çayın 30'dan fazla ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır (Tang et al. 2002). Dünyada üretilen çayın %78'i siyah çay batı ülkelerinde, %20'si yeşil çay asya ülkelerinde ve %2'lik

kısmı da oolong çayı olup esas itibarıyla güney Çin'de tüketilmektedir (Yang and Landau, 2000).

## 2. Çayın Bileşenlerinin Kimyası

Günümüzde üretimi yapılan birbirinden farklı 3 tip çay bulunmaktadır. Bunlar; siyah, yeşil ve oolong çayıdır. Çay; (-)-epigallokateşin-3-gallat (EGCG), (-)-epigallokateşin (EGC), (-)-epikateşin-3-gallat (ECG) ve (-)-epikateşin (EC) olarak ifade edilen polifenolik bileşikleridir. Yeşil çay, çayın (*Camellia sinensis* bitkisinin) genç filizlerinden hazırlanmaktadır. Çay yaprakları biçildikten sonra rulo haline getirilerek ısıtılmakta ve böylece polifenol oksidaz enzimi inaktif hale getirilmektedir (Koo and Cho 2004). Fermentasyon düzeyine göre çayın kateşin içeriği değişmektedir. Yeşil çay,

uygulanan ısıtma işleminden dolayı daha az fermente olmakta ve yüksek düzeyde kateşin içermektedir. Ancak siyah çaya işleme esnasında uygulanan oksidasyon sonucunda polifenol oksidaz enziminin etkisiyle, çay kateşinlerinden teafavinler ve tearubuginler gibi ikincil polifenoller oluşmakta ve flavanol içeriği azalmaktadır (Yang and Landau 2000; Vaidyanathan and Walle 2003). Çay yaprağındaki polifenollerin yaklaşık  $\frac{3}{4}$ 'ünü flavanoller, flavanollerin de %60-70'ni (-)-epigallokateşin-3-gallat oluşturmaktadır (Katiyar and Mukhtar 1997; Yang and Koo 1997). Bunların yanı sıra quercetin, kaempferol ve rutin gibi flavanoller, kafein, fenolik asitler, theanine ve koku bileşikleri yeşil çayda bulunan diğer bileşiklerdir (Koo and Cho, 2004). Çay yaprağının kimyasal bileşimi ve farklı çay tiplerinin fenolik madde kompozisyonları Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Çay yaprağının kimyasal bileşimi (Tosun ve Karadeniz, 2005)

Bileşen	%, Kuru maddede
Flavanoller (Kateşinler)	17-30
Epikateşin (EC)	1-3
Epikateşingallat (ECG)	3-6
Epigallokateşin (EGC)	3-6
Epigallokateşin gallat (EGCG)	9-13
Kateşin (C)	1-2
Gallokateşin (GC)	3-4
Flavanoller ve flavanol glikozitleri	3-4
Leykoantosiyantinler	2-3
Polifenolik asitler ve depsitler	5
Toplam polifenoller	30-36
Kafein	3-4
Aminoasit ve protein	15-19
Basit karbonhidratlar	4
Polisakkaritler	13
Kül	5
Selüloz	7
Lignin	6
Lipidler	2-3
Organik asitler	0.5-1.5
Pigmentler	0.5

Tablo 2. Farklı çay tiplerinin fenolik madde kompozisyonu (Tosun ve Karadeniz, 2005)

Bileşen	Yeşil çay	Siyah çay	Oolong çayı
Epikateşin	6.06a; 1.0-9.54b; 7.22-13.3c; 0.55-0.87e	4.0b; 4.1d; 0.04e	1.75a; 0.34e
Epikateşin gallat	5.34a; 3-4.92b; 1.42-4.54c; 1.95-2.91e	1.19-11b; 8.0d	3.58a; 0.63e
Epigallokateşin	36.53a; 2.0-36.2b; 3.94-7.92c; 0.44-0.88e	0.9-6.0b; 10.5d; 0.19e	7.7a; 0.38e
Epigallokateşin gallat	18.10a; 6.0-32.6b; 5.55-10.4c; 13.37-13.74e	0.95-12.0b; 16.6d; 0.3e	8.99a; 3.62e
Gallokateşin gallat	0.26-0.38e	-	0.11e
Gallokateşin	2.57-2.81b	0.40-1.57b	-
Gallik asit	0.74-0.78b; 0.23-0.52e	2.79-3.33b; 1.83e	0.58e
Teafavin	-	2.5d	0.66a
Tearubugin	-	59.4d	-

