

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
ECZACILIK FAKÜLTESİ**

**YEŞİL ÇAY VE ETKİLERİ**

**Hazırlayan  
Hilal KESLER**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Behzat ÇİMEN**

**Eczacılık Fakültesi  
Bitirme Ödevi**

**Nisan 2012  
KAYSERİ**

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
ECZACILIK FAKÜLTESİ**

**YEŞİL ÇAY VE ETKİLERİ**

**Hazırlayan  
Hilal KESLER**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Behzat ÇİMEN**

**Eczacılık Fakültesi  
Bitirme Ödevi**

**Nisan 2012  
KAYSERİ**

## **BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK**

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kurallar ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

**Hilal KESLER**

“Yeşil Çay ve Etkileri” adlı Bitirme Ödevi Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmış ve Eczacılık Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Bitirme Ödevi olarak kabul edilmiştir.

**Tezi Hazırlayan**

Hilal KESLER

**Danışman**

Yrd. Doç. Dr. Behzat ÇİMEN

**Biyokimya Anabilim Dalı Başkanı**

Prof. Dr. İlhan DEMİRHAN

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Eczacılık Fakültesi Dekanlığı’nın.....tarih ve.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

..... / ..... / .....

**Prof. Dr. Müberra KOŞAR**

**Fakülte Dekanı**

## **TEŞEKKÜR**

Bu tezin hazırlanmasında bana destek olan ve hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Behzat ÇİMEN'e eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Annem'e ve Babam'a teşekkür ederim.

**Hilal KESLER**

**KAYSERİ, Nisan 2012**

# YEŞİL ÇAY VE ETKİLERİ

**Hilal Kesler**

**Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi**

**Bitirme Ödevi, Nisan 2012**

**Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Behzat ÇİMEN**

## ÖZET

Yeşil çay, *Camellia sinensis* yapraklarının toplanır toplanmaz hızla kurutulması ile elde edilen ve kurutulurken oksijenle tepkimeye girmesine izin verilmeyen bitkisel çaylardandır. Son yıllarda, çayın fenolik madde içeriğine ve insan sağlığı üzerine etkisi en fazla çalışılan konulardan biridir. Çayın yapısında çok farklı yapıda ve özellikle kimyasal bileşikler bulunmaktadır. Bunların başlıcaları: enzimler, polifenoller, alkaloidler, azotlu bileşikler, karbonhidratlar, pigmentler, vitaminler, organik asitler, minerallerdir. Yeşil çayın ağırlık olarak %20-40'ı polifenollerden oluşur ve bunun da %60-80'i kateşinlerdir. Epigallocatechin gallate (EGCG) çayın içinde en fazla bulunan ve üzerinde en fazla araştırma yapılan kateşindir. Theaflavinler, thearubiginler gibi polifenoller ve özellikle kateşinler gibi bileşenler, antioksidan etkilerden sorumlu olduğuna inanılmaktadır. Yapılan çalışmalarla çayın, antioksidatif, antiinflamatuvar, antimutajenik, antikarsinojenik, antianjiyojenik, apoptotik, antiobezite, hipokolesterolemik, antiaterosklerotik, antidiyabetik, antibakteriyal, antiviral, yaşlanmayı geciktirici gibi değişik farmakolojik etkileri olduğu gösterilmiştir. Yeşil çayın üretiminden sofraya gelinceye kadarki işlem aşamaları bu etkileri üzerinde farklılıklar yaratabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil çay, Yeşil Çay Bileşenleri, Yeşil Çay Etkileri

## **GREEN TEA AND ITS EFFECTS**

**Hilal KESLER**

**Erciyes University, Faculty Of Pharmacy**

**Graduation Project, April 2012**

**Advisor: Yrd. Doç. Dr. Behzat ÇİMEN**

### **ABSTRACT**

Green tea is one of the herbal teas, derived from *Camellia sinensis*'s leaves which is dried immediately after gleaned and not permitted to undergo oxidation. In recent years, the phenolic matters contents of tea and its effects on human health are the most studied subject. There are chemicals with very different structures and features in the composition of the tea. Most known ones are: enzymes, polyphenols, alkaloids, nitrogen compounds, carbohydrates, pigments, vitamins, organic acids, minerals. Regarding the weight, green tea 20-40% composed of polyphenols and 60-80% of it is catechins. Epigallocatechin gallate (EGCG) is the most content and the most studied catechine of the tea. It is generally believed that polyphenols such as theaflavins and thearubigins as well as catechins as major constituents of tea are mainly responsible for antioxidant actions. Studies showed that tea possessed diverse pharmacological properties, which include anti-oxidative, anti-inflammatory, anti-mutagenic, anti-carcinogenic, anti-angiogenic, apoptotic, anti-obesity, hypocholesterolemic, anti-arteriosclerotic, anti-diabetic, anti-bacterial, anti-viral, anti-aging effects. differing its effectiveness by the processes from production to the table

**Key Words:** Green Tea, Green Tea Components, Green Tea Effects

## İÇİNDEKİLER

<b>BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK .....</b>	<b>i</b>
<b>KABUL ONAY.....</b>	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vi</b>
<b>TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ .....</b>	<b>ix</b>
<b>KISALTMALAR.....</b>	<b>x</b>
<b>1.GİRİŞ VE AMAÇ .....</b>	<b>1</b>
<b>2.GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>3</b>
2.1. YEŞİL ÇAY .....	4
2.2. TÜRKİYE’DE VE DÜNYADA YEŞİL ÇAY ÜRETİMİ VE TÜKETİMİ .....	5
2.3. TÜRK YEŞİL ÇAYI İŞLEME TEKNOLOJİSİ .....	6
2.4. YEŞİL ÇAYIN HAZIRLANMASI.....	7
2.5. BİLEŞENLERİ.....	7
2.5.1.Çay Polifenolleri .....	8
2.5.1.1. Flavan-3-ollar .....	9
2.5.1.2. Flavonol Bileşikler .....	10
2.5.1.3. Aromatik Maddeler .....	12
2.6. TAZE ÇAY YAPRAĞININ FENOLİK MADDE BİLEŞİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER .....	12
2.6.1. Hasat Sonrası İşlem .....	13
2.6.2. Bölgesel farklılık .....	13
2.6.3. Mevsimsel farklılık.....	13
2.6.4. Çeşit .....	13
2.6.5. Hasat yöntemi .....	13



2.7. ÇAY POLİFENOLLERİNİN EMİLİMİ, DAĞILIMI, METABOLİZMASI VE UZAKLAŞTIRILMASI .....	14
2.8. POLİFENOLLERİN ETKİLERİ .....	14
2.8.1. Flavan-3-ol bileşiklerin etkileri .....	14
2.8.2. Flavonol Bileşiklerin Etkileri .....	16
2.8.3. Amino Asitlerin Etkileri .....	16
2.8.3.1. Teanin'in Etkileri .....	16
2.9. YEŞİL ÇAY POLİFENOLLERİNİN METABOLİZMALARI.....	16
2.9.1. Yağ Metabolizması Üzerine Etkileri .....	16
2.9.2. Karbonhidrat Metabolizması Üzerine Etkileri.....	17
2.9.3. İyonların Emilimi Üzerine Etkileri .....	17
2.9.4. Hormon Metabolizması Üzerine Etkileri.....	17
2.9.5. Böbrek Patolojisi Üzerine Etkileri.....	17
2.10. YEŞİL ÇAY POLİFENOLLERİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ.....	18
2.10.1. Yeşil Çayın Kansere Etkisi .....	18
2.10.2. Yeşil Çay ve Koroner Kalp Hastalıkları .....	23
2.10.3. Yeşil Çayın Hipertansiyona Etkileri .....	24
2.10.4. Yeşil Çayın Obezitede Kullanımı .....	25
2.10.5. Yeşil Çay ve Anemi .....	26
2.10.6. Yeşil Çayın Genital ve Perianal Yaralara Etkisi.....	26
2.10.7. Yeşil Çayın Yaşlanmaya ve Kognitif Fonksiyonlara Etkisi .....	26
2.10.8. Yeşil Çayın Antimikrobiyel Etkisi .....	27
2.10.9. Yeşil Çayın Hemoliz Önleyici Etki .....	28
2.11. YEŞİL ÇAYIN DERMOKOZMATİKTE KULLANIMI.....	28
2.11.1. UV Koruyucu Etkileri.....	29
2.11.2. Nemlendiricilerde kullanımı .....	30
2.12. ÇAYIN ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ.....	31
2.13. YEŞİL ÇAYIN HAYVAN BESLEMEDE KULLANIM OLANAKLARI.....	38

2.14. ÇAY ATIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	39
2.15. YEŞİL ÇAYIN OLUMSUZ ETKİLERİ.....	39
2.16. NE KADAR ÇAY İÇİLMELİ?, YEŞİL ÇAY MI YOKSA SİYAH ÇAY MI İÇİLMELİ?.....	40
<b>3. SONUÇ .....</b>	<b>41</b>
<b>4. KAYNAKLAR.....</b>	<b>44</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>47</b>

## TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b> Çay Yaprağının Bileşimi.....	8
<b>Tablo 2.2.</b> Farklı Çay Tiplerinin Fenolik Madde Kompozisyonu.....	9
<b>Tablo 2.3.</b> Taze Çay Filizinde Bulunan Dört Ana Kateşin (% , kuru verim).....	10
<b>Tablo 2. 4.</b> Yeşil Çayın Aromatik Maddeleri.....	12
<b>Tablo 2.5.</b> Çay Tüketimiyle Bazı Kanser Türleri Arasındaki İlişki.....	19
<b>Tablo 2.6.</b> Çeşitli Tip İçeceklerin Antioksidan Aktivitesi.....	33
<b>Tablo 2.7.</b> Yeşil ve Siyah Çay Ekstaktlarının Zincir Kırma Aktivitesi ve Oksijen Yok Etme Özelliği.....	34
<b>Tablo 2.8.</b> Siyah ve Yeşil Çayın Süperoksit Dismutaz (SOD), Malondialdehit (MDA), Kan Trigliserit ve Glikoz Üzerine Etkisi.....	35
<b>Tablo 2.9.</b> Saf Antioksidanlar ve Çay Fraksiyonlarının Antioksidan Aktivitesi.....	36
<b>Tablo 2.10.</b> Çay Kateşinleri ve Sekonder Fenolik Maddelerin Hidroksil Radikalini Yok Etme Yeteneği.....	36
<b>Tablo 2.11.</b> Çay Kateşinleri ve Sekonder Fenolik Maddelerin Süperoksit Radikalini Yok Etme Yeteneği.....	37
<b>Şekil 2.1.</b> Kıvırma Esaslı Yeşil Çay Üretiminin İşlem Basamakları.....	6
<b>Şekil 2.2.</b> C.T.C Esaslı Yeşil Çay Üretiminin İşlem Basamakları.....	7
<b>Şekil 2.3.</b> Kateşinlerin Yapısı.....	10
<b>Şekil 2.4.</b> Flavonolların Yapısı.....	11
<b>Şekil 2.5.</b> Flavonol Glikozidlerin Yapısı.....	11

**KISALTMALAR**

<b>PPO</b>	: Polifenol Oksidaz
<b>C</b>	: (+) Kateşin
<b>EC</b>	: (-) – Epikateşin
<b>GC</b>	: (-) – Gallokateşin
<b>EGC</b>	: (-) – Epigallokateşin
<b>EGCG</b>	: (-) – Epigallokateşin gallat
<b>ECG</b>	: (-) – Epikateşin gallat
<b>CG</b>	: (-) – Kateşin Gallat
<b>GCG</b>	: (-) – Gallokateşin gallat
<b>YÇP</b>	: Yeşil Çay Polifenolleri
<b>KKH</b>	: Koroner Kalp Hastalıkları
<b>KDH</b>	: Kalp Damar Hastalıkları
<b>C.T.C.</b>	: Esaslı İmalat
<b>API</b>	: Aktivatör Protein 1

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Yeşil çay *Camellia sinensis* bitkisinden elde edilir.Çay üretimi için sürgün ucundan koparılmış iki yaprak ve bir tomurcuğun kullanılması önerilir ve istenir. Bunun nedeni çay bitkisinde genç yapraktan yaşlıya doğru gidildikçe polifenol miktarı azalması, yani yapraktaki kaliteyi etkileyen karakteristik maddelerin genç yaprak ve tomurcukta toplanmış olmasındandır. Yeşil çay üretimi, polifenol oksidaz dahil tüm yükseltgenme enzimleri inaktif hale getirmek için yüksek sıcaklık veya buharla şok soldurma, kıvrırma ve kurutma aşamalarını içerir (1,2).

Yeşil çayın bileşenlerinin başlıcaları:enzimler, polifenoller, alkaloidler, azotlu bileşikler, karbonhidratlar, pigmentler, vitaminler, organik asitler, minerallerdir. Yeşil çayın ağırlık olarak %20-40'ı polifenollerden oluşur ve bunun da %60-80'i kateşinlerdir. polifenoller (YÇP), flavanol, flavanoid ve fenolik asitlerdir.YÇP'nin en büyük kısmını kateşin olarak da bilinen flavanoller oluşturmaktadır. Epigallocatechin gallate (EGCG) çayın içinde en fazla bulunan ve üzerinde en fazla araştırma yapılan kateşindir. Theaflavinler, thearubiginler gibi polifenoller ve özellikle kateşinler gibi bileşenler, antioksidan etkilerden sorumlu olduğuna inanılmaktadır (3).

Yeşil çayın düzenli kullanılması bazı kronik rahatsızlıklara karşı önleyici olduğu birçok çalışmada kanıtlanmaya çalışılmıştır.Yeşil çay başta koroner kalp hastalıkları (KKH), inme, kalp damar hastalıkları (KDH), hipertansiyon, mide ve kolorektal,meme, prostat gibi çeşitli kanser türleri olmak üzere, artirit, antiviral ve antiinflamatuvar hastalıklara karşı koruyucu ve kemik yoğunluğunu düzenleyici, obeziteyi önleyici,uv ışınlarından koruyucu, hemolizi önleyici, yaşlanmaya ve kognitif bozukluklara etkisi yapılan araştırmalarla gösterilmiştiruzun süre kateşin kullanılması patojen bakteri sporlarının (*Clostridium* ve *Bacillus*) gelişimi engellemektedirBu özeliğinden dolayı da yeşil çay, kanatlı hayvanlarda barsak mikroflora dengesinin korunması amacıyla kullanılabilir (4,5).

Bu çalışmada yeşil çayın toplanmasından kullandığımız forma gelinceye kadarki aşamaları, optimum faydalı formunun olabilmesi için Őartları, yeşil çayın bileşenleriyle birlikte etkilerini ve bazı kronik rahatsızlıkları önlemek için ne kadar tük edilmesi gerektiği kısacası yeşil çaya dair tüm bilgilerin oluşturulması amaçlanmıştır.

## 2.GENEL BİLGİLER

Çay bitkisi Theaceae familyasının Camellia cinsine ait her mevsim yeşil olan, çok yıllık bir bitkidir. Camellia sinensis'in 2 varyetesi olup bunlar, büyük ölçüde Çin, Japonya ve Tayvan'da yetiştirilen Camellia sinensis varyete sinensis (Çin çayı) ile güney ve güneydoğu Asya'da yaygın olan Camellia sinensis varyete assamica (Assam çayı)'dır. Türkiye'de yetiştirilen çay Çin varyetesidir. Ayrıca bu çayların hibritleri de bulunmaktadır. Çay, yaprağını dökmeyen her zaman yeşil olan bir bitkidir. Çay ağacı, doğada 20-30 m yüksekliğe kadar ulaşabilir. Normal koşulda yüksekliği, yılda 15-20 cm artmaktadır. Ancak bu durum, çay hasatının zorlaşması nedeniyle verimliliğin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle belirli aralıklarla bitkide budama yapılması gerekmektedir. Çay bitkisi yüksek düzeyde yıllık yağış ve nem ihtiyacı duyar. Bitki gelişimi ve yüksek verim için en uygun hava sıcaklığı 18-30 °C, en uygun toprak sıcaklığı ise 20-25 °C olmalıdır. En iyi gelişmeyi pH'sı 5.0-5.6 olan hafif asitli topraklarda gösterir (1,6).