\*a: mg/g; b: mg/100 mL; c: %; d: mg/kg (kuru maddede); e: % (kuru maddede)

### 3. Çay Polifenollerinin Emilimi, Dağılımı, Metabolizması ve Uzaklaştırılması

Çay polifenollerinin farmakolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla insanlar üzerinde yapılan bir çalışmada; EGCG, EGC ve EC'nin plazmadaki en yüksek düzeylerine sindirimden yaklaşık olarak 1.4-2.4 saat sonra ulaşıldığı saptanmıştır. EGCG'nin (5.0-5.5 saat) yarısının vücuttan uzaklaştırılması, EGC ve EC'ninkinden (2.5 ve 3.4 saat) daha uzun sürede olmuştur. Toplam idrar EGC ve EC'sinin %90'lık kısmı 8 saat içinde dışarı atılmıştır. Yeşil çayın içilmesinden sonra tükrükteki EGC, EGCG ve EC seviyelerinin aynı sürede plazmadakinin 2 katına çıktığı bildirilmektedir. Tükrükteki kateşinlerin yarılanma ömrü 10-20 dk olup, plazmadakinden daha kısa sürede olmaktadır. Kateşinlerin (EGCG ve EGC'nin) oral mukozayla absorbe edildiğini gösteren ifadelerde bulunmaktadır. Sıçanlar üzerinde yapılan daha detaylı farmakolojik çalışmalar, yeşil çayın damar içerisine enjeksiyonundan sonra yarılanma ömrü EGCG, EGC ve EC için sırasıyla 212, 45 ve 41 dk olarak bulunmuştur. EGCG'nin en yüksek düzeyine bağırsaklarda, EGC ve EC'nin en yüksek düzeyine ise böbreklerde rastlanmıştır. Yeşil çay solüsyonlarının sıçanlara içme suyu şeklinde verildiği zaman, EGC ve EC'nin kandaki seviyeleri EGCG'ninkinden yüksek bulunmuş, fakat EGC ve EC'nin seviyesi uzun süreli yemlemeden sonra azalmıştır (Yang and Landau, 2000).

### 4. Çay Polifenollerinin Metabolizma ve Sağlık Üzerine Etkileri

#### 4.1. Yağ Metabolizması Üzerine Etkileri

Yeşil çay kateşinleri, hayvanlarda (sıçan, fare ve tavşan) yağ metabolizmasını farklı yollardan etkilemekte ve arterlerde plakaların oluşmasını engellemektedir. Yeşil çay kateşinin tüketimi, dışkıdaki yağın atılımını artırmak suretiyle trigliseritlerin ve kolesterolün emilimini azaltmaktadır (Miura et al., 2001; Murase et al., 2002; Tijburg et al., 1997). Çay kateşinleri sistemik etkileri ile direkt kolesterol sentezini inhibe etmektedir. Yeşil çay kateşini tüketimi, özellikle insanda plazma LDL kolesterolünü azaltmak ve plazma HDL kolesterolünü ise artırmak suretiyle damar sertliğini önlemektedir (Miura et al., 2001). Yapılan çalışmaların sonuçları, uzun süreli çay kateşini tüketiminin yağ metabolizmasını

düzenlemek suretiyle yüksek yağlı gıda tüketiminden kaynaklanan obeziteyi önlediğini göstermiştir. Bu mekanizma vasıtasıyla, şeker hastalığının ve koroner kalp hastalığı riskinin yeşil çay tüketimiyle azaldığı saptanmıştır (Crespy and Williamson, 2004).

#### 4.2. Karbonhidrat Metabolizması Üzerine Etkileri

Çay kateşinleri hipoglisemik ajan olarak pankreasın  $\beta$  hücrelerini zarardan koruyarak, insulin salgısını ve biyolojik aktivitesini artırmaktadır. Normal kan glukoz düzeyine sahip sıçanlara oral yoldan uygulanan glukoz tolerans testinde, yeşil çay kateşini tüketiminin plazma insülin ve trigliserit seviyesini azalttığı fakat plazma glukoz seviyesini etkilemediği bildirilmiştir (Wu et al. 2004). Yapılan çalışmaların sonuçları; yeşil çay kateşinlerinin tip 2 şeker hastalarını da kapsayan lipid ve glukoz metabolizma hastalıklarına karşı yararlı bir etkiye sahip olduğunu ve önleyici rol oynadığını göstermiştir (Crespy and Williamson, 2004).