Çay genellikle yüksek bölgelerde yetiştirilir. Hindistan, Sri Lanka ve Kenya'da 2000 m yüksekliklere kadar çay tarımı yapılmaktadır. Çay üretimi için, çay bitkisinin sürgün ucundan iki yaprak ve bir tomurcuğun (buna 2,5 yaprak adı verilir) kullanılması önerilir ve istenir. Bunun nedeni, kalite açısından önem taşıyan çeşitli maddelerin genç yapraklarda ve tomurcukta yoğun olarak toplanmış olmasıdır. Çay yaprakları ve tomurcuk, bitkinin gelişme oranına bağlı olarak tropik bölgelerde 1 veya 2 haftalık aralıklarla toplanmaktadır. Ülkemizde ise bu süre 5-7 haftadır. Toplamının elle yapılması kaliteli çay üretilmesini sağlarken, işçilik maliyetlerinin yüksekliği bazı ülkelerde mekanik hasatı ekonomik bir zorunluluk haline getirmiştir. Ekvatora yakın bölgelerde yıl boyunca sürgün oluşumunun devam etmesine karşın ekvatorun 16°kuzey ve güneyi dışında kalan bölgede kışın sürgün oluşumu azalır ve çay bitkisi kış dinlenmesi olarak bilinen dinlenme sürecine girer. Bu süre içerisinde bitkinin düşük sıcaklığa maruz kalmasının, bitkide reaktif oksijen türlerinin artmasına dolayısıyla

oksidatif strese neden olduğu ve bunun sonucu olarak da bitkide hücrel zararlanmaların meydana geldiği belirtilmektedir (6).

Dünyada kişi başına yılda 0.12 lt tüketildiği bildirilen çay sudan sonra en ucuz ve en çok içilen içecektir.Genel olarak dünya nüfusununüçte ikisinde çay tüketilmektedir. Miktar olarak en önemlileri Hindistan, Çin, Sri Lanka, Japonya ve Tayvan olmak üzere çay, yaklaşık 30 ülkede üretilmektedir. Dünya üzerinde çay tüketimi incelendiği zaman Hindistan ve batısında kalan ülkelerde siyah çay tüketiminin, başta Çin ve Japonya olmak üzere Uzakdoğu ülkelerinde de yeşil çay tüketiminin daha yaygın olduğu görülmektedir (5,7).

Ülkemizde Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Gürcistan hududundan başlayan ve batıda Fatsa'ya kadar uzanan alan içerisinde yetiştirilmektedir. Sahilden yer yer 30 km içerilere kadar giren, ortalama 8 km derinliğinde olan Araklı-Karadere sınırına kadar uzanan alan, birinci sınıf çay bölgesi olarak kabul edilmektedir (8).

## 2.1. YEŞİL ÇAY

Yeşil çay, geleneksel alkolsüz bir içecek olarak Çin ve Japonya'da yaygın olarak tüketilmektedir. Yeşil çay, taze çay yapraklarının fermentasyona uğratılmadan, diğer bir deyişle yeşil çayın başlıca fenolik bileşiklerini oluşturan kateşinlerin enzimatik oksidasyonuna izin verilmeden üretilen bir çay çeşididir. Yeşil çay üretiminde ilk ve en önemli aşama ısı uygulaması ile yapraktaki enzim aktivitesini durdurmaştır. Bu amaçla uygulanan sıcaklık ve süre yaprak pozisyonu, mevsim ve çeşit gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, körpe yapraklarda polifenol oksidaz (PPO) aktivitesi olgun yapraklara göre daha fazla olduğu için bunlara daha yüksek sıcaklıkta ve daha uzun sürede ısı işlem uygulanmaktadır. Çoğunlukla yeşil çay üretiminde, Assam hibritlerine göre daha az kateşin ve kafein ve daha fazla amino asit içeren Çin hibritleri kullanılmaktadır. Yeşil çayın rengi kateşinlerin oksidasyona uğramaması nedeniyle oolong ve siyah çaydan farklı olarak tamamen yeşildir. Yeşil çayın antioksidatif ve antikarsinojenik özelliklere sahip bileşikleri arasında yer alan ve yeşil çayın ağırlıkça % 20'sini oluşturan kateşinlerin, oldukça önemli olduğu düşünölmektedir. Yeşil çayın toplam antioksidan potansiyelinin % 68'inin kateşinlerden, % 30'unun ise tek başına EGCG'dan kaynaklandığı belirtilmektedir (6).

Üretildiği ülkelere göre farklılık gösterse de en çok bilinen ve temel olarak Japon ve Çin Yeşil Çayları olarak ayrılan yeşil çayın çeşitleri şu şekildedir:



Japon Yeşil Çayları: Üretim yeri, yöntemi ve yapısına göre (toz, yaprak ....) farklılıklar gösterir: Gyokuro,, Matcha, Sencha, Kamairicha, Bancha,

Çin yeşil çayları:Çin yeşil çayları,yaprağın yaşına ve işleniş tarzına ve şekline göre sınıflandırılırlar: Gunpowder,Imperial, Young Hyson, Hyson, Twankay, Hyson Skin, Chunmee, Sowmee, Dust (9).

## **2.2. TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA YEŞİL ÇAY ÜRETİMİ VE TÜKETİMİ**

Dünya da ilk kez Çin'de üretilen, M.S. 800'lü yıllarda Çin'den Japonya'ya getirilen bu ürünün, o yıllarda da güçlü bir ilaç ve sağlıklı bir içecek olarak tüketildiği bilinmektedir. Daha sonraki yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, yeşil çayın insan sağlığı açısından mucizevi bir içecek olduğunu göstermiştir (8).

Dünyada yeşil çay üretimi ve ihracatı özellikle Çin, Japonya, Endonezya, Vietnam, Hindistan tarafından yapılmaktadır. En fazla üretim Çin tarafından yapılmakta olup 2005 yılında üretimleri 691.000 tondur. Bunu 100.000 tonla Japonya izlemektedir.Vietnam ve Endonezya diğer önemli üretici ülkelerdir. Dünyada toplam yeşil çay üretimi 2005 rakamlarına göre 884.000 ton olup bunun 254.000 tonu ihraç edilmektedir. Yeşil çay ihracatında da benzer biçimde Çin 226.000 ton ile dünyada lider konumdadır. Bunu sırasıyla Vietnam ve Endonezya izlemektedir (8).

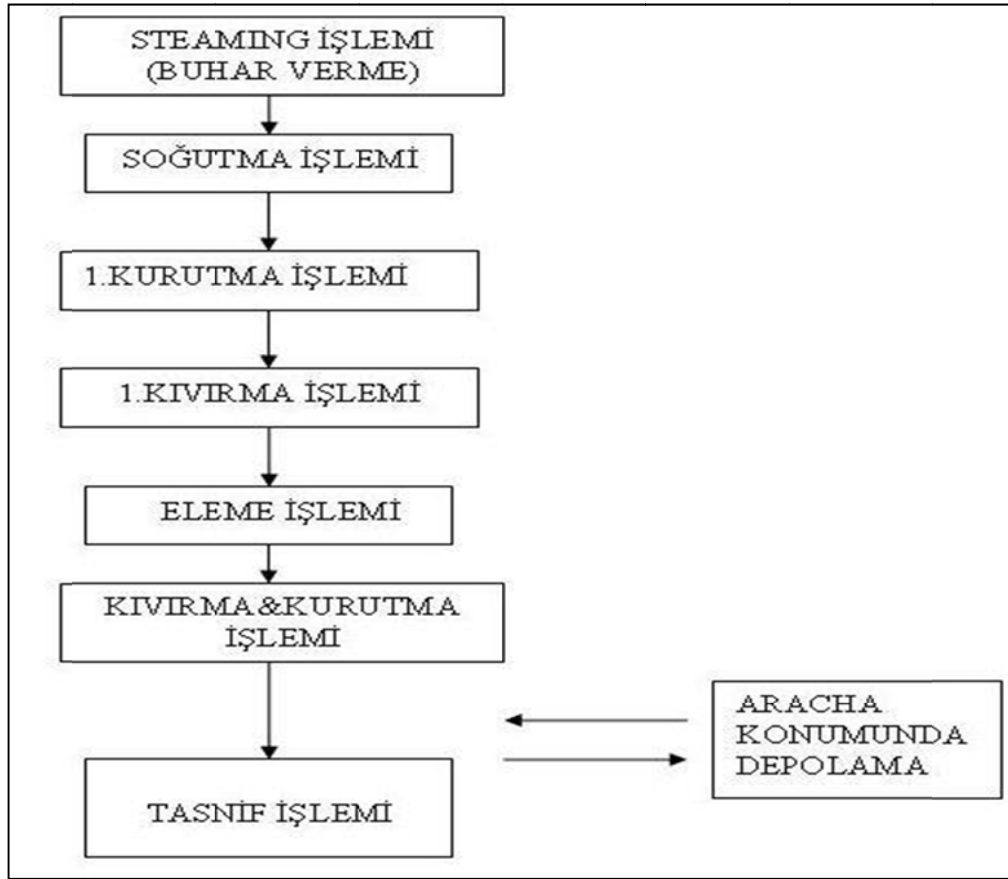
Sağlığa yararları ile ilgili bilimsel çalışmaların kamuoyuyla paylaşılmaya başlanması ile dünyada tüketimi hızla artmakta olan yeşil çay, ülkemizde de henüz tanınmaya başlanmıştır. Türkiye çaycılığına katkıda bulunmak ve Türk insanını yeşil çayla tanıştırmak amacıyla Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü' ne bağlı Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü bünyesinde *Türk Yeşil Çayı Deneme Üretimi* adlı proje yürütülmüştür. Taşlıdere Çay Fabrikasında kurulan pilot ünite 2003 tarihinde deneme üretimleri yapılmıştır.Halen Taşlıdere Çay Fabrikası'nda 20 ton/gün çay işleme kapasitesine sahip bir ünite üretimine devam etmektedir. Çaykur günlük olarak 6.600 ton çay işleme kapasitesine sahip olup, yeşil çay üretimi bunun çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır (8).

Dünyada temel olarak iki yeşil çay üretim metodu mevcuttur. Bunlarda biri Japon usulü yeşil çay işleme metodu, diğeri ise Çin usulü yeşil çay işleme metodudur. Bu iki metod arasındaki temel fark; enzim inaktivasyonunda, Japon usulünde *Steaming* işlemi

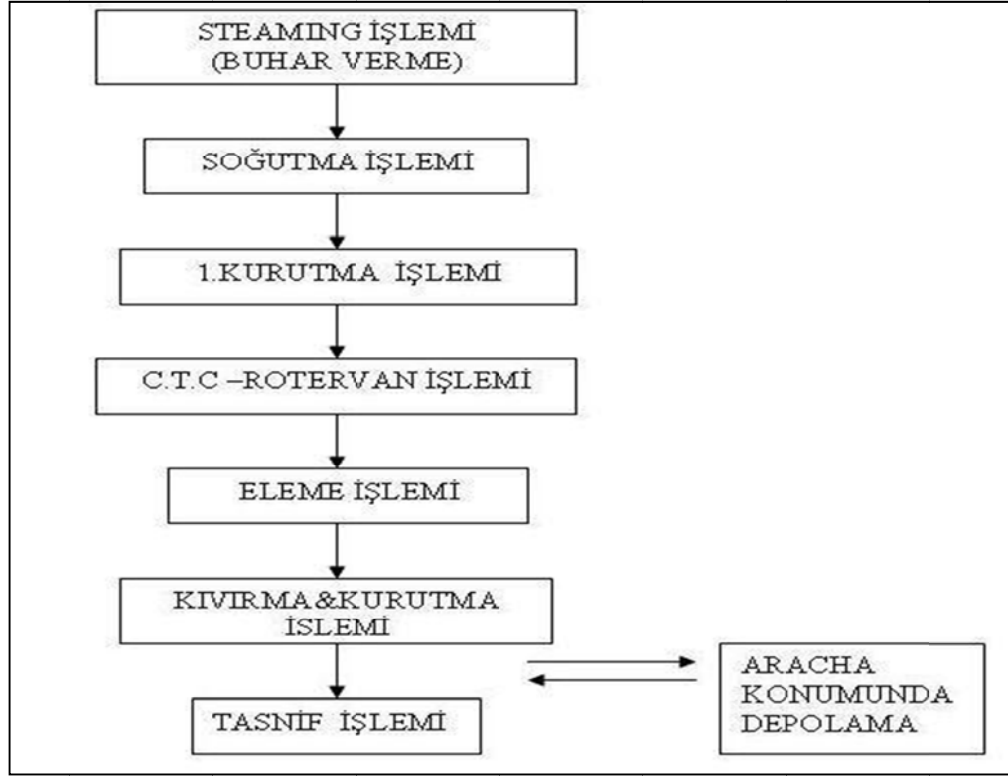
uygulanırken, Çin usulünde **Pan - Firing** işleminin uygulanmasıdır. Pan -Fired çayların aroması, steamed çaylardan daha yoğun ve kavrulmuş bir aromadır (8).

### 2.3. TÜRK YEŞİL ÇAYI İŞLEME TEKNOLOJİSİ

Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün tamamen kendi olanakları ile projelendirilen ve uygulamaya konan Türk Yeşil Çayı İşleme Teknolojisinde temel olarak iki imalat yöntemi belirlenmiştir. Bunlardan birincisi **Kıvrırma Esaslı İmalat**, ikincisi **C.T.C Esaslı İmalat** 'tır. Hammaddenin çok taze olduğu dönemlerde kıvrırma esaslı imalat, diğer dönemlerde ve ağırlıklı demlik veya fincan poşet üretimi yapılacağı dönemlerde C.T.C esaslı imalat tercih edilmelidir (8).



Şekil 2.1. Kıvrırma Esaslı Yeşil Çay Üretiminin İşlem Basamakları (8)



Şekil 2.2. C.T.C Esaslı Yeşil Çay Üretiminin İşlem Basamakları (8)

#### 2.4. YEŞİL ÇAYIN HAZIRLANMASI

Tercihen porselen demlik ve kireçsiz su kullanınız. Fincan başına bir çay kaşığı Yeşil Çayı koyunuz.Üzerine kaç fincan için yeşil çay koyduysanız o kadar kaynamış su ilave ediniz. 4-5 dakika bekleyip, servis yapınız.Arzuya göre tatlandırıcı katabilirsiniz. Yeşil çay sıcak suda yaklaşık 3-4 dk demlendikten sonra şekersiz olarak içilmesi tavsiye edilir. Ayrıca kapsül formuyla da piyasaya sunulan yeşil çay ekstresi günlük 3 kapsül şeklinde önerilmesine rağmen bu doz ve etkisi halen kesin değildir. Ekstrelerin içeriklerinde de ciddi farklılıklar bulunmaktadır.Topikal uygulama için yeşil çay içerikli merhemler de bulunmaktadır.Çayın hazırlanma yöntemi aynı zamanda içeceğin antioksidan gücüne de etki etmektedir (9).

#### 2.5. BİLEŞENLERİ

İşlem görmemiş çay yaprağının kimyasal bileşimi varyete farklılıkları, çevresel etkiler, toplama standardı ve üretim yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ancak genelolarak taze çay yaprağının yaklaşık % 80'i sudur.Çayın bileşenleri arasında en büyük öneme fenolik maddeler ve aralarında kafeinin de yer aldığı alkaloidler sahiptir (Tablo 2.1). Ayrıca, çayda 26 çeşit amino asit bulunmaktadır

ve en fazla bulunan amino asit, sadece çay bitkisine özgü olan ve toplam amino asitlerin % 50'sini oluşturan teanindir (6).

İşleme yöntemine bağlı olarak çayın fenolik madde miktarıyla birlikte fenolik madde kompozisyonu da değişmektedir (Tablo 2.2). Örneğin siyah çay kuru maddede % 3-10, oolong çay % 8-20, yeşil çay ise % 30-42 oranında toplam flavanol içermektedir (2).

**Tablo 2.1.** Çay Yaprağının Bileşimi (2)

Bileşen	(%, kuru maddede)	Bileşen	(%, kuru maddede)
Flavanoller (kateşinler)	17–30	Kafein	3–4
Epikateşin (EC)	1–3	Aminoasit ve protein	15–19
Epikateşin gallat (ECG)	3–6	Basit karbohidratlar	4
Epigallokateşin (EGC)	3–6	Polisakkaritler	13
Epigallokateşin gallat (EGCG)	9–13	Kül	5
Kateşin (C)	1–2	Selülöz	7
Gallokateşin (GC)	3–4	Lignin	6
Flavanoller ve flavanol glikozitleri	3–4	Lipitler	2–3
Leykoantosiyantinler	2–3	Organik asitler	0,5–1,5
Polifenolik asitler ve depsitler	5	Pigmentler	0,5
Toplam polifenoller	30–36		

### 2.5.1.Çay Polifenolleri

Polifenoller, fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılır. Flavanoller ve flavonoller, çayda bulunan başlıca flavonoidlerdir. Yeşil çay özellikle kateşinler ve kateşin türevlerini kapsayan flavonoidlerce zengindir (kuru ağırlık üzerinden %30). Epigallokateşin gallat (EGCG), epigallokateş in (EGC), epikateşin (EC) ve epikateş in gallat (ECG) yeşil çayda bulunan başlıca kateşinlerdir. Bu bileş ikler yeşil çayda miktarca EGCG (toplam kateşin miktarının %60'ı) > EGC > EC ≥ ECGşeklinde sıralanmaktadır. Renksiz, suda çözünür bileşikler olan kateşinler yeşil çay demine acılık ve burukluk verir. Yeşil çayda bulunan başlıca flavonoller ise kuersetin, kemferol, mirisetin ve rut indir. Flavonoller çayda aglikon formlarından çok genellikle glikozidler olarak bulunmaktadır.ayrıca diğer bir fenolik grup olan fenolik asitlerden gallik asit, klorojenik asit, neoklorojenik asit ve p- kumaril kuinik asit de bulunmaktadı (6,10).