#### 4.3. Böbrek Patolojisi Üzerine Etkileri

Şeker hastalığı mikrovasküler bozukluktan dolayı böbrek patolojisine yol açmaktadır. Normal böbrek dokusunda tromboxan ( $TXA_2$ ) ve prostasiklin I2 ( $PGI_2$ ) arasında denge bulunmaktadır.  $PGI_2:TXA_2$  oranının değişmesi renal tübülüslerde trombogenesisi hızlandırmaktadır ki bu durum fonksiyon bozukluğuna ve kalp-damar hastalıklarına neden olmaktadır. Streptozotosin;  $TXA_2$ 'nin sentezini artırmakta ve  $PGI_2$ 'i azaltmaktadır. Streptozotosin'le ön muameleye tabii tutulmuş sıçanlarda çay kateşinlerinin uygulanmasının,  $TXA_2$ 'nin sentezini azaltmak,  $PGI_2$ 'i ise artırmak suretiyle bu ikisi arasındaki oranı düzenleyerek böbrek fonksiyonlarının normale dönmesini sağladığı bildirilmektedir. Yeşil çay uygulaması; idrarda protein ve glukozun atılımını etkilememiş ancak kan nitrojen seviyesini önemli derecede azaltmıştır. Dahası böbrekte süperoksit dismutaz enziminin aktivitesini azaltmakta katalazını da artırmaktadır. Bu sebeple yeşil çay kateşinlerinin böbrekte oksidatif stresin azaltılmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Crespy and Williamson, 2004).

#### 4.4. İyonların Emilimi Üzerine Etkileri

Çay kateşinleri Fe eksikliği durumunda demirin emilimini etkilemekte ve anemiye yol açmaktadır. Yeşil çayın uzun süre tüketilmesi Cu'nun emilimini etkilememekte ancak Zn'ninkini azaltmakta ve Mn'inkini artırmaktadır. Yeşil çay kateşinlerinin iyon metabolizmasını ve tüketimini etkileyecek potansiyeli bulunmaktadır çünkü flavonoidler metal iyonlarıyla etkileşime girmektedir (Crespy and Williamson, 2004).

#### 4.5. Hormon Metabolizması Üzerine Etkileri

13 hafta süreyle %5 gibi yüksek düzeyde yeşil çay ekstraktı içeren rasyonla beslenen sıçanlarda plazmadaki tiroid hormonlarının seviyesinin değiştiği ve tiroid bezinin büyüdüğü saptanmıştır. Yeşil çayın uzun süre çok yüksek miktarlarda tüketilmesi, tiroid bezinin fonksiyonunu olumsuz etkilediğini göstermiştir.

#### 4.6. Sağlık Üzerine Etkileri

LDL oksidasyonu da içeren çeşitli faktörler kalp-damar rahatsızlıklarının başlamasını ve ilerlemesini etkileyebilmektedir. Yeşil çay kateşinleri antioksidan özelliğinden dolayı, oksidatif enzimlerin aktivitesini önlemek veya hücrel antioksidanları artırmak suretiyle, arterlerde LDL oksidasyonu ve plaka oluşumunu önlemektedir. Ayrıca plazmada HDL düzeyini artırmak suretiyle kalp-damar rahatsızlıklarını azaltabilmektedir. Yapılan bir çalışmada yüksek düzeyde yağ ve kolesterol içeren rasyonları tüketen hayvanlarda, çay polifenollerinin serum ve karaciğer lipidlerindeki artışı önlediği, serum total kolesterolünü azalttığı, total lipidlerin ve kolesterolün dışıyla atılımını artırdığı saptanmıştır (Vinson and Dabbagh, 1998; Matsumoto et al., 1998).