**Tablo 2.2.** Farklı Çay Tiplerinin Fenolik Madde Kompozisyonu (6)

	Yeşil Çay	Siyah Çay	Oolong Çay
Epikateşin	6,06a;1,0–954b;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	7.70a;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
Teaflavin	–	2.5d	0.66a
Tearubigin	–	59.4d	–

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

### 2.5.1.1. Flavan-3-ollar

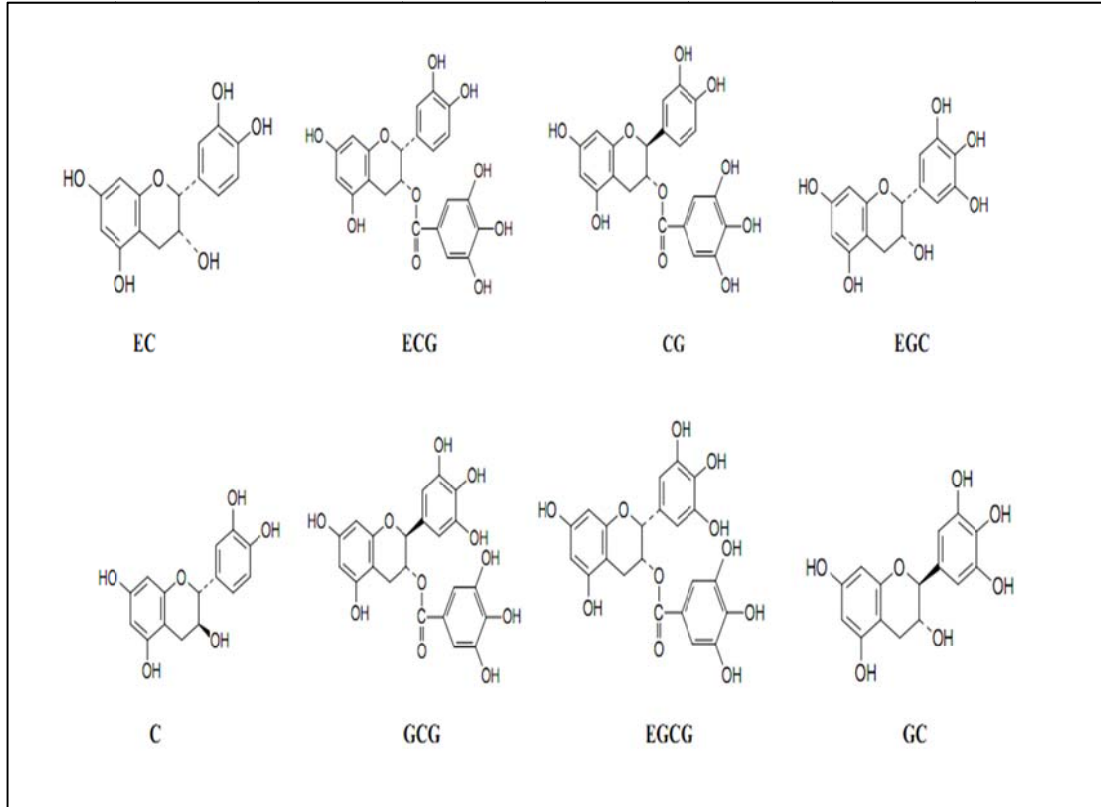
Flavonoid grubun bir üyesi olan flavan-3-ollar (kateşinler), fenolik ve piran halkalarını içeren benzo- $\gamma$ -piron türevleridir Çay yaprağında hakim olan fenolik bileşikler kateşinlerdir. Kateşinler renksiz ve suda çözünen bileşikler olup miktarları, kuru çay ağırlığının % 20-30'u kadardır. Çay;(-)-epigallokateşin-3-gallat (EGCG),(-)-epigallokateşin (EGC), (-)-epikateşin-3-gallat (ECG) ve (-)-epikateşin (EC) olarak ifade edilen polifenolik bileşikleri içermektedir ki bunların genel adı kateşinlerdir (Tablo 2.3)(7,11).

**Tablo 2.3.** Taze çay filizinde bulunan dört ana kateşin (% , kuru verim) (6)

Kateşin	%
(-)epigallokateşingallat (EGCG)	9–13
(-)epikateşingallat (ECG)	3–6
(-)epigallokateşin (EGC)	3–6
(-)epikateşin (EC)	1–3

Fermentasyon işlemi kateşin miktarında önemli oranda azalmaya neden olduğu için yeşil çay, oolong ve siyah çaylardan daha fazla kateşin içermektedir. Yeşil çayda kateşinlerden en fazla EGCG bulunmaktadır. Bunu sırasıyla EGC, ECG, EC, CG, GC ve C izlemektedir. Bu sıralamanın EGCG>EGC>EC>ECG>GC ve EGCG>EGC>GC>ECG>C>EC şeklinde olduğu da görülmektedir. Yeşil çayda bireysel kateşinlerin miktarı hammaddenin çeşidine, özellikle varyete, iklim ve yetiştirilme

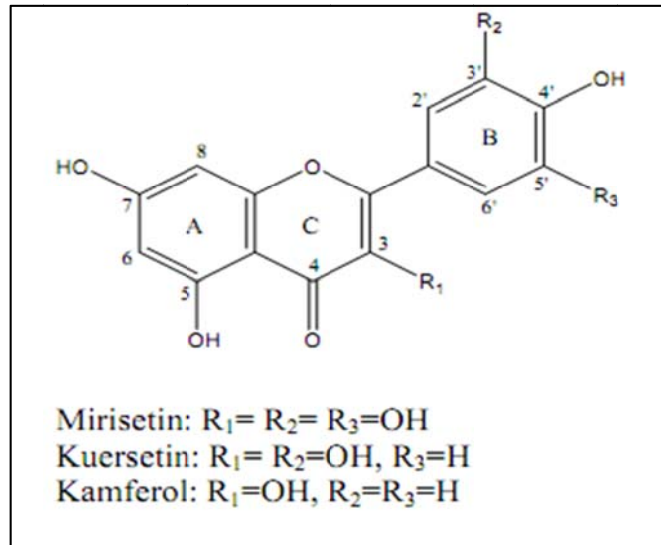
koşullarına göre değişmektedir. Örneğin, Japon geleneksel Matcha çayının kateşin içeriğinin diğer bir Japon çayı olan Sencha çayına göre daha düşük olmasının, Matcha çayı üretiminde kullanılan çay yapraklarının gölgede yetiştirilmesi nedeniyle bunlardaki kateşin biyosentezinin düşük olmasından ileri geldiği belirtilmektedir (6).



Şekil 2.3. Kateşinlerin yapısı (6)

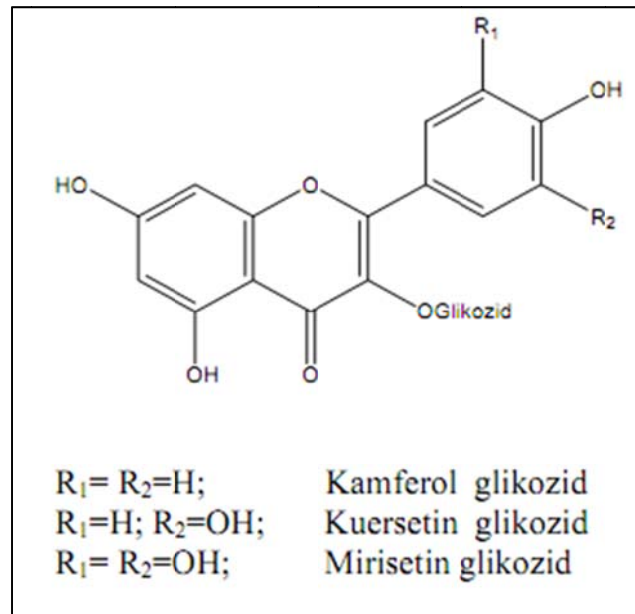
### 2.5.1.2. Flavonol Bileşikler

Flavonol bileşikler, difenil propan halkasına (C6-C3-C6) sahip olan flavonoidlerin C2 ve C3 yapıları arasında bir çift bağ oluşumu ile meydana gelmektedir. Çayın başlıca flavonollerini çay kuru ağırlığının % 3'ünü oluşturan kuersetin, mirisetin ve kamferol oluşturmaktadır (Şekil2.4). Flavonol bileşikler, çayda glikozillenmemiş formlarından (aglikon) çok, şekerlerle ester yapmaları sonucu oluşan glikozid formunda bulunurlar ve yapısal olarak kateşinlerde daha stabildirler (6).



Şekil 2.4. Flavonolların yapısı (6)

Flavonol glikozidlerin (Şekil 2.5) yapısında glukoz, ramnoz, galaktoz, arabinoz ksiloz ve rutinoz gibişekerlerin yer almasıyla bu bileşiklerin polaritesi ve dolayısıyla suda çözünürlükleri artmaktadır ve böylece bitki hücrelerinin vakuollerinde depolanabilmektedirler (6).



Şekil 2.5. Flavonol glikozidlerin yapısı (6)

Bu bileşiklerin, bitkilerde UV radyasyonuna ve mikroorganizmalara karşı koruyucu ajan görevi üstlendikleri düşünülmektedir (6).

### 2.5.1.3. Aromatik Maddeler

**Tablo2.4.**Yeşil Çayın Aromatik Maddeleri (12)

<b>İçerdiği Maddeler</b>	<b>%</b>
Hegzanal	0,37
(E)-2-Pental	1,06
Heptanal	0,26
(E)-2-Hegzanal	1,47
(Z)-4-Heptenal	0,22
6-Metil-5-Hepten-2-One	0,19
Benzaldehit	2,13
1-Penten-3-Ol	1,11
3-Metilbütan-1-Ol	0,41
1-Pentanol	0,24
2-Penten-1-Ol	1,35
1-Hegzanol	0,4
<b>3-Hegzen-1-OL</b>	<b>6,01</b>
1-Oktanol	0,98
<b>3,7-Dimetil-1,6-Oktadien-1-Ol</b>	<b>6,1</b>
2-Fenilpentan-1-Ol	<b>1,83</b>
<b>Benzin Alkol</b>	<b>4,67</b>
N-Etilpirol-2-Karboksaldehit	0,96
İndol	0,3
<b>1-Etilsiklohegzen</b>	<b>4,44</b>
Heptadekan	0,84
<b>Metil Salisilat</b>	<b>3,76</b>

### 2.6. TAZE ÇAY YAPRAĞININ FENOLİK MADDE BİLEŞİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Taze çay yaprağının polifenol bileşimi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu faktörler rakım, sürgün dönemi ve farklı çaysınıfları gibi faktörlerin olduğu düşünülmektedir (6,13).



### **2.6.1. Hasat Sonrası İşlem**

Kateşinlerin miktarı yaprakların hasat edilmesinden işlenmesine kadar geçen sürede maruz kaldığı koşullara göre değişime uğrayabilmektedir (6).

### **2.6.2. Bölgesel farklılık**

Çay üretimi amacıyla 2.5 yaprak olarak (2 tam yaprak ve 1 tomurcuk şeklinde) hasat edilen çay bitkisinde, kateşinlerin dağılımı yaprakların yaşına bağlı olarak değişmektedir. En fazla toplam kateşin genç yapraklarda (2.5 yaprak), daha sonra olgun (alttaki) yapraklarda ve en az gövdede bulunmaktadır. Tayvan çay klonları üzerinde yapılan bir çalışmada en fazla toplam kateşinin genç yapraklarda (% 5.86), daha sonra olgun yapraklarda (% 2.15) ve en az gövdede (% 0.85) bulunduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada bireysel kateşinlerin miktarının da bitki organlarına göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir (6).

### **2.6.3. Mevsimsel farklılık**

Yapraklardaki polifenol miktarı ve dağılımı hasat edilen sürgün dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Bu durum farklı mevsimlerde bitkinin gelişme oranının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Caffinet al. tarafından yapılan bir çalışmada, Avustralya taze çay yapraklarında soğuk mevsimde veya yavaş gelişme koşullarında galletlanmış kateşinlerin miktarında sıcak aylara göre önemli oranda ( $p < 0.05$ ) azalma saptanırken, esterleşmemiş kateşinlerin miktarı soğuk mevsimlerde daha fazla bulunmuştur. Kateşinlerin yüksek olduğu mevsimde hasadı yapılan yapraklarla çay üretimi, çayın sağlık üzerine olan etkisini artırmaktadır (14).

### **2.6.4. Çeşit**

Taze çay yaprağında en önemli grubu oluşturan kateşinlerin miktarı çay klonlarına göre değişebilmektedir. Farklı çay klonları arasında polifenollerin dağılım profili büyük farklılık gösterirken, aynı klon içinde aşağı yukarı profilin aynı olduğu ve ayrıca polifenol miktarlarında belirgin değişimler olmasına rağmen polifenollerin nispi oranları arasında farklılıklar görülmediği belirtilmektedir (6).

### **2.6.5. Hasat yöntemi**

Çay yaprakları bahçeden elle, makas kullanarak kısmi mekanizasyon yoluyla veya tam mekanizasyon tekniği ile hasat edilmektedir. Ancak, elle veya makine ile hasat

durumuna göre yaprakların polifenol miktarları değişmektedir.İşgücünü, dolayısıyla işçilik maliyetlerini azaltmak amacıyla makine ile hasat yapıldığı durumda, genellikle daha olgun, daha kaba, kalın ve zarar görmüş yaprak miktarı fazla olduğundan, toplanan yaprakların kateşin miktarları elle yapılan hasattakine göre daha düşüktür. Tüm hasat dönemi süresince elle hasat edilen taze çay yapraklarında toplam fenolik bileşiklerin miktarı 258.23-304.75 mg/g olarak bulunurken, makine ile hasat edilenlerde daha düşük, 206.98-273.11 mg/g saptanmıştır (6).

## **2.7. ÇAY POLİFENOLLERİNİN EMİLİMİ, DAĞILIMI, METABOLİZMASI VE UZAKLAŞTIRILMASI**

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 tükürükteki EGC, EGCG ve EC seviyelerinin aynı sürede plazmadakinin 2 katına çıktığı bildirilmektedir. Tükürükteki 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 suyuşeklinde verildiği zaman, EGC ve EC'nin kandaki seviyeleri EGCG'ninkinden yüksek bulunmuş,Oral kavitede EGKG,EGK'ye dönmekte ve oral mukozadan absorbe edilmektedir. EGK ve EK idrar ile atılmaktadır (3,6).

## **2.8. POLİFENOLLERİN ETKİLERİ**

### **2.8.1. Flavan-3-ol bileşiklerin etkileri**

Son yıllarda çay kateşinlerine biyolojik aktivitelerinden dolayı çok fazla ilgi gösterilmektedir. Çayın yararlı özelliklerinin antioksidan, antimutajenik, antikarsinojenik ve antibakteriyel etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çay kateşinleri, bir H atomu vericisi olarak serbest radikalleri indirgeme, zincir oksidasyon

reaksiyonlarını engelleme veya metallerle şelat yapma yeteneğine sahip olduğundan antioksidan olarak davranırlar. Bireysel kateşinlerin antioksidan aktivitesi fenolik hidroksil grupların sayısı ve konumuna bağlı olarak farklılık göstermektedir. Nanjoet al. (1996)'nunkateşinlerin DPPH radikalini bağlaması üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, galloillenmiş kateşinler (ECG, CG, EGCG ve GCG) galloillenmemiş kateşinlerden (C, EC, EGC ve GC) daha güçlü antioksidan aktivite göstermiştir. Galloil grubun ve B halkasındaki orto-trihidroksil grubun serbest radikal bağlama açısından çok önemli yapısal özellikler olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçla uyumlu olarak, Leunget al. (2001) tarafından, EGCG'ın LDL oksidasyonunu engelleme açısından en fazla etkiyi gösterdiği ve bunu sırasıyla ECG, EC ve EGC'in izlediği saptanmıştır. EGCG'ın en yüksek antioksidan potansiyele sahip olduğu, Stewartet al. (2005) tarafından da gösterilmiştir. Aynı çalışmada, EGCG'ı sırasıyla ECG, EGC ve EC=GC izlemiştir. Diğer taraftan, Liu et al. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, çay polifenollerinin peroksil radikalinin neden olduğu lipid peroksidasyonunu engellediği saptanmıştır ve en yüksek antioksidan aktiviteye sahip polifenolün, EC olduğu ve bunu sırasıyla EGCG, ECG ve EGC'in izlediği belirtilmiştir (6).

Kateşinlerin etkinlik açısından antioksidan aktivitelerinin sıralamasındaki farklılık, kullanılan yöntemlerin farklılığından kaynaklanmaktadır. Bunlar, genel olarak,radikal tutma yeteneğini ve hızlandırılmış koşullarda lipid oksidasyonunu engelleme yeteneğini ölçen testler olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır ve bu metotlar farklı fiziksel ve kimyasal prensiplere dayandığından antioksidanların aktivitesi, kullanılan yöntemle bağlı olarak değişebilmektedir. Birinci grup antioksidanlar hidrojen vericisi (donör) olarak serbest radikalleri bağlarken, ikinci grup antioksidanlar alıcı (akseptör) olarak oksijeni bağlama, metallerle kompleks yapma veya UV radyasyonunu absorbe etme gibi mekanizmalarla lipidleri oksidasyona karşı korur.Kateşinler gerek gıdalarda bozulma yapan gerekse insanlarda hastalık etmeni olan patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel etki göstermektedir. Bu etkileri mikroorganizma ve kateşin cinsine göre değişiklik göstermektedir (6).

Yeşil çay polifenolleri aynı zamanda antimitojenik aktiviteye sahiptir. Geethaet al. (2004)'nın yeşil çay ekstraktı, C ve EC'in antimitojenik aktivitesini araştırdıkları bir çalışmada, her üçünün de iyi bilinen bir antioksidan olan askorbik asitten daha etkili

olduğu ve EC'in C'den 1.2kat, GT'ndan ise 5 kat daha fazla aktivite gösterdiği saptanmıştır (6).

### **2.8.2. Flavonol Bileşiklerin Etkileri**

Flavonol bileşiklerin antikarsinogenik ve antioksidan özelliklerinin olduğu bilinmektedir. Kuersetin glikozidlerinin flavonol glikozidler içinde en fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Diğer taraftan, kuersetinin antioksidan aktivitesinin aglikon formunda iken yüksek, şekerlerle birleştiğinde ise daha az olduğu belirtilmektedir. Buna ilave olarak, bağlanan şekerlerin cinsi de antioksidan aktiviteyi etkilemektedir. Örneğin, kuersetine bir ramnoz bağlandığında, rutinozun bağlandığı duruma göre radikal tutma kapasitesi önemli oranda azalmaktadır. Aglikon formundaki kuersetinin antioksidan aktivitesindeki artışa Chalkasında, glikozid formundan farklı olarak, 3-hidroksil grubunu içermesi neden olmaktadır. Kuersetin bileşiminde antioksidan aktiviteden sorumlu gruplar, B halkasındaki o-dihidroksi yapı ve C halkasındaki 2-3 çift bağ, 4 keto (karbonil) ve 3 hidroksi yapılarıdır (6).

### **2.8.3. Amino Asitlerin Etkileri**

çayda 26 çeşit amino asit bulunmaktadır ve en fazla bulunan amino asit, sadece çay bitkisine özgü olan ve toplam amino asitlerin % 50'sini oluşturan teanindir (6).

#### **2.8.3.1. Teanin'in Etkileri**

Teanin, yeşil çay kalitesi ile en yüksek korelasyonu gösteren ve aynı zamanda önemli biyolojik etkiye sahip bir amino asittir. Örneğin, beyindeki norepinefrin ve serotonin miktarlarını düşürdüğü, kan basıncını azalttığı ve kanser üzerine etkili olduğu belirtilmektedir. Teanin yeşil çay demine umami (etimsi) tat ve koku vermektedir. Teaninin bu önemli özelliklerinin anlaşılmasından sonra üzerinde giderek daha fazla durulmaktadır (6).

## **2.9. YEŞİL ÇAY POLİFENOLLERİNİN METABOLİZMALARI**

### **2.9.1. 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. Çay kateşinleri sistemik etkileri ile direkt kolesterol sentezini inhibe etmektedir. Yeşil çay kateşini tüketimi, özellikle insanda

plazma LDL kolesterolünü azaltmak ve plazma HDL kolestrolünü ise artırmak suretiyle damar sertliğini önlemektedir. 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 (7).

### **2.9.2. Karbonhidrat Metabolizması Üzerine Etkileri**

Yeşil çay kateşinleri hipoglisemik ajan olarak pankreasınβ 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. Yapılan çalışmaların sonuçları; yeşil çay kateşinlerinin tip 2şeker hastalarını da kapsayan lipid ve glukoz metabolizma hastalıklarına karşı yararlı bir etkiye sahip olduğunu ve önleyici rol oynadığını göstermiştir (7).

### **2.9.3. İyonlarınEmilimiÜzerineEtkileri**

Çay kateşinleri Fe eksikliği durumunda demirin emilimini etkilemekte ve anemiye yol açmaktadır. Yeşil çayın uzun süre tüketilmesi Cu'n 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 (7).

### **2.9.4. 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 (7).

### **2.9.5. Böbrek Patolojisi Üzerine Etkileri**

Şeker hastalığı mikrovasküler bozukluktan dolayı böbrek patolojisine yol açmaktadır. Normal böbrek dokusunda tromboxan (TXA2) ve prostasiklin I2 (PGI2) arasında denge bulunmaktadır. PGI2:TXA2 oranının değişmesi renal tübülüslerde trombogenesisi hızlandırmaktadır ki bu durum fonksiyon bozukluğuna ve kalp-damar hastalıklarına

neden olmaktadır. Streptozotosin; TXA2'nin sentezini artırmakta ve PGI2'i azaltmaktadır. Streptozotosin'le ön muameleye tabii tutulmuş sıçanlarda çay kateşinlerinin uygulanmasının, TXA2'nin sentezini azaltmak, PGI2'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. Epigallokateşin galat (EGCG)'ın böbrek dokusunu oksidatif stres ve nekrosise karşı koruduğu kaydedilmiştir (7,15).

## **2.10. YEŞİL ÇAY POLİFENOLLERİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ**

### **2.10.1. Yeşil Çayın Kansere Etkisi**

Çay tüketimi ile farklı kanser türleri arasındaki ilişkiler değişik araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. İn vitro olarak yapılan çalışmalarda, çayın içeriğinde bulunan epigallokateşin-3-gallo (EGCG) ve theaflavin bileşenlerinin antioksidan aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Çalışmaların birçoğu çayın bileşimindeki EGCG, diğerleri ise theaflavin bileşiği üzerinde yoğunlaşmıştır. Sözü edilen bu 2 bileşenin değişik kanser hücrelerinin büyümesini ve çoğalmasını engellediği iddia edilmektedir. Buna rağmen, insan çalışmalarında çayın kansere karşı koruyuculuğu açık değildir. Hayvan çalışmaları modelleri insana tam olarak uyduğu söylenemez. Hayvan çalışmalarında kullanılan çay miktarı çok yüksek olabilmektedir. Bu tür çalışmalarda kullanılan çay dozunun insanların çay tüketimi ile uyumlu olmadığı söylenebilir. Epidemiyolojik çalışmalarda ise birçokşaşırtıcı faktör yer almaktadır. Biyotransformasyondaki bireysel farklılıklar, kanserdeki koruyucu ajanlara karşı çayın etkinliğini değişik şekillerde etkileyebilir. Doss ve ark., bazı epidemiyolojik çalışmalarla yeşil çay tüketiminin hızla artan boğaz, prostat ve göğüs kanserleri için koruyucu bir etki sağladığını göstermişlerdir (Tablo 2.5) (1).

Yeşil çay ekstraktları geleneksel Çin tıbbında kronik hastalıkların tedavisinde ve engellenmesinde yüz yıllardır kullanılmaktadır. Yeşil çay ekstraktından elde edilen temel kateşin, toplam polifenollerin %50-80'ini oluşturan (-)-epigallokatekin-3-gallatdır (EGCG). Bir bardak demlenmiş yeşil çayda (200mL suda kaynatılan 2g çay yaprağı) 200-300mg EGCG bulunmaktadır. Her ne kadar EGCG'nin moleküler hedefleri ve EGCG tarafından regüle edilen hücre içi sinyal yolları tamamen belirlenmemiş olsa

da EGCG'nin anti-kanser etkisinde birden fazla mekanizmanın geçerli olduğu öne sürülmektedir. EGCG'nin pek çok kanser türünde hücre büyümesini inhibe ettiği, hücre yaşam döngüsünde duraksamaya yol açtığı ve apoptozu tetiklediği gösterilmiştir (16).

**Tablo2.5.**Çay Tüketimiyle Bazı Kanser Türleri Arasındaki İlişki (2)

Yer	Çay Tipi	Etkisi
Ağız	Yeşil	6 ay uygulamadan sonra lezyonlarda % 37.9 kısmi azalma
Yemek borusu	Yeşil ve siyah	Etkisiz
Mide	Yeşil ve Siyah	Günde 7 fincan veya daha fazla yeşil çay tüketenlerde kanser riskinde % 31'e varan azalma
Pankreas	Yeşil	200 g/ay'a kadar tüketen erkeklerde kanser riskinde % 12, kadınlarda % 53; 200 g/ay'dan fazla tüketen erkeklerde % 43, kadınlarda % 47 azalma
Kolorektal	Siyah	Günde 2 veya daha fazla fincan çay tüketenlerde kolon kanser riskinde % 4, rektum kanseri riskinde % 44, kolorektumda % 21 azalma
Deri	Siyah	Farelerle yapılan çalışmada, çay+UV ışın uygulanan grupta su+UV ışın verilen gruba göre % 30–42 daha az karetoakantoma ve % 26–33'den daha az squamus deri tümörü
Akciğer	Siyah	Farelerle yapılan çalışmada, çay+4–metilnitrozamin–1–(3–piridil)–1–bütanon uygulanan grupta su+ 4–metilnitrozamin–1–(3–piridil)–1–bütanon uygulanan gruba göre tümör oluşumunda % 24 azalma, mevcut tümör boyutlarında % 38 küçülme
Prostat	Yeşil ve siyah	2 fincan/gün'den çok çay tüketenlerde kanser riskinde % 30 azalma
İdrar Kesesi	Yeşil	Kadınlarda kanser riskinde % 50 azalma

Yeşil çayın ve bileşiminde bulunan kateşinlerin kanser oluşumuna karşı koruyucu etkisi;

- Hücre çoğalmasını engelleme,
- Hücre döngüsünü durdurma,
- Etkin reseptörleri baskılama,
- Sitokinlerin salınımını azaltma,
- Mitotik uyarıları baskılama,
- Mutajeniteyi ve genotoksisiteyi önleme,
- Detoksifikasyon enzimlerini etkinleştirme,

- Serbest radikal temizleme,
- Kanser hücrelerinin apoptosisini hızlandırma ve
- Anjiojenesisini engellemegibi mekanizmalarla açıklanmaktadır (10).

Kanserojenik ve mutajenik etkisi olan, benzo- $\alpha$ -piren, 2-amino-1-metil-6-metilmidazo-[4,5b]-piridin ve AFB1'in metabolik aktivasyonu ile oluşan toksisitelerine karşı, kateşin türevlerinin (epikateşin, epigal-lokateşin, epikateşin gallat, epigallokateşin gallat) etkisini değerlendiren bir diğer çalışmada CYP450 enzim aktiviteleri incelenmiştir. Kateşinlerin tamamının CYP enzim aktivitesini inhibe ettiği saptanmıştır. Ayrıca, epikateşin gallat, epigallokateşin gallat türevlerinin belirgin antimutajenik aktiviteleri olduğu, ancak diğer türevlerin daha az etkili oldukları görülmüştür (17).

Yeşil çayın polifenolfraksiyonları  $H_2O_2$  oluşumunu teşvik eden 12-otetradekanoilporbol-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 vesiklogenaz gibi kanserin ilerlemesiyle ilgili enzimlerin aktivitesini önlemektedir. EGCG'ın prostat ve meme tümörlerinin büyümesine ek olarak deri, mide, kolon ve akciğer kanserlerini; teaflavinlerin ise akciğer ve yemek borusu kanserinin oluşumunu önlediği bildirilmektedir. Özellikle Japonya'da yapılan çalışmalarda yeşil çay tüketim miktarına bağlı olarak I. ve II. fazda meme kanserlerinin tekrarlanma sıklığının azaldığı ortaya çıkarılmıştır. 2007 yılında Kaur ve arkadaşları tarafından yayınlanan araştırmada yeşil çay kateşinlerine ek olarak siyah çay TF'lerinin de meme kanseri gelişimini geciktirebileceği gösterilmiştir. Yapılan çalışmada TF kullanılan grupta hayatta kalma süresinin arttığı ve tümör hücrelerinin hacminin istatistiksel olarak azaldığı belirtilmiştir (2,9).

Çay polifenollerinin p53 aktivasyonuna neden olduğu belirtilmektedir. EGCG normal hücreleri etkilemeden farklı kanser hücre hatlarında p53 aktivasyonu üzerinden apoptoz tetikleyebilmekte ve hücre yaşam döngüsünde duraksamaya neden olmaktadır. Çeşitli çalışmalar sonucunda akciğer, kolon, pankreas, deri ve prostat kanserlerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir (18,19).

Çay ve çay kateşinlerinin kanserin başlangıç, ilerleme ve dönüşüm evrelerini inhibe ettiği, koroner kalp hastalıklarına karşı koruyucu olduğu, çay tüketimi ile akciğer,



özefagus, oniki parmak bağırsağı, pankreas, karaciğer, meme ve kolon kanseri oluşumuna neden olan kimyasal karsinojenlere karşı koruma sağlandığı rapor edilmiştir. Örneğin 200 g/ay'a kadar yeşil çay tüketen erkeklerde pankreas kanseri riskinde %12, kadınlarda %53; 200 g/ay'dan fazla tüketen erkeklerde %43, kadınlarda %47 azalma, günde 2 veya daha fazla fincan siyah çay tüketenlerde kolon kanser riskinde %4, rektum kanseri riskinde %44, kolorektum kanserlerinde %21 azalma, 2 fincan/gün'den çok yeşil ve siyah çay tüketenlerde prostat kanseri riskinde %30 azalma, 7 fincan/gün veya daha fazla siyah ve yeşil çay tüketenlerde mide kanseri riskinde %31'e varan azalma tespit edilmiştir. Bu veriler, çayın önemli bir antikanserojen madde olduğunu göstermektedir (20).

Çaylarda bulunan polifenollerin kolorektal kanser mutagenezi yapabileceği bilinen heterosiklik aromatik aminlere karşı korucuyu özellikleri bilinmektedir. Gerek yeşil çay, gerekse siyah çaydaki kateşinlerin ve theaflavinlerin normal hücre büyümesini engellemeden kanser hücrelerinin çoğalmasını engellediği gösterilmiştir (5).

Çay fenolikleri farelerde deri ve akciğer tümörü oluşumunda, hücre çoğalmasını önlemekte, saf kateşinlerle teaflavinler hücre oluşumu ve büyümesini inhibe etmektedirler. Bunların kanseri önlemesi, aktivatör protein 1 (AP 1) aktivitesinin inhibisyonu ile olmaktadır (2).

Pre ve post menopozal kadınlarda yeşil çay kullanımı ile estron ve estradiolün azalmasının bağlantılı olduğu gösterilmiştir. Bu antiöstrojenik etkisi nedeniyle hormon bağımlı meme kanserde yeşil çayın içerdiği polifenollerin androjeni estron veya estradiole çeviren aromatazi inhibe ettiğini gösteren in vitro çalışmalar vardır. Kimyasal sentezi zor olan Yeşil çayın ana bileşeni EGCG'nin güçlü antiradikal aktivitesi, nitasyon engelleyici, karsinojen metabolizma enzimlerini düzenleyici ve kanser hücre proliferasyonunu inhibe edici etkisi vardır (9).

Yüksek düzeylerde yeşil çay tüketen yerli Asyalılar arasında prostat kanseri insidansının diğer yörelere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yeşil çayın prostat kanseri riskini azalttığı bildirilmektedir. Araştırmaların bu koruyucu etkinin çayın içeriğinde yer alan polifenolden kaynaklandığı, ancak moleküler düzeyde etki mekanizmasının nasıl gerçekleştiği henüz açıklanamamıştır. Jian ve ark.nın Güneydoğu Çin bölgesinde, 130 prostat kanserli hasta grubu ile 274 kişiden oluşan kontrol grubu

üzerinde yaptıkları çalışmada, yeşil çay tüketimi-nin artışıyla prostat kanser riskinin azaldığını bulmuşlardır (1,21).

Kuzey Avrupa, Doğu Avrupa ve Asya'nın büyük kısmında en sık rastlanan kanser türü, fazla miktarda tuz ve tuzlu ürün kullanıma bağlı olarak görünen mide kanseridir. Çay ve çay polifenollerinin bakteri öldürücü ve bakterinin büyümesini engelleyici özellikleri nedeniyle *Helicobacter pylori* üzerine etkisi olduğu belirlenmiştir. İn vitro çalışmalar özellikle yeşil çayın insanda mide kanseri hücrelerine karşı koruyucu etkisini tanımlamıştır (9).