Çay tüketiminin deri, akciğer, yemek borusu, mide, karaciğer, pankreas, meme, prostat ve kolon kanserlerinin oluşumuna neden olan kimyasal kanserojenlere karşı koruma sağladığı bildirilmektedir (Katiyar and Mukhtar, 1997; Trevisanato and Young-In Kim, 2000; Yang et al., 2000). Yeşil çayın polifenol fraksiyonları H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluşumunu teşvik eden 12-*o*-tetradekanoil porbol-13-asetat (TPA)'ı ve 8-hidroksideoksi guanozin oluşumunu inhibe etmektedir. Yeşil çay preparatları TPA tarafından teşvik edilen epidermal ornitin dekarboksilaz, preoin kinaz C, lipoksigenaz ve

cyclogenaz gibi kanserin ilerlemesiyle ilgili enzimlerin aktivitesini önlemektedir (Yang et al., 2000; Shahidi, 2003). Epigallokateşin galatlin prostat ve meme tümörlerinin büyümesine ek olarak deri, mide, kolon ve akciğer kanserlerini; teaflavinlerin ise akciğer ve yemek borusu kanserinin oluşumunu önlediği bildirilmektedir (Yang et al., 2000).

Aşırı derecede şişman fareler üzerinde yapılan çalışmalar, farelerin 10 haftadan daha uzun süre yeşil çay tüketmeleri durumunda obezitenin ve yağlı karaciğer sendromunun önlediği saptanmıştır. Bu durum artan enerji tüketimine rağmen yeşil çay kateşinlerinin etkisiyle azalan besin maddesi emiliminden kaynaklanmaktadır (Han et al., 1999).

Ayrıca yeşil çay tüketimi kırmızı kan hücrelerinin hemolizinde azalmaya neden olmaktadır. Yeşil çay kırmızı kan hücre membranındaki çoklu doymamış yağ asitlerini serbest radikallerin oksidasyonundan; 1. serbest radikallerin başlamasında önemli rol oynayan kanyonları ve Cu<sup>+2</sup>'i inaktif etmek için bir şelatör olarak görev yapmak; 2. serbest radikal zincirini tahrip edici olarak görev yapmak ve 3. olarak ta; okside olan  $\alpha$ -tokoferolu yeniden aktif hale getirmek amacıyla bir hidrojen bağışlamak suretiyle korumaktadır (Yeh, 1999).

#### 5. Çayın Antioksidan Aktivitesi

Çayın antioksidan aktivitesi esas itibarıyla içerdiği fenolik maddelerden kaynaklanmaktadır. Saf antioksidanlar ve çay fraksiyonlarının antioksidan aktivitesi Tablo 3'de verilmiştir. Yeşil çay fenolik maddelerce zengin olan bazı içeceklere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olmaktadır. Siyah çaya göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan yeşil çay ekstraktlarının serbest radikal zinciri kırma ve aktif oksijeni yok etme yeteneği siyah çaydan daha yüksektir (Manzocco et al. 1998) (Tablo 4 ve 5). Yeşil çay yapısındaki kateşinlerin yüksekliğinden dolayı vitamin C ve E'den daha güçlü antioksidan aktiviteye sahiptir (Higdon and Frei 2003). Çayın yapısında bulunan polifenolik bileşikler, reaktif oksijen ve nitrojen türlerini temizler, hücre içi enzimlerin (glutation redüktaz, glutation peroksidaz, glutation-S-redüktaz, katalaz ve quinon redüktaz) aktivitelerini artırmakta, hidrolitik ve oksidatif enzimleri (fosfolipaz A2, sitokrom, oksijenaz, lipoksigenaz) inhibe etmektedir.

Tablo 3. Saf antioksidanlar ve çay fraksiyonlarının antioksidan aktivitesi (Vinson and Dabbagh, 1998)

	IC <sub>50</sub> ( $\mu$ M)*
Vitaminler	
B-karoten	4.30
E vitamini	2.40
C vitamini	1.25
Çay Fenolleri	
Gallik asit	1.25
Kateşin	0.67
Klorojenik asit	0.30
Epikateşin	0.19
Epikateşin gallat	0.14
Epigallokateşin	0.10
Epigallokateşin gallat	0.08
Çay Fraksiyonları	
Siyah çay ekstraktı (%46.32)	0.59
Kafeinsiz siyah çay ekstraktı (%47.08)	0.59
Teaflavinler	0.29
Yeşil çay ekstraktı (%46.19)	0.22
Kafeinsiz yeşil çay ekstraktı (%49.15)	0.22
Saf siyah çay polifenolleri (%91.38)	0.16
Saf yeşil çay polifenolleri (%95.22)	0.13

\*IC<sub>50</sub>: %50 inhibisyon sağlayan antioksidan konsantrasyonu

Tablo 4. Çay kateşinleri ve sekonder fenolik maddelerin süperoksit radikalini yok etme yeteneği (Li and Xie, 2000)