Yeşil çay polifenolleri proteinlere bağlanma özellikleriyle belirli enzim ve reseptörleri etkileyebilir. Yeşil çay kateşinlerinden (-)-EGCG, nitrik oksit sentaz ve siklooksigenaz-2 gibi prooksidan enzimleri inhibe ederek, iltihap ve tümör oluşumunda önemli araçlar olan nitrik oksit ve prostoglandinlerin salınımını kısıtlar. Yeşil çayın tümör metastasını (yayılımını) engelleyerek, kanserin ilerlemesini önleyebileceği bildirilmiştir. İn vitro çalışmalarda, yeşil çayın, ağız içi yaralarda G1 hücre döngüsünün durmasını teşvik ederek, pulçuk yapılı kanser hücrelerinin apoptosisini hızlandırdığını gösterilmiştir. Deney hayvanları üzerinde yürütülen çalışmalarda, yeşil çayın sindirim sistemi organlarında, meme bezlerinde, karaciğerde, akciğerde ve ciltte kanserojen nedenli tümör gelişimine ve metastasına karşı antikanserojen etki gösterdiği bildirilmiştir. Yeşil çay flavonollerinden kuersetin, kemferol ve mirisetinin de farelerde vesıçanlarda karsinojen nedenli tümörlerin oluşumunu engelleyebildiği saptanmıştır (10).

Sigara ve benzeri tütün maddelerinin kullanımı özellikle akciğer kanseri olmak üzere oral boşluk ve özefagus kanserleri için de önemli bir risk faktörüdür. Çay, tütün kanserojenlerinin sebep olduğu mutasyonları engeller. Japonya'daki erkekler Amerika Birleşik Devletleri'ndeki erkeklerden her gün ortalama olarak daha fazla miktarda sigara içseler de Japon erkeklerinde akciğer kanseri riski daha az bulunmuştur. Sigara ve benzeri tütün maddelerini kullanan bireylerin, çayve kahve tüketimlerinin de fazla olabileceği düşünülmektedir. Buna göre çay ve kahve gibi polifenol içeren içeceklerin akciğer kanseri riskini etkileyebileceği hipotezi akla yatkın bulunabilir. İki yıl boyunca takip edilen farelerde hem yeşil çayın hem de siyah çayın akciğer kanseri gelişimini azaltıcı bir etki gösterdiği bildirilmiştir (5,22).

AFB1 tarafından oluşturulan karsinogenez ve yeşil çayın koruyucu etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, AFQ1, AFP1, AFM1 gibi AFB1 metabolitlerinin ve AFB1-DNA katım

ürünlerinin oluşumunun, içme sularına 2-4 hafta süreyle % 0,5 oranda yeşil çay eklenen sıçanlarda inhibe oldukları görülmüştür (17).

### **2.10.2. Yeşil Çay ve Koroner Kalp Hastalıkları**

Koroner kalp hastalığı veya koroner arter hastalığı (KAH), kalbi çevreleyen ve besleyen damarlarla ilgili hastalıkların ortak adıdır. KDH ise KKH'lara inmenin eklenmesi ile oluşan hastalık grubuna verilen addır. Arteriyoskleroz, okside olmuş kolesterol başta olmak üzere lipitlerin damar duvarında toplanması nedeniyle damar duvarının daralması ve kalınlaşmasına bağlı olarak sertleşmesi sürecidir ve KKH'ları arasında en fazla rastlanandır. Okside olmuş lipoproteinler kalp damar sistemindeki plaklarda görülmektedir. Yeşil ve siyah çaylar KDH'larına karşı temel koruyucu etkilerini LDL oksidasyonunu engelleyerek yapmaktadırlar (5).

Diğer yanda bazı çalışmalarda yeşil çay tüketiminin (özellikle kadınlarda) tüm nedenlere ve kardiyovasküler nedenlere bağlı ölümlerde azalmayla bağlantılı olduğunu ancak kanser nedeni ölümlerde böyle bir azalmaya sebep olmadığını göstermektedir. Kardiyovasküler ölümlerden de özellikle inme nedeni ölüm ile yeşil çay tüketiminin ters orantılı olduğu belirtilmektedir. Yeşil çaydaki kateşinler kardiyak troponin C'ye bağlanarak kalsiyum duyarsızlığına neden olur. Bu nedenle kardiyak miyoflanların artmış kalsiyum duyarlılığından kaynaklanan hipertrofik kardiyomyopatilerin tedavisinde faydalı olabileceği düşünülmektedir (9).

Yapılan son çalışmalar, tümör gelişimi için kritik sayılan anjiyogenezis, yeşil çaydaki polifenoller tarafından inhibe edildiği iddia edilmektedir. Düzenli olarak içilen çayın etkilerini araştırmak amacıyla, 21 kişiye 4 hafta süreyle düzenli olarak her gün içirilen 5 fincan (1 fincan yaklaşık 160 mL) siyah çayın endotelyuma bağlı vazodilatasyonu önemli derecede arttırmaktadır. Buna karşın McAntis ve ark., 10 sağlıklı bireye 1 hafta boyunca günde yaklaşık olarak verdikleri 600 mL çayın plazma total antioksidan kapasitede herhangi bir yükselmeye neden olmadığı ve LDL değerinde herhangi bir değişim yapmadığını bildirmişlerdir (1).

Japonya'da 8522 kadın ve erkek üzerinde yapılan çalışmada günde 10 fincan (yaklaşık 900 ml) yeşil çay içen erkeklerin koroner kalp hastalığından ölüm riski günde 3 fincan yeşil çay (280 ml) içen erkeklerden % 58 düşük bulunmuştur. Yeşil çayın arteriyosklerozu geciktirdiği hayvan ve insan çalışmalarıyla gösterilmiştir. Hayvanlar üzerindeki çalışmalar ümit verici olsa da klinik faydalarının güvenilirliği daha azdır.

Chyu ve arkadaşları fareler üzerinde yaptıkları çalışmada çayın EGCG arteriyosklerotik lezyonların gelişmesini azalttığını, fakat var olan arteriyoskleroza etkilemediğini göstermişlerdir (9).

Yapılan araştırmalarda, yeşil çay düzenli olarak tüketildiğinde, kalp hastalıkları ve kanser riskinin azaldığı görülmüş tür. Yeşil çayın özellikle de bileşimindeki EGCG' t in, endotelial morfogenez esnasında proteazaktivitesini düzenleyerek antianjiyogenik etki gösterdiği, böylece patolojik anjiyogenezle ilişkilendirilen tümör büyümesi, romatoid artrit, diyabetik retinopati ve hemanjiyom gibi hastalıkların önlenmesine yardımcı olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, insanlarda nakledilen dokunun bağışıklık sistemince reddinin engellenmesinde yeşil çayın yine yardımcı tedavi unsuru olarak kullanılabilceğini belirtilmektedir (10).

### **2.10.3. Yeşil Çayın Hipertansiyona Etkileri**

Hipertansiyonun majör risk olduğu inme (stroke)'ye karşı, sebze, meyve ve çay tüketiminin koruyucu bir etki sağladığı sayısız çalışma ile ifade edilmiştir. Flavonoid alımı ile kronik kalp hastalığının, inmeyle negatif bir korelasyon içinde olduğu gösterilmiştir. Hipertansiyonlu hastaların daha düşük flavonoid tüketiminde buldukları, flavonoidten zengin gıdaların tüketimi arttıkça, hipertansiyon oranının düştüğü gösterilmiştir (1).

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 (7).

Yang ve ark.nın, çay tüketimi alışkanlığının Çin toplumunda hipertansiyon üzerindeki koruyucu etkisinin olup olmadığı ile ilgili yaptıkları çalışma-da; günde 120 mL yeşil veya oolong çayı 1 yıldan fazla bir süre ile tüketen kişilerde hipertansiyon riskinin önemli derecede azaldığını bulmuşlardır (1).

#### 2.10.4. Yeşil Çayın Obezitede Kullanımı

Fazla kilo ve obezite her geçen gün daha fazla insanı ve toplumu tehdit eden bir sağlık sorunu haline gelmektedir. Düşük yağlı diyetler, davranış değişikliği, egzersiz gibi klasik kilo verme programlarının uzun dönemde başarı oranlarının düşük olması sebebiyle kilo vermek isteyen insanların doğal ve bitkisel ürünlere olan ilgisi gün geçtikçe artmaktadır. Çay, özellikle yeşil çay, bu tür bir bitkidir. Çayda bulunan kafein ve kateşinlerin vücut ağırlığı ve enerji harcaması üzerine etkileri bilinmektedir. Kafeinin insanlarda termogenezi uyardığı ve yağ oksidasyonu yaptığı gösterilmiştir. Yeşil çayın içeriğindeki kafein miktarından daha fazla termogenezi uyarması, içeriğindeki diğer biyolojik aktif maddelerin varlığını akla getirmektedir. 2000 yılında Dulloo ve arkadaşları in vitro olarak, kateşinlerin kahverengi yağ dokusunun solunum hızını arttırdığını, bunun da termogenezi uyardığını göstermiştir. Yeşil çaydaki kateşinlerin termogenezi ve yağ oksidasyonunu arttırmasının, noradrenalin azaltan kateşol o- metil transferaz enziminin inhibe olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (5,23).

Çayın kilo kontrolü üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmaların çoğunluğu yeşil çay ile yapılmıştır. Yeşil çaydaki EGCG'nin termogeneze etkilerinin yanında, adiposit çoğalmayı, lipogenezi, yağ emilimini ve besin alımını azaltarak obeziteyi engellediği çeşitli hücre kültürü ve hayvan çalışmalarında gösterilmiştir. Fareler üzerinde yapılan ve 5 ay devam edilen kontrollü çalışmada, günlük diyete ek olarak, vücut ağırlığının % 1'i olacak şekilde tüketirilen EGCG'nin günlük enerji alımını arttırmasına karşın deney grubu farelerde kilo kazanımının kontrol grubundan daha düşük çıktığı bulunmuştur (5,9).

Aşırı derecede şişman fareler üzerinde yapılan çalışmalar, farelerin 10 haftadan daha uzun süre yeşil çay tüketmeleri durumunda obezitenin ve yağlı karaciğer sendromunun önlendiği saptanmıştır. Bu durum artan enerji tüketimine rağmen yeşil çay kateşinlerinin etkisiyle azalan besin maddesi emiliminden kaynaklanmaktadır (7).

Kao ve arkadaşları yeşil çaydan elde ettikleri EGCG'nin endokrin sistem ve besin alımı üzerine etkilerini araştırmıştır. Normal kilolu ve obez sıçanlara intraperiyonal olarak değişik dozlarda ve sürelerde EGCG uyguladıktan sonra her iki cinsiyette de doza ve kullanım süresine bağlı olarak kilo kaybının gerçekleştiği saptanmıştır. Çalışmada EGCG uygulanan sıçanların kontrol grubu sıçanlarına göre besin tüketimlerinin % 50-60 oranında azaldığı, bunun da kilo verimiyle sonuçlandığı belirtilmiştir. Bunlara ek

olarak EGCG uygulanan sıçanların çalışma öncesine göre serum lipit, trigliserit, ve kolesterol düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş belirlenmiştir (5).

#### **2.10.5. Yeşil Çay ve Anemi**

Demir yetersizliği anemisinin oluşumundaki sebepler çok değişkenlidir. Bunların içinde demir tüketim miktarının az olması, demirin biyoyararlılığının az olması ve fizyolojik ihtiyaçlara göre gereksinimin karşılanamaması en önemli nedenlerdir (5).

Demir Emilimini arttıran ve azaltan diyet faktörleri çok iyi bilinmekle birlikte, çoğu hayvansal kaynaklı olan hem demirin Emilimi, non-hem demirle karşılaştırıldığında diğer diyet bileşenlerinden ve öğünün içeriğinden çok fazla etkilenmez. Non-hem demirin polifenoller, fitat, diyet lifi, bazı proteinler ve amino asitler gibi çeşitli diyet bileşenleri ile etkileşime girdiği ve Emiliminin azaldığı bilinmektedir (5).

Çayın polifenol içeriği yüzünden non-hem demirin Emilimini olumsuz etkilediği uzun zamandır bilinmektedir. Çay kateşinlerinin sindirim sisteminde demirle çözünmeyen kompleksler oluş turmak suretiyle, demir Emilimini kısmen engelleyebileceği söylenmektedir. Test öğünleri ile yapılan çalışmalar sayesinde çayın non-hem demirin Emilmesini engellediğini gösteren güvenilir deliller bulunmuştur. Bu veriler çeşitli toplumsal çalışmalarla da desteklenmektedir. Fakat konunun karmaşıklığı sebebi ile toplumsal çalışmaların kesinlikleri yoktur (5,10).

Demir düzeyi düşük olan kişiler ve özellikle gebe, çocuk ve ergenler yemeklerle birlikte çay tüketmekten kaçınmalıdır. Çayın hiçbir koşulda bebek içeceği olmadığı hatırlanmalıdır. Yemekler ile çay arasında en az 1 saat fark olması, çayın demir Emilimi üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmekte ve hatta ortadan kaldırabilmektedir (5).

#### **2.10.6. Yeşil Çayın Genital ve Perianal Yaralara Etkisi**

Human papillomavirus (HPV) kaynaklı genital yaralarda topikal kullanımının faydalı olduğu gösterilmiştir. Yeşil çayın içindeki kateşinler immunomodülatör olarak etki ederek virus fonksiyonlarını bozduğu belirlenmiştir (24).

#### **2.10.7. Yeşil Çayın Yaşlanmaya ve Kognitif Fonksiyonlara Etkisi**

Yapılan bazı çalışmalar yeşil çay tüketiminin kognitif fonksiyonlar üzerinde olumlu etkileri olduğunu iddia etmektedir. Çin'de 55 yaş ve üzeri yetişkinler üzerinde yapılan çalışma yeşil çay tüketimi ile kognitif disfonksiyonda azalma ve gerileme

izlenmiştir.Yaşlanmaya neden olan etanol intoksikasyonu yeşil çayın enzimatik ve nonenzimatik reaksiyonu önlemesi yoluyla azaltılmakta olduğu iddia edilmektedir. Tüm bu olumlu etkilerinin yanında yeşil çayın bazı zararlı yanlarını da göz ardı etmemek gerekir (9).

#### **2.10.8. Yeşil Çayın Antimikrobiyel Etkisi**

Kateşinler gerek gıdalarda bozulma yapan gerekse insanlarda hastalık etmeni olan patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel etki göstermektedir. Bu etkileri mikroorganizma ve kateşin cinsine göre değişiklik göstermektedir. Kateşinlerin genel olarak Gram (+) bakterilere, Gram (-) bakterilerden (E.coli ve S. enteridis gibi) daha etkilidir.Çay fenollerini bir termofilik sporlu bakteri formunda olan Bacillus stearothermophilus'a antimikrobiyal etki göstermiştir.Kateşin içeriği Clostridium botulinum'un da gelişmesini azaltmaktadır (6,25).

Kateşinlerin antioksidan aktiviteleri arasında görülen farklılık, benzer biçimde, antimikrobiyel özellikleri için de gözlenmektedir. Kajiyaet al. (2002)'nın, model bakteri membranı olarak liposomları kullanarak yaptıkları çalışmada, yeşil çay kateşinlerinin lipid tabakalarına affinite (ilgi) gösterdiği ve bu durumun kateşinlerin yapılarında bulunan B halkasındaki hidroksil grup sayısına, galloil yapının olup olmamasına ve stereo-kimyasal yapılarına bağlı olarak farklılık gösterdiği saptanmıştır (6).

Yeşil çay antibakteriyel etkisiyle, dişlerde tartar ve çürük oluşumuna neden olan Streptococcus mutans ve Streptococcus sobrinus gibi bakterilerin biyolojik aktivitelerini baskılamakta, bunların diş minesine yapışmasını engellemekte ve ağız kokusunun önlenmesine yardımcı olmaktadır. Yeşil çay ekstraktları metisiline dirençli Staphylococcus aureus'un metisilin direncini düşürmekte, ayrıca gastrik, mide ve on iki parmak bağırsağı ülseri gibi hastalıklara neden olan Helicobacter pylori'nin gelişimini de engellemektedir. Çayda bulunan kateşinlerin HIV virüsünün revers transkriptaz enzimi ile hücresel DNA ve RNA polimerazları inhibe ettiği bildirilmiştir. Yeşil çay ekstraktlarının ve polifenollerinin (özellikle EGCG, ECG), mikrobiyal sistemlerde (Salmonella typhimurium ve Escherichia coli), memeli hücre sistemlerinde ve in vivo hayvan denemelerinde çeşitli mutajenlere karşı antimutajenik etki gösterdiği de rapor edilmiştir (10).

### 2.10.9. Yeşil Çayın Hemoliz Önleyici Etki

Yeşil çay tüketimi kırmızı kan hücrelerinin hemolizinde azalmaya neden olmaktadır. Yeşil çay kırmızı kan hücremembranındaki çoklu doymamış yağasitlerin serbest radikallerin oksidasyonundan;

1. serbest radikallerin başlamasında önemli rol oynayan katyonları ve  $\text{Cu}^{+2}$ 'i inaktif etmek için birşelatör olarak görev yapmak;
2. serbest radikalzincirini tahrip edici olarak görev yapmak ve
3. olarak da; okside olan tokoferolü yeniden aktif hale getirmek amacıyla bir hidrojen vererek korumaktadır (9).

### 2.11. YEŞİL ÇAYIN DERMOKOZMATİKTE KULLANIMI

Kateşinler, yeşil çayda doğal olarak bulunan kuvvetli antioksidanlardır. Hem suda, hem de aseton gibi organik sıvılarda kolayca çözünebilmektedirler. Bu yapıların değişik türleri olmasına rağmen, bunlar içinde en önemlisi epigallokateşin gallat'tır (EGCG). Bu maddenin güneşe çıkmadan önce cilt üzerine uygulanması ile deriyi eritem ve inflamasyona karşı çok iyi koruduğu bildirilmektedir. Bu da maddenin kırışıklık önleyici etkisinin iyi olabileceğini gösterir. Ancak kozmetik pazarında bu maddeyi saf olarak taşıyan cilt bakım ürünü yoktur. Bunun nedeni, EGCG'in saf olarak elde edilmesinin zor ve pahalı olmasıdır. Ayrıca EGCG, kimyasal stabilitesi iyi olmayan ve kolayca oksitlenebilen bir maddedir. Dolayısıyla molekülü oksijenden koruyabilmek için uygun bir taşıyıcı sistemin geliştirilerek formülasyonunun hazırlanması gerekmektedir. Böylece raf ömrü uzun olan bir ürün tüketiciye sunulabilir. Ancak, bu önlemler ürün maliyetini artıran faktörlerdir. Bu nedenle kozmetik firmaları cilt bakım ürünlerinde bu maddeyi saf olarak kullanmak yerine yeşil çay ekstresini kullanmayı tercih etmektedirler. Kullanılan bu ekstre içindeki flavanol miktarı standardize edilmediği için, ekstreyi taşıyan cilt bakım ürünlerinin tüketicinin ihtiyacına cevap verip veremeyeceği şüphelidir (26).

Hayvan ve insan derisine uygulanan EGKG, lökosit infiltrasyonu ve reaktif oksijen ürünlerinin oluşumunu bloke etme kapasitesinde olup eritemi, miyeloperoksidaz aktivitesini, hidrojen peroksit üretimini ve lökosit infiltrasyonunu azaltmaktadır. Fare epidermal mikro-zomlarına epikateşin deriveleri eklendiğinde, UV ile indüklenen lipid peroksidasyonu azalmaktadır. UV ile DNA'da oluşan ve tümör başlangıcında önemli rol



oynayan siklobutan pirimidin dimerlerinin oluşumu da belirgin olarak azalmaktadır. PUVA tedavisi öncesi ve sü-resince oral yeşil çay alımı, fare derisinde hiperplazi, hiperkeratoz, eritem ve ödem gelişimini azaltmaktadır (3).

### **2.11.1. UV Koruyucu Etkileri**

Stratosferik ozon tabakasının incilmesi ve kozmetik araçlarla bronzlaşma eğiliminin artmasıyla birlikte UV radyasyonuna bağlı deri hastalıkları büyük artış göstermiştir (3).

Solar UVB Işığı immüsupresyon ve DNA hasarını indüklemektedir. UVB radyasyonundan önce hayvan ve insan derisine uygulanan YÇP özellikle de EGKG, immüsupresyon mediyatörü olan siklobutan pirimidin dimer oluşumunu, deride ve direne lenf bezinde immun regülâtör sitokin IL-10'u, CD11b infiltrasyonu inhibe etmekte, direne lenf bezinde IL-12 miktarını artırmaktadır. Böylece lökosit infiltrasyonu bloke edilmekte, antijen sunan hücre fonksiyonlarında modülasyon oluşmakta ve UV'nin immün sistem üzerindeki yan etkilerine karşı koruyuculuk sağlanmaktadır (3).

Antiinflamatuvar etkisi olan yeşil çayekstresi hyaluronidazı inhibe eder. UVB'ye karşı bloke edici özelliği vardır. E vitaminiile birlikte kullanılırlarlar.. Son zamanlarda, yeşil çayın UVA ışımına karşı fotokoruyucu etkisi olabileceği, ayrıca UV'ye bağlı deri tümörögenezi, kimyasal karsinogenezve UVA'ya bağlı DNA hasarına karşı belirgin koruyucu olduğu gösterilmiştir (27).

Fitzpatrik deri tipi I-II bireylerde 1960-1986 yılları arasında skuamöz hücreli karsinom insidensi%240, malin melanom insidans› %400 artmıştır. UV radyasyonuna karşı korunma giderek önem kazanmaktadır. YÇP'in, invitro hayvan modellerindeki koruyucuetkilerinden daha önce bahsedilmiştir. Gönüllü insanlarda da 1/1 etanol taşıyıcısı içinde %10-%5-%2,5-%0,5 oranında hazırlanan YÇP solüsyonları UVB veUVA radyasyonundan önce deriye uygulanarak koruyucu etkileri araştırılmıştır. Bu etki klinik olarak eritem, histolojik olarak da güneş yanığı hücre sayısı ve Langerhans hücre sayısı ile değerlendirilmiştir. UV temasından hemen önce sürülen YÇP en belirgin koruyuculuğu oluşturmuştur. UV'den 4 saat önce sürülenYÇP'nin bile koruyucu özelliği gösterilmiştir. Bazı kişilerde %0,5'lik solüsyonlarla güneş yanığı cevabı arasında belirgin azalma saptanırken, eritem üzerine en etkili solüsyon %5'lik miks polifenol karışımıolmuştur.Eritemi inhibe eden en etkili ajan EGKG'dir. YÇP'leri hem UVA, hem de UVB'ye bağlı eritem cevabını belirgin şekilde azaltmaktadır. Spektrofotometrik incelemede YÇP'nin, 273nm'de maksimum UV absorpsiyonu

gösterdiği, UVB'yi absorbe etmediği saptanmıştır.YÇP'in fotokoruyucu etkisi geleneksel koruyuculardan farklı bir mekanizmayla oluşmakta ve daha geniş spektrumu içermektedir (3).

Akut UV hasarının parametresi olan güneş yanığı hücreleri, UV temasından 30 dk önce YÇP uygulandığında%66 oranında azalmaktadır. UV radyasyonu ile hasarlanan Langerhans hücrelerinin fonksiyonlarının da % 58 oranında düzeldiği gösterilmiştir (3).

Farelerde yapılan bir çalışmada; UVB radyasyonu maruziyetinden önce deriye topikal flavanol uygulanması UVB'e bağlı eritemi ve inflamasyonu bloke ettiği; miyeloperoksidaz aktivitesini azalttığı gösterilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada da inflamatuvar lökosit cevabında azalma ile kontakt aşırı duyarlılık yanıtında inhibisyon olduğu rapor edilmiştir. insanlarda yapılan çalışmalar yeşil çayın gelecekte farklı dermatozların tedavisinde kullanılabilecek önemli bir farmakolojik molekül olabileceğini desteklemektedir (28).

### **2.11.2. Nemlendiricilerde Kullanımı**

Yeşil çay, nemlendirici, temizleyici, banyo ve duş jeli, diş macunu, depilatör, şampuan ve parfümler gibi birçok kozmetik güzellik ürünlerine popüler şekilde katılan bileşiktir. Yeşil çay yapraklarında doğal olarak bulunan polifenollerin antioksidan özellikler düşünülerek eklenmektedir. Polifenollerin en önemli bileşiği flavanoller olup kateşinler olarak bilinir. Bu catechinler,epicatechin (EC), epicatechin-3-gallate (ECG), epigallocatechin(EGC) ve en önemlisi de epigallocatechin-3-gallate (EGCG)'tır. Bu bileşikler hücre proliferasyonunda, inflamatuvar yanıtta,ve tümör başlatmada önemli biyokimyasal yolları düzenler. Yeşil çay ekstraktlarındaki fenollerin antioksidan etkilerine karşın, bu bileşiklerin test eden kontrollü klinik çalışmalar yoktur. Nemlendirici listesindeki yeşil çay ekstraktlarındaki fenol konsantrasyonları standartize değildir ve hatta çoğu üründe oran bilinmemektedir. Bu ürünlerin kozmetiklere eklenmesinin hastalar için avantaj olup olmadığı tam açık değildir. EGCG ekstraktının elde edilmesindeki güçlükler nedeniyle bu ürünler oldukça pahalıdır. Bunlara karşı yeşil çay nispeten zararsız bir ürün olduğu için ümit verici bir antioksidan ajandır. Aynı zamanda yeşil çay güvenli olup kontakt alerji bildirilmemiştir (27,28).

## 2.12. ÇAYIN ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ

Antioksidanlar hücreleri serbest radikallerin etkisinden koruyan maddelerdir. Bir redoks tepkimesi olan oksidasyon sırasındaki elektron transferinde, serbest radikallerin oluşumuna yol açabilecek zincir reaksiyonlar meydana gelebilmektedir. İşte antioksidanlar bu reaksiyonlarda kendileri okside olarak radikallerin oluşumundaki artışı dengelemekte, yavaşlatıp durdurabilmektedirler (29).

Antioksidan maddeler, aktif oksijen oluşumunu engelleyerek ya da oluşan aktif oksijenleri tutarak, oksidasyonun teşvik etmiş olduğu zararlanmaları hücresel bazda engellemekte dejeneratif hastalıkların oluşumunu durdurmaktadır (2).

Serbest radikaller insan vücudundaki normal metabolik faaliyetlerin sonucunda oluşabileceği gibi, dış faktörlerle de (radyasyon, hava, besin, ilaç, ... vs) insan vücuduna girebilmektedir. İnsan vücudu enzimatik ve enzimatik olmayan olarak iki kısımda inceleyebileceğimiz antioksidan mekanizmalarıyla, zararlı olan reaksiyonları elimine eder. Enzimatik olan antioksidan mekanizmasında, superoksit dizmutaz, katalaz ve peroksidaz gibi enzimler rol oynamaktadır. Enzimatik olmayan mekanizmada ise vitaminler, polifenoller, proteinler ve bazı mineraller yer almaktadır. Gıdalar bu ikinci kısım için antioksidanların ana kaynağını oluşturmaktadırlar. Gıda kaynaklı olup protein yapısındaki antioksidanlar özellikle besin değeri de taşımakta, fenolik yapıda olanlar ise kanser felç ve çeşitli kalp damar hastalıklarının önlenmesinde rol oynamakla birlikte antimutajenik, antialerjik ve yaşlanmayı önleyici etki de gösterebildikleri rapor edilmektedir (29).

Organizmada serbest radikal oluşum hızı ile ortadan kaldırılma hızı arasında oksidatif denge sağlandığı sürece organizma bu bileşiklerden etkilenmemektedir. Bu zararlı bileşiklerin oluşum hızı sistemin savunma gücünü aşarsa bu denge bozulur ve serbest radikallere bağlı oksidatif stres ortaya çıkar (30).

Oksijen radikalleri endojen (mitokondriyal elektron transport zinciri, ksantin oksidaz, siklooksijenaz, vs.) olarak üretileceği gibi, dışarıdan ekzojen alınan ilaçlar ve ksenobiyotikler gibi maddeler tarafından da oluşabilirler. Modern gıdalar, yüksek şeker, yağ miktarı yüksek gıdalar, alkol ve hatta yoğun egzersizler de oksijen kullanımındaki artışla beraber vücudumuzdaki serbest radikallerin miktarının artmasına neden olmaktadır. Serbest radikaller; membran yapılarında bulunan fosfolipitlerin 2 doymamış yağ asitlerini oksidasyona uğratarak membran bütünlüğünün bozulmasına ve membran

akışkanlığında değişime, proteinlerin tiyol gruplarının oksidasyonuna, çapraz bağlarla agregasyonlarına veya parçalanmaları suretiyle aktivite kaybına, karbohidrat polimerlerinin yıkılmasına, polisakkaritlerin fonksiyonlarının bozulmasına sebep olurlar. Eklemler arası kayganlaştırıcı (lubrikant) özelliği olan hyaluronik asidin vizkositesinin kaybolması buna bir örnektir. Ayrıca oksidatif yarılma ile DNA hasarına yol açabilirler ve karsinogenezin sebep olabilirler reaksiyona girerek istenmeyen mutasyonlar oluşturabilirler. Hiroşima ve Nagazaki'ye atılan bombaların büyük biyolojik etkileri bu mekanizmayla açıklanmaktadır. Serbest radikaller; birçok hastalıkla ilişkili olması ve bu hastalıklara eşlik eden çeşitli komplikasyonların ortaya çıkışında merkezi rol oynaması dolayısıyla son yıllarda araştırmacıların ilgi alanı haline gelmiştir. Özellikle vücutta oluşan oksijen radikallerinin kalp hastalıkları, Alzheimer, Parkinson, serebrovasküler rahatsızlıklar, nörosensoryel bozukluklar, katarakt ve romatoid artrit gibi birçok hastalıkta rol oynadığı bilinmektedir. Yaşlanma sürecinde gözlenen cilt kırışıklıkları, böbrek fonksiyonlarında azalma ve bağışıklık sisteminde bozulma gibi belirtilerde serbest radikaller esas faktör olarak düşünülmektedir (30).

Vücut kaynaklı veya çevresel faktörler sonucu meydana gelen serbest radikalleri etkisiz hale getirmede süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon redüktaz ve peroksidaz gibi enzimler, glutatyon ve vitaminler gibi hücrelere zarar veren serbest radikallerle reaksiyona girip onları etkisiz hale getirerek pek çok hastalığa ve erken yaşlanmaya neden olabilecek zincir reaksiyonları engelleyen veya etkilerini azaltan endojen ve ekzojen kaynaklı antioksidan maddeler mevcuttur. Son yıllarda besin kimyasının ve koruyucu tıbbın bitkisel kaynaklı doğal antioksidanlara karşı ilgisi artmıştır. Bunun sebebi sentetik antioksidanların kanserojenik etki gösterdiğinin düşünülmesidir. Doğal antioksidanlar ise, insan organizması için genellikle zararsız olup yan etkileri bulunmamakla beraber canlı organizmalardaki savunma sisteminde olduğu kadar gıdada da önemli derecede yararlıdır. Doğal antioksidanların büyük çoğunluğu bitkisel kaynaklı olup daha çok polifenoller ve flavonoidler halinde bulunurlar (30).

İnsan sağlığı bakımından antioksidan fonksiyonları ile ön plana çıkan maddeler E ve C vitaminleri, karotenoidler ve fenolik maddelerdir. Fenolik maddeler, meyve, sebze, baharat, tahıl ve içecekler gibi bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır. Çay, fenolik maddelerce zengin içeceklerden birisidir (2).

Polifenoller veya flavonoidler özellikle çayda, meyve, sebze, fındık ve ceviz gibi sert kabuklu yemişlerde, tohumlarda, bitkilerin sap kısmında ve çiçeklerinde, şarapda ve balda yaygın şekilde bulunmaktadır. Çay yapraklarının bileşimi klimatolojik, üretimi ve genetik faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Yeşil çayın flavonoid içeriği yaklaşık 160-1500 mg/g kuru ağırlık, siyah çayın ise 120-1300 mg/g kuru ağırlık aralığındadır ve bu 3 değer elma, şeftali, üzüm, portakal, greyfurt gibi antioksidan kapasitesi yüksek olan meyvelerden daha fazla olduğu söylenmektedir. Çayın flavonoid muhtevası ve antioksidan kapasitesinin incelenmesiyle ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Zeyuan ve arkadaşları yeşil ve siyah çayın eritrositler üzerinde antioksidan etkisini karşılaştırmış ve siyah çayın daha etkin olduğunu tespit etmişlerdir. Langley-Evans, diyetle alınan antioksidanların % 35-45'inin çay flavonoidlerinden kaynaklandığını, demlemesi sırasında sıcaklık arttıkça deme geçen antioksidan miktarının arttığını belirtmişlerdir. Yen ve arkadaşları, günde ortalama 23mg flavonoid alındığını bunun % 48'inin çaydan sağlandığını belirtmişlerdir. Vinson ve Dabbagh, A.B.D'de günlük çay tüketiminin kişi başına 1 g/gün olduğunu böylece çayla 200-300 mg/gün flavonoid alındığını, bu miktarın günlük tavsiye edilen C ve E vitaminleriyle β-karotenin toplamından (70 mg/gün) daha yüksek olduğunu bildirerek antioksidan kaynağı olarak çayın önemini vurgulamışlardır (Tablo 2.6) (30).