Konsantrasyon ( $\mu$ g/ML)	Süperoksit radikalini yok etme oranı, %	
	Çay kateşinleri	Çay sekonder fenolik maddeleri
8.3	52.75	56.93
16.6	57.14	68.44
24.9	64.83	74.84
33.3	75.91	81.24
67.0	91.97	92.11
100	96.90	91.55
133	93.35	83.80
167	89.88	83.52

Tablo 5. Çay kateşinleri ve sekonder fenolik maddelerin hidroksil radikalini yok etme yeteneği (Li and Xie, 2000)

Konsantrasyon ( $\mu$ g/ML)	Hidroksil radikalini yok etme oranı, %	
	Çay kateşinleri	Çay sekonder fenolik maddeleri
5	27.6	38.5
10	50.9	49.1
20	58.9	66.7
50	83.1	71.7
100	83.4	74.9
200	76.8	88.5
500	62.4	72.9
600	53.1	63.6
800	43.9	68.5

Ayrıca yeşil çaydaki epigallokateşingallat metal iyonlarına bağlanarak peroksidatif radikallerin oluşumunu azaltmaktadır (Kinsella et al., 1993; Yang and Landau, 2000). Çay kateşinlerinin antioksidan aktiviteleri büyükten küçüğe doğru epigallokateşin gallat>epigallokateşin>epikateşin gallat>epikateşin şeklinde sıralanmaktadır (Vinson and Dabbagh, 1998). Başka bir çalışmada ise; epigallokateşin gallat> epikateşin gallat> epikateşin> epigallokateşin olarak verilmiştir (Benzie and Szeto, 1999). Çay kateşinlerinin yanında oksidasyon ile oluşan teaflavin ve monogallat gibi sekonder fenolik maddeler de antioksidan özelliğe sahiptir. Siyah çay üretimi esnasında oksidasyon sonucunda monomerik kateşinlerden çok fenolik hidroksiller oluşmakta ve bu süperoksit ve hidroksil radikallerini geniş ölçüde yok etmektedir (Li and Xie, 2000).

Çay kateşinleri yanında oksidasyon ile oluşan sekonder fenolik bileşiklerin de fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, tehlikeli türde radikalleri parçalama yeteneğine sahip olan SOD'un zarar görmesini ve oksidasyonunu önlediği saptanmıştır. Bunun sonucunda SOD'un aktivitesini artırdığı ve lipid oksidasyon ürünü olan malondialdehit miktarını azalttığı saptanmıştır (Yeh, 1999; Li and Xie, 2000).

## 6. Etlik Piliç Rasyonlarında Yeşil Çay Ekstraktlarının Kullanımı Üzerinde Yapılan Araştırmalar

Tang et al. (2000), 50, 100, 200 ve 300 mg/kg düzeylerinde rasyona çay kateşini ilavesinin etlik piliçlerde göğüs ve but etiyle karaciğer ve kalpte lipid oksidasyon üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, 50 mg/kg düzeyi hariç rasyona diğer düzeylerde özellikle 200 ve 300 mg/kg çay kateşini ilavesinin tüm dokularda antioksidan etki yaptığını saptamışlardır.

Rasyona 300 mg/kg çay kateşini ilavesi but etinde oksidatif stabilite açısından 200 mg/kg  $\alpha$ -tokoferol asetat ilavesinden daha etkili bulunmuş ancak karaciğer ve kalpteki oksidatif stabilite açısından  $\alpha$ -tokoferol asetat ilavesinden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca 50 mg/kg çay kateşini ilavesi sadece göğüs etinde prooksidatif olarak saptanmıştır.

Tang et al. (2001), 9 ay süreyle dondurularak saklanan (-20°C) etlik piliçlerin göğüs ve but etlerinin oksidatif stabiliteye karşı hassasiyetleri üzerine rasyona 50, 100, 200 ve 300 mg/kg çay kateşini ilavesinin antioksidan etkisini incelemiştir. Tüm düzeylerde özellikle de 200 ve 300 mg/kg çay kateşini ilavesinin kontrol grubuna nazaran tüm et örneklerinde lipid oksidasyonu geciktirme bakımından kontrol grubundan önemli derecede daha etkili bulunmuştur. 9 ay süreyle dondurularak saklama durumunda rasyona 300 mg/kg çay kateşini ilavesi lipid oksidasyonu

önleme bakımından rasyona 200 mg/kg  $\alpha$ -tokoferol asetat ilavesinin yerine rahatlıkla ikame edilmektedir. Sonuçlar göstermiştir ki; rasyona çay kateşini ilavesi uzun süreli depolama koşullarında  $\alpha$ -tokoferol asetat ilavesine alternatif doğal antioksidan olarak kullanılabilir.