**Tablo 2.6.** Çeşitli Tip İçeceklerin Antioksidan Aktivitesi (30)

	FRAP	IC <sub>50</sub>	Gecikme Zamanındaki Artış (dakika)
Yeşil Çay	272–1144a;1600–2200b	0,23–0,99	186–338
Siyah Çay	132–654a;500–900b	0,38–1,07	67–277
Oolong çay	233–532a	0,57–0,6	–
Kırmızı Şarap	2900–3700c	0,45	–
Beyaz Şarap	380–520c	0,77	–
Taze Portakal Suyu	500–600b	–	–
Saf askorbik asit	11,364d	–	–
Erik suyu	–	0,30	–
Papatya çayı	–	–	6
Ihlamur çiçeği çayı	–	–	49
Nane Çayı	–	–	75
Kuşburnu çayı	–	–	78

EGCG ve diğer polifenol türevi antioksidanlar oksidatif hasarı çeşitli mekanizmalar aracılığı ile engeller. Öncelikle antioksidanlar; reaktif azot ve oksijen türevlerini hücre bileşenlerine zarar vermeden nötralize ederek, buldukları ortamdaki serbest radikalleri temizlerler. Bunun ötesinde bazı metal iyonlarına karşı yüksek afiniteye sahip olduklarından metal şelatlayıcı olarak davranırlar ve serbest radikal oluşumunu tetikleyecek redoks-aktif geçiş metallerini inaktive ederler. Yapılan çalışmalar EGCG'nin; peroksidaz aktiviteleri nedeniyle oksidatif hasara neden olabilecek lipoksigenaz, siklooksigenaz ve ksantin oksidaz enzimlerini inhibe ederek oksidatif hasarı engellediğini öne sürmektedir (16).

Gıda kaynaklı antioksidanların başında gelen fenolik ve protein yapıları antioksidanlar, benzer yapılarla molekül düzeyinde etkileşim içindedirler. Tek başlarına sahip oldukları antioksidan aktiviteleri onların radikal elemine etme kapasiteleri ve dolayısıyla olumlu sağlık etkileri hakkında fikir verirken, diğer protein ve fenolik yapılarla yapacakları etkileşimler sonucu bulunan yeni etkinin tespiti büyük önem taşımaktadır. Çünkü bu etkileşimler, gıda ve gıda kaynaklı ürünlerin özelliklerinde değişimlere yol açabilmektedir. Daha önemli olarak insan vücudu baz alınıp hücre düzeyinde olaylara bakıldığında; enzim, hücre membranı ve bazı büyüme faktörleriyle olabilecek etkileşimler olumlu veya olumsuz önemli metabolik değişimlere yol açabilmektedir. Sonuç olarak etkileşimler, etkileşimlerin mekanizmaları ve olası sonuçlarının antioksidanlar bazında irdelenmesi güncelliğini korumakta ve insan sağlığı açısından da büyük önem arz etmektedir (29).

Ayrıca siyah çaya göre daha yüksek antioksidan özelliğe sahip olana yeşil çay ekstraktlarının zincir kırma aktivitesi ve aktif oksijen yok etme özelliği de siyah çaydan daha yüksektir (Çizelge 2.7) (2).

**Tablo2.7.** Yeşil ve Siyah Çay Ekstaktlarının Zincir Kırma Aktivitesi ve Oksijen Yok Etme Özelliği (2)

Çay Tipi	Zincir Kırma aktivitesi (O.D. <sub>-3</sub> /dakika/mg)	Oksijen yok etme özelliği ( $\mu\text{mol O}_2$ /dakika/g)
Yeşil	5.60	1.95
Siyah	184.6	184.3

Yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan çay, düşük yoğunluklu kolesterolun (LDL) oksidasyonunu geciktirmektedir. Araştırmalar, çay tüketimiyle plazmadaki antioksidan potansiyelin önemli derecede arttığını göstermiştir. In vivo koşullarda yapılan çalışmalar, siyah çayın antioksidan özelliğinin yeşil çayınkinden daha yüksek olduğunu göstermektedir (Tablo 2.8). Bunun nedeni, siyah çay üretimi sırasında oluşan sekonder polifenollerin daha hızlı parçalanması, bunların antioksidan kapasitesi yüksek farklı moleküler yapıya dönüşmesidir (2).

**Tablo2.8.**Siyah ve Yeşil Çayın Süperoksit Dismutaz (SOD), Malondialdehit (MDA), Kan Trigliserit ve Glikoz Üzerine Etkisi (2)

Grup	SOD (unit/mg.Hb)	MDA (nmol/g)	Kan trigliseriti (mol/L)	Kan glikozu (mg/10mL)
Kontrol	450	19.8	1.32	10.5
Yeşil çay ekstraktı (% 0,6'lık)	762	15.8	0.61	7.60
Yeşil çay ekstraktı (% 1,2'lik)	810	15.8	1.22	8.1
Yeşil çay ekstraktı (% 2,4'lik)	826	16.3	0.63	7.7
Yeşil çay, 5 g/kg	502	13.2	0.85	7.7
Yeşil çay, 10 g/kg	1122	14.2	1.18	7.9
Yeşil çay, 20 g/kg	1124	13.3	0.79	7.9
Siyah çay ekstraktı (% 0,6'lık)	832	12.6	0.99	8.5
Siyah çay ekstraktı (% 1,2'lik)	1200	12.2	0.92	7.8
Siyah çay ekstraktı (% 2,4'lik)	952	13.3	0.91	7.8
Siyah çay, 5 g/kg	867	12.9	0.89	8.2
Siyah çay, 10 g/kg	899	13.6	1.09	7.7
Siyah çay, 20 g/kg	1105	12.9	1.11	7.6
Yeşil Çay	857.8	14.7	0.88	7.8
Siyah Çay	975.7	12.9	0.99	7.9

Flavanoller de içeren flavonoidlerin serbest radikalleri temizleme, güçlü antioksidan özelliği, hidrolitik ve oksidatif enzimleri (fosfolipaz A2, sitokrom oksijenaz, lipoksijenaz) inhibe etme ve iltihap önleyici aktiviteleri bilinmektedir. Çayflavanollerinin antioksidan yeteneği hidroksilgruplarının sayısı, bağlandığı yer ve galloilparçalarının varlığına bağlı olarak değişmektedir. Vinson ve Dabbagh (1998), çaykateşinlerinin antioksidan gücünün vitaminlere göre daha yüksek olduğunu saptamışlar (Tablo 2.9) ve büyükten küçüğe doğru, çay kateşinlerinin antioksidan aktivitesini epigallokateşin > epigallokateşin > epikateşin > epikateşin olarak

sıralamışlardır. Diğer bir çalışmada bu sıralama, epigallokateşin gallat> epikateşin gallat> gallokateşin> epikateşin> epigallokateşin olarak verilmiştir (Benzie ve Szeto, 1999). Çay kateşinleri yanında oksidasyon ile oluşan teaflavin monogallat gibi sekonder fenolik maddeler de antioksidan özelliğe sahiptirler. Siyah çay üretimi sırasında oksidasyonla oluşan bu maddeler polimerizasyon nedeniyle monomerik kateşinlerden daha çok fenolik hidroksiller içerirler ve önemli ölçüdesüperoksit ile hidroksil radikalini yok etme yeteneğine sahiptirler (Tablo 2.10–11) (2).

**Tablo2.9.** Saf antioksidanlar ve çay fraksiyonlarının antioksidan aktivitesi (2)

	IC <sub>50</sub> (µM)		IC <sub>50</sub> (µM)
Vitaminler		Çay Fraksiyonları	
β-karoten	4.30	Siyah çay ekstraktı (% 46,32)	0,59
E vitamini	2.40	Kafeinsiz siyah çay ekstraktı (%47,08)	0,59
C vitamini	1.25	Teaflavinler	0,29
<i>Çay Fenolleri</i>		Yeşil çay ekstraktı (% 46,19)	0,22
Gallik asit	1,25	Kafeinsiz yeşil çay ekstraktı (% 49,15)	0,22
Kateşin	0,67	Saf siyah çay polifenoller % 91,38)	0,16
Klorojenik asit	0,30	Saf yeşil çay polifenoller (% 95,22)	0,13
Epikateşin	0,19		
Epikateşin gallat	0,14		
Epigallokateşin	0,10		
Epigallokateşin gallat	0,08		

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

**Tablo2.10.**Çay Kateşinleri ve Sekonder Fenolik Maddelerin Hidroksil Radikalini Yok Etme Yeteneği (2)

Konsantrasyon (µg/mL)	Çay kateşinlerinin hidroksil radikalini yok etme oranı (%)	Çay sekonder fenolik maddelerinin hidroksil radikalini yok etme oranı
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



**Tablo 2.11.** Çay Kateşinleri ve Sekonder Fenolik Maddelerin Süperoksit Radikalini Yok Etme Yeteneği (2)

Konsantrasyon ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	Çay kateşinlerinin süperoksit radikalini yok etme oranı (%)	Çay Sekonder Fenolik maddelerinin süperoksit radikalini yok etme oranı (%)
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	96,9	91,55
133	93,35	83,8
167	89,88	83,52

Fareler üzerinde yapılan çalışmalar, çay sekonder fenolik maddelerinin tehlikeli türde radikalleri parçalama yeteneğine sahip bir enzim olan süperoksit dismutaz zararlanmasını ve oksidasyonunu önlediğini, böylece süperoksit dismutaz enziminin aktivitesini artırdığını ve lipit oksidasyon ürünü olan malondialdehit miktarını düşürdüğünü göstermiştir (2).

Saf antioksidanlar ve çay fraksiyonlarının antioksidan aktivitesi Tablo 2.9’da 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 (Tablo 2.10–11). Yeşil çay yapısındaki kateşinlerin yüksekliğinden dolayı vitamin C ve E’den daha güçlü antioksidan aktiviteye sahiptir. 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, lipoksijenaz) inhibe etmektedir (7).

### 2.13. YEŞİL ÇAYIN HAYVAN BESLEMEDE KULLANIM OLANAKLARI

Japonya'da yılda yaklaşık 100.000 ton çay atığı oluşmaktadır. Bu atıkların büyük bir kısmı yakılmakta kalan kısmı toprak çukurlara gömülmekte veya kompost yapılmaktadır. Yakma veya gömme işlemlerinin çevre kirliliğine sebep olması, son yıllarda bu atıkların çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanımını gündeme getirmiştir. Kuru maddede oldukça yüksek düzeyde protein, tanen, polifenol ve vitamin içeren çay yaprakları, hayvan yemlerinde protein kaynağı (212-276 g / kg KM) olarak kullanılabilir. Ancak yüksek tanen içeriği göz ardı edilmemelidir. Tanenler, proteinler ile birlikte çözünmeyen kompleks bileşikler oluşturarak ruminal protein sindirimini azaltıp gübre ile N atılımını arttırmaktadır. Ayrıca yeşil çayın silo yemlerinde protein katkısı ve fermentasyon düzenleyicisi olarak kullanılması da önerilmektedir. Geviş getiren hayvanlarda rumen fermantasyonu sonucunda oluşan metan ve amonyak gibi gazlar enerji kaybına ve ekolojik problemlere neden olur. Çünkü metan sera gazı etkisiyle küresel ısınmaya katkıdabulunur. Ruminant beslemede kullanılan yem katkı maddelerinin çoğu, metan ya da amonyak azotu üretim miktarının azaltarak besin maddelerinden yararlanmayı iyileştirici etkilere sahiptir. Çay kateşinlerinin özellikle (-)-epigallokateşingallat 'ın üreaz enzimini inaktive ettiği bildirilmektedir. Çayın yüksek düzeyde saponin içerdiği ve saponinlerin kuzu besisinde performansı olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, 2, 4, 6 ve 8 mg / 200 mg çay saponini ilavesinin in vit ro metan üret imini sırasıyla %13, 22, 25 ve 26 oranında azalttığı saptanmıştır. Araştırmacılar bu etkinin protozoa sayılarındaki azalmadan kaynaklandığını bildirmişlerdir (4).

Yeşil çayın antioksidan etkisini araştıran Tang ve ark., çay kateşinlerinin düzeyi yükseldikçe antioksidan etkinin arttığını belirlemişlerdir. Yeşil çay kateşinleri barsaklardaki mikroflora dengesini değiştirebilir. Düşük dozlarda ve uzun süre kateşin kullanılması patojen bakteri sporlarının (Clostridium ve Bacillus) gelişimi engellemektedir. Buna karşın, yeşil çay barsak duvarında yararlı mikroorganizmaların (Bifidobacteria ve Lactobacilli) gelişimini ise teşvik etmektedir. Bu özeliğinden dolayı yeşil çay, kanatlı hayvanlarda barsak mikroflora dengesinin korunması amacıyla kullanılabilir (4).

#### **2.14. ÇAY ATIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Bilindiği üzere kuru çay imalatı sırasında bir miktar da çay atığı ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde yetiştirilen yaş çayın genetik yapısından kaynaklanan nedenlerden dolayı selüloz oranı yüksek olduğu için imalat sonrası ortaya çıkan atık miktarı da artmaktadır. Yaş çay fabrikalarının ortaya çıkan bu atıkları çevreye zarar vermeden imha etme konusunda zaman zaman sıkıntı yaşadıkları bilinmektedir. Yapılan araştırmalarda bu atıklar genel olarak buhar kazanlarında yakılarak veya fabrika sahalarında çürütülerek üreticilere dağıtılmak suretiyle imha edildiği belirlenmiştir. Bu şekilde atıklar ekonomik olarak hiçbir şekilde değerlendirilmeden imha edilmiş olmaktadır (30).

Çay atıklarının değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması amacıyla ülkemizde ve yurt dışında birçok bilimsel araştırma yapılmaktadır. Son zamanlarda çay atık özütlerinin banyo suyu ile kullanımının cilt sağlığı ile ilişkisini açıklayan çalışmalar olduğu gibi onların hücresel ortamda etkinliklerini ortaya koyan araştırmalar da giderek artmaktadır. Ayrıca Hindistan'da fabrika çay atıklarının ve kafeini alınmış çay atıklarının hem küçükbaş hem de büyük baş hayvan çiftliklerinde yem olarak kullanılmakta ancak bu konuda çok fazla veri mevcut değildir. Yapılan literatür taramalarında çay atıklarının bu ve bunun gibi birçok amaçla kullanılabilmesine dair bilgiler mevcuttur (30).

#### **2.15. YEŞİL ÇAYIN OLUMSUZ ETKİLERİ**

Yeşil çayın içinde kafein olmasından dolayı çok içilmesi uykusuzluk gibi sorunlara neden olabilir. Bir fincan kahvede (yaklaşık 160 ml) 40-50 mg kafein vardır. Çayın içeriğinde bulunan kafein bileşiğinin aşırı miktarda tüketildiğinde toksik etkiler yaptığı göz ardı edilmemelidir. Yine emziren kadınlar ve gebelerde, içeriğindeki kafeinden dolayı yeşil çayı fazla tüketilmemesi önerilmektedir (1).

Yeşil çay folik asitin yararlarını olumsuz yönde etkileyebileceğinden hamilelerin kullanmaması gerektiğini belirten uyarılar vardır. Yeşil çayın antikanserojen etkisi içerdiği EGCG ile dihydrofolate reductase (DHFR)'ı inhibe etmesi ile olmaktadır. Bu etki methotrexate ve aminopterin gibi antifolat kemoteropatlara benzer etkiye neden olmakta ve aynı zamanda folik asit düzeyinde düşmeye neden olduğu iddia edilmektedir. Gebelik öncesi dönemde fazla yeşil çay tüketen bayanlarda spina bifida sıklığının fazla olduğuna yönelik yayınlar bu mekanizma üzerinde durmaktadır. Çok sık rastlanmasa da yeşil çayın fazla tüketilmesine bağlı hepatotoksisite ve nefrotoksisite vakaları da bildirilmiştir. Bu toksikasyonların muhtemelen EGCG veya metabolitlerinin

hasta metabolizmasıyla da bağlantılı olarak oksidatif strese neden olduğu belirtilmektedir. Fazla miktarda tüketilen yeşil çay içerdiği polifenollerin bazı ilaçlar ve demir preparatlarının absorpsiyonunu zorlaştırıcı etkisinden dolayı beslenme bozukluğu yapabilir. Ayrıca topikal kullanımı ciltte irritasyona neden olabilir (9).