Tang et al. (2002) yaptıkları çalışmada, rasyona 50, 100, 200 ve 300 mg/kg çay kateşini ilavesinin 12 ay süreyle -20°C'de dondurularak saklanan kanatlı göğüs ve but etinde,  $\alpha$ -tokoferol asetatın korunması ve oksidatif stabilite üzerine etkilerini incelemiştir.

Rasyona 200 mg/kg çay kateşini ilavesi uzun süreli saklamada lipid oksidasyona stabilitesi açısından rasyona  $\alpha$ -tokoferol ilavesine eşit bulunmuştur. Ancak en iyi sonuç 300 mg/kg çay kateşini ilavesiyle elde edilmiştir.

## 7. Sonuç

Çay içerdiği flavanollerden dolayı güçlü antioksidan aktiviteye sahip olmaları nedeniyle birçok hastalığın gelişimini ve oluşumunu önlemektedir. Ancak çayın tipine bağlı olarak fenolik maddenin miktarı ve buna bağlı olarak ta antioksidan aktivitesi de değişmektedir. Yeşil çay yüksek düzeyde flavanoller, siyah çay ise flavanol yanında enzimatik oksidasyon sonucunda oluşan sekonder fenolik maddeleri içermesi nedeniyle antioksidan aktivite göstermektedir.

## Kaynaklar

- Benzie, I.F.F. and Szeto, Y.T., 1999. Total Antioksidant Capacity of Teas by the Ferric Reducing/Antioksidant Power Assay. *J Agric. Food Chem.*, 47: 633-636.
- Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.H., Botsoglou, E., Govaris, A. and Papageorgiou, G., 2003. The Effects of Dietary Oregano Essential Oil and Tocopheryl Acetate on Lipid Oxidation in Raw and Cooked Turkey during Refrigerated Storage. *Meat Sci.*, 65:1193-1200.
- Crespy, V. and Williamson, G., 2004. International Research Council on Food, Nutrition, and Cancer. A Review of the Health Effects of the Catechins in *In Vivo* Animal Models. *J.Nutr.*, 134: 3431-3440.
- Florou-Paneri, P., Palatos, G., Govaris, A., Botsoglou, D., Giannenas, I. and Ambrosiadis, I., 2005. Oregano Herb versus Oregano Essential Oil as Feed Supplements to Increase the Oxidative Stability of Turkey Meat. *Int. J of Poult. Sci.*, 4(11):866-871.
- Graham, H.N., 1992. Green Tea Composition and Polyphenol Chemistry. *Prev. Med.*, 21:334-350 (Abstr.).
- Han, L.K., Takaku, T., Li, J., Kimura, Y. and Okuda, H., 1999. Antiobesity Action of Oolong Tea. *Int. J Obes. Relat. Metab. Disord.*, 23:98-105.
- Higdon, J.V. and Frei, B., 2003. Tea Catechins and Polyphenols: Health Effects, Metabolism and Antioxidant Functions. *Crit. Rev. Food Sci. and Nutr.*, 43(1):89-103.
- Katiyar, S. K. and Mukhtar, H., 1997. Tea Antioxidants in Cancer Chemoprevention. *J Cellular Biochem. Suppl.*, 27: 59-67.
- Kinsella, J. E., Frakel, E., German, B. and Kanner, J., 1993. Possible Mechanisms for the Protective Role of Antioxidant in Wine and Plant Foods. *Food Tech.*, 85-89.
- Koo, M.W.L. and Cho, C.H., 2004. Pharmacological Effects of Green Tea on the Gastrointestinal System. *Eur. J Pharm.*, 500:177-185.
- Li, C. and Xie, B., 2000. Evaluation of the Antioxidant and Pro-oxidant Effects of Tea Oxypolymers. *J Agric. Food Chem.*, 48: 6362-6366.

- Manzocco, L., Anese, M. and Nicoli, M.C., 1998. Antioxidant Properties of Tea Extracts as Affected by Processing. *Lebensmittel Wissenschaft. und Techn.*, 31:694-698.
- Matsumoto, N., Okushio, K. and Hara, Y., 1998. Effect of Black Tea Polyphenols on Plasma Lipids in Cholesterol-Fed Rats. *J Nutr. Sci. Vitaminol.*, 44:337-342.
- Miura, Y., Chiba, T., Tomita, I., Koizuma, H., Miura, S., Umegaki, K., Hara, Y., Ikeda, M. and Tomita, T., 2001. Tea Catechins Prevent the Development of Atherosclerosis in Apoprotein E-Deficient Mice. *J Nutr.*, 131:27-31.
- Murase, T., Nagasawa, A., Suzuki, J., Hase, T. and Tokimitsu, I., 2002. Beneficial Effects of Tea Catechins on Diet-Induced Obesity: Stimulation of Lipid Catabolism in the Liver. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 26:1459-1464.
- Namiki, M., 1990. Antioxidants/Antimutagens in Food. *Critical Reviews in Food Sci. and Nutr.* 29: 273-300.
- Shahidi, F., 2003. Naturals Antioxidant: Sources, Effects and Applications. [http:// www.sifstorg.se/article.naturalantioxidants.htm](http://www.sifstorg.se/article.naturalantioxidants.htm)
- Tang, S.Z., Kerry, J.P., Sheehan, D., Buckley, D.J. and Morrissey, P.A., 2000. Dietary Tea Catechins and Iron-Induced Lipid Oxidation in Chicken Meat, Liver and Heart. *Meat Sci.*, 56:285-290.
- Tang, S.Z., Kerry J.P., Sheehan, D., Buckley, D.J. and Morrissey, P.A., 2001. Antioxidative Effect of Dietary Tea Catechins on Lipid Oxidation of Long-Term Frozen Stored Chicken Meat. *Meat Sci.*, 57: 331-336.
- Tang, S.Z., Kerry, J.P., Sheehan, D. and Buckley, D.J., 2002. Antioxidative Mechanisms of Tea Catechins in Chicken Meat Systems. *Food Chem.*, 76(1): 45-51.
- Tijburg, L.B., Wiseman, S.A., Meijer, G.W. and Weststrate, J.A., 1997. Effects of Green Tea, Black Tea and Dietary Lipophilic Antioxidants on LDL Oxidizability and Atherosclerosis in Hypercholesterolaemic Rabbits. *Atherosclerosis* 135:35-47.
- Tosun, İ. ve Karadeniz, B., 2005. Çay ve Çay Fenoliklerinin Antioksidan Aktivitesi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(1):78-83.
- Trevisanato, S. I. and Young-In Kim, M.D., 2000. Tea and Health. *Nutr. Rev.*, 58: 1-10.
- Vaidyanathan, J.B. and Walle, T., 2003. Cellular Uptake and Efflux of the Tea Flavonoid (-)-Epicatechin-3-Gallat in the Human Intestinal Cell Line Caco-2. *J. Pharm. and Exper. Therap.*, 307:745-752.
- Vinson, J.A. and Dabbagh, Y.A., 1998. Tea Phenols: Antioxidant Effectiveness of Teas, Tea Components, Tea Fractions and their Binding with Lipoproteins. *Nutr. Res.*, 18:1067-1075.
- Yang, T.T.C. and Koo, M.W.L., 1997. Hypocholesterolemic Effects of Chinese Tea. *Pharm. Res.*, 35(6): 505-512.
- Yang, C.S. and Landau, J.M., 2000. Effects of Tea Consumption on Nutrition and Health. *American Society for Nutr. Sci.*, 130: 2409-2412.
- Yang, C.S., Chung, J.Y., Yang, G., Chhabra, S.K. and Lee, M.J., 2000. Tea and Tea Polyphenols in Cancer Prevention. *J Nutr.* 130: 472-478.
- Yeh, J., 1999. Green Tea and Its Antioxidant Properties. *Nutritional Noteworthy: Vol. 2: Article 7.* <http://repositories.cdlib.org/uclabiolchem/nutritionnoteworthy/vol2/iss1/art7>
- Wu, L.Y., Juan, C.C., Ho, L.T., Hsu, Y.P. and Hwang, L.S., 2004. Effect of Green Tea Supplementation on Insulin Sensitivity in Sprague-Dawley Rats. *J Agric. Food Chem.*, 52: 643-648.