## **2.16. NE KADAR ÇAY İÇİLMELİ?, YEŞİL ÇAY MI YOKSA SİYAH ÇAY MI İÇİLMELİ?**

Asıl merak edilen ne kadar çay içilmeli?, Yeşil çay mı yoksa siyah çay mı içilmeli? Bu sorulara literatürlerde verilen yanıtlar şu şekilde özetlenebilir. Yapılan birçok testte siyah ve yeşil çayın benzer etkilere sahip olduğu belirtilmiştir. Çaydaki kafein gözlenen bazı etkilere sahip olduğu bilinmekle beraber, düzenli olarak içilen çayın genellikle kafeinsiz çaydan (değişik fermentasyonlarla elde edilen) az da olsa daha iyi etkilere sahip olduğu söylenebilir. Epidemiyolojik veriler ve laboratuvar sonuçları, 4 fincan (fincan yaklaşık 160 mL) veya daha az çayın (yaklaşık 600 mL kadar) kronik hastalıkları önemli derecede korumada yeterli olmadığı gösterilmiştir. Günde tüketilen 6–10 fincan çayın (yaklaşık 960–1600 mL) kronik hastalıklardaki riski azalttığı gösterilmiştir. Bu miktarda tüketilen çay sağlıklı beslenme alışkanlığının bir parçası olmaktadır. Yetişkinlerde toplam alınan sıvı miktarı olan 2.5 litrenin, 0.9-1.4 litresinin çay olması gerektiği önerilmektedir. Her ne kadar çocukların şişmanlatıcı yüksek düzeyde şekerli içecekler yeri-ne, 3-5 fincan kafeinsiz çay içmelerinin faydalı olacağı önerilmiş olsa bile, kafeinsiz çay elde edilirken, organik solvent içeren değişik yöntemlerin kullanıldığı ve organik solvent kalıntılarının toksik etkilere yol açacağı belirtilmiştir. Bu durum dikkate alındığında, çocuklar için önerilen kafeinsiz çay tüketiminin yararlı olacağı kanaati oluşmamaktadır (1).

Amerika'da, sağlık ve beslenme araştırmalarına dayanarak ilgili sağlık kuruluşları, kişilerin günde 5-9 arası meyve ve sebze tüketmeleri gerektiği bildirilmiştir. Son 20 yıl süresince araştırmalar, kişilerin sadece ne yedikleri değil ne içtikleri üzerine de yoğunlaşmıştır. Sonuç olarak, çay sağlıklı beslenmenin bir parçası olan iyi antioksidan kaynaklardan biridir. Yetişkinlerin günde 2-3 litre sıvı tüketmeleri gereklidir. Su, günlük sıvı tüketiminin önemli bir parçasıdır. Bilimsel araştırma sonuçlarına göre, günde 5-7 fincan çayın yeşil veya siyah taze demlenmiş (yaklaşık 800-1120 mL) günlük alınan sıvı miktarının bir bölümünü oluşturması gerektiği belirtilmekte ve önerilmektedir (1).

### 3. SONUÇ

Çayın yapısında çok farklı yapıda ve özellikte kimyasal bileşikler bulunmaktadır. Bunların başlıcaları enzimler, polifenoller, alkaloidler, azotlu bileşikler, karbonhidratlar, pigmentler, vitaminler, organik asitler, minerallerdir. Yapılan çalışmalarda, çayın sağlık üzerine yararlı etkileri, daha çok yapısında bulunan polifenolik maddelerle ilişkilendirilmektedir. Flavanoller (kateşinler) ve flavonoller, çayda bulunan başlıca polifenollerdir. Yeşil çayın ağırlık olarak %20-40'ı polifenollerden oluşur ve bunun da %60-80'i kateşinlerdir. Yeşil çay, taze toplanmış yeşil yaprakların soldurma, kavrma, kurutma ve kavurma işlemine uğratılması ile üretildiği için polifenol bileşimi taze çay yapraklarından çok az farklılık göstermektedir. Çay kateşinleri kimyasal olarak flavon-3-ol'ler olarak tanımlanırlar (3). (-)-epikateşin (EK), (-)-epigallokateşin (EGK), (-)-epikateşingallat (EKG) ve (-)-epigallokateşingallat (EGKG) yeşil çayda yüksek oranda bulunan başlıca kateşinlerdir. Epigallocatechin gallate (EGCG) çayın içinde en fazla bulunan ve üzerinde en fazla araştırma yapılan kateşindir. Bunların yanı sıra, flavonoller (quercetin, kaempferol ve rutin), kafein, fenolik asitler, theanine ve koku bileşikleri yeşil çayda bulunabilen diğer bileşiklerdir (4,9,13,31).

Son yıllarda insan sağlığı ve çay tüketimi arasındaki ilişkinin incelendiği bir çok çalışma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar çayın antioksidatif, antiinflamatuar, antimutajenik, antikarsinojenik, antiangiojenik, apoptotic, antiobezite, hipokolesterolemik, antiateriosklerotik, antidiabetik, antibakteriyel, antiviral ve antiaging etkilere sahip olduğunu göstermiştir (4).

Yeşil çay polifenolleri antioksidan, antiinflamatuar, antikarsinojenik, termojenik, probiyotik ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir ve bunlar insan, hayvan ve in vitro çalışmalarla kanıtlanmıştır. Polifenollerin yaşamsal özelliklerinin C vitamininden daha fazla olduğu ileri sürülmüştür (32).

Polifenolik bileşikler, serbest radikalleri temizlerler=süpürürler (scavenger) ve hücre içi enzimlerin (glutatyon reduktaz, glutatyon peroksidaz, glutatyon-S-reduktaz, katalaz ve

quinon reduktaz gibi hücre içi enzimler) aktivitesini artırır. Ayrıca, yeşil çaydaki (-)-epigallokateşingallat metal iyonları ile bağlanarak serbest radikallerin oluşumunu azaltmaktadır . Böylece, yeşil çay hücre nekrozuna ve ölümüne sebep olan lipid peroksidasyonunu ve mutasyonlara yol açan DNA hasarlarını önleyebilmektedir.Yeşil çayın bileşiklerinin prokarsinojenlerin yok edilmesini teşvik ederek ve tümör metaztazını engelleyerek karsinogenezi önlediği bildirilmektedir (4).

Çeşitli epidemiyolojik çalışmalar, yeşil çay tüketiminin ösefagus, mide ve karaciğer kanseri insidansını azalttığını göstermiştir. Son zamanlarda, çayın kansere karşı koruyucu bir ajan olduğu bildirilmektedir. Deney hayvanlarında son dönemde yapılan çalışmalarda, çayın ve bileşenlerinin karsinogeneze karşı inhibitör etkisinin olduğu gösterilmiştir. Çay tüketiminin deri, akciğer, yemek borusu, mide, karaciğer, pankreas, meme, prostat ve kolon kanserlerinin oluşumuna neden olan kimyasal kanserojenlere karşı koruma sağladığı bildirilmektedir (7,17).

Yeşil çayın yapısındaki polifenolik fraksiyon (epikatekin (EC), epigallokatekin (EGC), epikatekin-3-gallat (ECG), epigallokatekin-3-gallat (EGCG)) UV ışınlarına karşı koruyucu özellik göstermektedir. Yeşil çayın yapısındaki epigallokatekin-3-gallatın topikal kullanımının UV'ye bağlı kanser gelişimini azalttığı farelerde yapılan çalışmalarda gösterilmiştir . İnsanlarda ise topikal yeşil çay polifenolik fraksiyonlarının kullanımı ile UV'ye bağlı hasarın, eritemin, güneş yanığının azaldığı saptanmıştır . Hem UVA hem UVB'ye karşı koruyucu özellik gösterebilen yeşil çayın güneş koruyucu ajanlarla birlikte kullanımı halinde etkin bir fotokorumanın sağlanabileceği düşünülmektedir (33).

Hem yeşil hem de siyah çayın her yaş grubu için başta koroner kalp hastalıkları (KKH), inme, kalp damar hastalıkları (KDH), hipertansiyon, mide ve kolorektal gibi çeşitli kanser türleri olmak üzere, artirit, antiviral ve antiinflamatuvar hastalıklara karşı koruyucu ve kemik yoğunluğunu düzenleyici, etkileri yapılan araştırmalarla gösterilmiştir. Hem yeşil hem de siyah çayın içeriğinde bulunan polifenolik bileşikler dolayısıyla antioksidan bir içecek olduğu ve kronik hastalıklardan koruyucu etkisini bu yolla yaptığı belirtilmektedir.Çayın hipertansiyon için risk oluşturmadığı,tersine kan basıncını düşürücü bir etkisi olabileceğini işaretleyen bazı yayınlar bulunmaktadır.Yeşil çaydaki polifenollerin hipertansif kişilerde kan basıncını düşürdüğü bildirilmiştir (5,34).

Yeşil çayın, gastrointestinal sistemde intrasellüler antioksidanları aktive, prokarsinojen oluşumunu inhibe, anjiyogenezisi ve kanser hücre çoğalmasını ise süprese ettiği ifade edilmiştir. Yeşil çayın diş çürümeleri önlediği, kolesterolü düşür- düğü, gastrointestinal sistemde lipitleri absorbe ederek, bireyleri kardiyovasküler hastalıklardan koruduğu belirtilmiştir. Çay kateşinleri,gastrointestinal sistemde iyi absorbe edilir. Çay kateşinlerinin kendi içinde sinerji oluşturduğu,kafein ile hastalıkları modifiye eden oluşumlar ortaya çıkardığı iddia edilmektedir. Bu nedenle az ve sık içilen yeşil çayın gastrointestinal hastalıklarıönleyici etkiler sağladığı söylenebilir (1).

Yeşil çay polifenolleri hepatik detoksifikasyon yapan enzimlerin aktivitesinin stimülasyonu, ksenobiyotik bileşiklerinin detoksifikasyonu ve radikal oksijen türlerinin üretimini tetikleyen demir gibi metal iyonlarının şelasyonu olaylarına katılır. Yeşil çayın önemli bir antioksidan etkiye sahip olduğunu kanıtlanmıştır (32).

Yeşil çayın çiftlik hayvanlarının beslenmesinde protein kaynağı veya katkı maddesi olarak kullanılması konusunda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar umut vericidir. Yeşil çay veya çay sanayii yan ürünlerinin bu şekilde değerlendirilmesi hem gıda güvenliği hem de ekolojik dengenin korunması açısından yararlı olacaktır (4).

#### 4. KAYNAKLAR

1. Çelik F. Çay (*Camelliasinensis*); İçeriği, Sağlık Üzerindeki Koruyucu Etkisi ve Önerilen Tüketimi. Türkiye Klinikleri J. MedSci 2006, 26:642-647.
2. Tosun İ., Karadeniz B. Çay ve Çay Fenoliklerinin Antioksidan Aktivitesi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 2005,20(1):78–83.
3. Atılganoğlu U. Dermatolojide Yeşil Çay. TÜRKDERM 2002; 36: (3)
4. Önenç S., Açıkgöz Z., Akkan S.Yeşil Çayın (*CamelliaSinensis*)
5. Fisunoğlu M., Besler T. Çay ve Sağlık İlişkisi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, htbf@hacettepe.edu.tr 15.09.2008 SYF 1-11
6. Türkmen N. Farklı Sınıf Çaylarda Kıvırma Proseslerinin ve Değişik Hasat Dönemlerinin Çayın Fenolik Madde ve AlkaloidBileşimine Etkisi.2007 S. 3-17
7. Sarıca S.,Karatas Ü., Diktas M. Çay (*Camelliasinensis*); İçerigi, Metabolizma ve Sağlık Üzerine Etkileri, Antioksidan Aktivitesi ve Etlik Piliç Karma Yemlerinde Kullanımı. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2008, 25(2), 79-85
8. <http://www.caykur.gov.tr/default.aspx> 18.04.2012 saat 20.05
9. Toprak D., Karaca E. Yeşil Çay. s. 1-8
10. Sahin H., Özdemir F.Yeşil Çayın Sağlık Üzerine Etkisi . Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu ,S. 219-221
11. Başer K. H. C., Kırımer N. Fonksiyonel Gıdalar ve Nutrasötikler. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir, Eds. 2004. S.34
12. Özoğul Y. Doğal Antioksidan (Kekik, Yeşil çay, Adaçayı ve Defne) Ekstraktının Kıyılmış Kolyoz Etinden (*Scomberjaponicus*) Hazırlanan Burgerlerin Raf Ömrüne Etkileri . 2011. S.10-17
13. Topuz A., Şahin H., Akdoğan A., Dinçer C., Özdemir F., Türk Siyah Çayının Fenolik Madde Kompozisyonu Üzerine Rakım, Sürgün Dönemi ve Çay Sınıfının Etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21–23 Mayıs 2008, Erzurum, S. 141.



14. Caffin, N.,D'Arcy, B., Yao, L. andRintoul, G. 2004. Developing an index of qualityforAustraliantea. RırdcPublication No. 04/033, Project No. UQ-88A,Publication of RuralIndustriesResearchand Development Corporation, 192 pp.,Australia
15. Cellat M., Kılınç Kılıçalp D. Elektromanyetik Radyasyona Maruz Bırakılan Kobayların Böbrek Dokusunda Prooksidan-Antioksidan Düzeylerine Yeşil Çayın Etkisi. 2 F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg. 2010: 24 (1): 17 – 21
16. Koçtürk S., Altun Z. HCT–116 Kolon Kanser Hücre Hattında Yeşil Çay Etken Maddesi Olan Epigallokatekin–3 Gallat'ınApoptoz Etki Mekanizmasının İncelenmesi Proje No: 108S088 Mayıs2010 İzmir Syf1-89
17. Atasayar Sabuncuoğlu S. , Baydar T., Giray B., Şahin G. MİKOTOKSİNLER: Toksik Etkileri, Degredasyonları, Oluşumlarının Önlenmesi ve Zararlı Etkilerinin Azaltılması *Hacettepe Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Dergisi*Cilt 28 / Sayı 1 / Ocak 2008 / S. 63-92
18. Chung F. L., Schwartz J., Herzog C.R., Yang Y.M, Tea and cancer prevention: studies in animals and humans, *Journal of Nutrition*, 133, 3268-3274, (2003).
19. Ahmad N., Feyes D.K., Nieminen A.L., Agarwal R., Mukhtar H., Green tea constituent epigallocatechin-3-gallate andinduction of apoptosis and cellcyclearrest in human carcinoma cells, *Journal of National Cancer Institute*, 89, 1881–1886, (1997).
20. Yılmaz İ. Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 17 (2) 143-153 (2010)
21. Demirel C., Yaman Ö. Androlojik Hastalıklarda Kullanılan Reçetesiz Satılan Diyet Destek Ürünleri. *Türk Üroloji Dergisi*: 33 (4): 421-428, 2007
22. Efeoğlu Gönlügür T., Gönlügür U. Kanser Tedavisinde Teofilin. *Dicle Tıp Dergisi*, 2007 Cilt: 34, Sayı: 2, (150-154)
23. Kovacs, E.M.R.,Lejeune, M.P.G.M., Nijs, I., Westerterp-Plantenga, M.S. Effects ofgreentea on weightmaintenanceafter body-weightloss. *British Journal of Nutrition*.91; 431-437, 2004
24. SchneiderC, Segre T. GreenTea: PotentialHealthBenefits Am FamPhysician. 2009 Apr 1;79(7):591-594
25. Coşkun F. Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2006 (2) 27-33

26. Tırnaksız F. Antioksidanların Cilt Bakım Ürünlerinde Kullanımı. s.1–14.
27. Türsen Ü. Deri Yaşlanmasının Topikal Ajanlarla Önlenmesi. *Dermatose* 2006; 5(4): 267-283.
28. Eken A., Uzun Polat M. Tosun İ., Karadeniz B. Çay ve Çay Fenoliklerinin Antioksidan Aktivitesi. *T Klin Kozmetoloji* 2002, 3:200-205
29. Demirbüker Kavak D. Antioksidan Etkileşimleri: Polifenol-Protein Etkileşimleri *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* Cilt: 5, No: 3, 2010 (9-16)
30. Demir A. Siyah ve Yeşil Çay İle Atıklarının Antioksidan Özelliklerinin Karşılaştırılması.2011, s.1–4.
31. Velioglu S. Farklı Çay Ekstraktlarının Antioksidan, Antibakteriyal Etkileri ve Fenolik Madde Dağılımının HPLC ile Belirlenmesi. 2007 .S.3-22
32. Kılıçalp D.,Yur F., Değer Y. Elektromanyetik Radyasyona Maruz Bırakılan Kobayların Serum Bakır ve Çinko Seviyelerine Yeşil Çayın Etkisi. *Y.Y.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2008 (2) 53-56
33. Ünlü E., Erdem C. Deri Yaşlanmasında Korunma ve Tedavi Yöntemleri. *Dermatoz* 2010;1(1):23-31
34. Işıksoluğu M. Flavonoid ve Çay Tüketimi İle Kardiyovasküler Hastalıklar Arasındaki İlişkiler. *Türk Hij Den Biyol Derg* 2000, Cilt 57, No 3, S : 181– 188

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

**Adı, Soyadı** : Hilal KESLER  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 29 Ocak 1989, Afyonkarahisar  
**Medeni Durumu** : Bekar  
**Tel.** : 0 507 582 91 38  
**E-mail** : eczacihilal03@hotmail.com  
**Yazışma Adresi** : Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi  
Melikgazi/KAYSERİ

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi	2007–2012
Lise	Afyonkarahisar Anadolu Öğretmen Lisesi	2003–2007

### YABANCI DİL

İngilizce