

Çay Bitkisinin (*Camellia sinensis*) Bileşimi ve Sağlık Etkileri

Cemre Elmas  ✉, Ceren Gezer 

Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

Geliş Tarihi (Received): 27.04.2018, Kabul Tarihi (Accepted): 09.10.2018

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): cemre.elmas@emu.edu.tr (C. Elmas)

☎ 0 392 630 20 72 📠 0 392 630 39 40

ÖZ

Dünya çapında yaygın olarak tüketilen içeceklerden olan çayın sağlık üzerine etkisi çoğunlukla bileşiminde bulunan fitokimyasallar ile ilişkilendirilmektedir. Çay üretim aşamasında fermantasyon işlemi, çay içeriğinde bulunan biyoaktif bileşenlerin çeşit ve miktarlarında değişiklikler oluşturmaktadır. Çay polifenollerinden kateşinlerin antioksidan aktivite ile obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi hastalıkların önlenmesine katkıda bulunduğu, aynı zamanda bu bileşenlerin antiviral, antibakteriyel ve nörolojik hastalıklara karşı koruyucu etkileri olduğu belirtilmektedir. Bu derlemede çayın bileşimi ve sağlık üzerine etkilerinin irdelenmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Camellia sinensis*, Çay, Flavonoid, Epigallokateşin gallat

Composition and Health Effect of Tea Plant (*Camellia sinensis*)

ABSTRACT

Tea is one of the most widely consumed beverages worldwide. The effect of tea on human health is often related to phytochemicals in its composition. During tea production, fermentation may produce variations by the amount and type of bioactive components present in the tea content. Catechins in the tea polyphenols show antioxidant activity. These components contribute to the prevention of diseases such as obesity, diabetes, cardiovascular diseases and cancer. It is also stated that these components may have protective effects against viral, bacterial and neurological diseases. In this study, it is aimed to review the bioactive constituents of tea and their effect on human health.

Keywords: *Camellia sinensis*, Tea, Flavonoid, Epigalloatechin gallate

GİRİŞ

Çay, dünya çapında hem sıcak hem de soğuk olarak çok fazla tüketilen popüler içeceklerin başında gelmektedir. *Camellia sinensis* bitkisinin yapraklarından hasat ve işleme sırasında uygulanan farklı yöntemlerle siyah çay, oolong çay, yeşil çay, beyaz çay gibi farklı çay ürünleri üretilmektedir. Bu farklılık işleme sürecindeki fermantasyon işlemine bağlı olarak, taze yapraklardaki polifenollerin oksidasyon derecesiyle ilişkilidir [1]. Siyah çay üretim basamaklarında yapraklar kıvrılarak polifenol oksidaz ile oksidasyona uğraması sağlanır. Bu işlem ile flavan-3-ol (kateşin) seviyeleri

düşmektedir. Yeşil çay ise oksidasyona uğratılmadan üretildiğinden zengin bir okside olmamış kateşin kaynağıdır. Çaylarda bulunan en önemli fenolik bileşikler kateşinlerdir [2]. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda çayın bu biyoaktif bileşenleri sayesinde kardiyovasküler hastalıklar, obezite, diyabet, oksidatif ve inflamatuvar hastalıklar, bakteriyel ve viral hastalıklar, kanser, nörolojik hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir [3-5]. Bu derlemede çayın bileşimi ve sağlık üzerine etkilerinin irdelenmesi hedeflenmiştir.

ÇAY HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Çay bitkisi *Theaceae* familyasının *Camellia* cinsine aittir (*Camellia sinensis* veya *Thea sinensis*) [6]. Çay bitkisi nemli iklimlerde yetişen, her mevsim yeşil olan, kısa boylu, çok yıllık, çalı türü bir ağaçtır. Çay bitkisi yaklaşık olarak 40 ülkede yetiştirilmekte olup iklim koşullarına bağlı olarak yarı tropik bir bitki olarak değerlendirilebilmektedir. Çay bitkisi üretiminin önemli bölümü Çin, Sri Lanka, Endonezya, Japonya, Hindistan, Tayvan ve merkez Afrika ülkelerinde yapılmaktadır [7-9].

ÇAY ÜRETİMİ VE İŞLEME TEKNİKLERİ

Çay üretiminde, bitkinin sürgün ucundan iki yaprak ile bir tomurcuğun (iki buçuk yaprak olarak isimlendirilir) kullanılması tercih edilmektedir. Bunun nedeni kalite bakımından önemli olan farklı bileşenlerin bitkinin bu iki buçuk yaprak kısmında yoğun olarak toplanmış olmasıdır [10]. Çay bitkisinden temelde üç çeşit çay üretilmektedir. Bu çay çeşitleri; siyah çay, yeşil çay ve oolong çay'dır. Tüm bu çaylar *Camellia sinensis*'ten üretilmekte ve üretim aşamasındaki oksidasyon işlemine bağlı olarak farklılaşmaktadır [11-13].

Türk Gıda Kodeksi, Çay Tebliği, (Tebliğ No: 2015/30)'ne göre siyah çay, "*Camellia sinensis* türünün farklı çeşitlerinin genç sürgünlerinden tepe tomurcuğu ve onu takip eden taze yapraklar ve taze tek yaprak, taze iki yaprak ve taze üç yapraklı sürgünler ile bunları birbirine bağlayan taze sap kısımlarının soldurma, kıvrıma, parçalama, oksidasyon ve kurutma gibi üretim aşamaları ile işlenmesi sonucu elde edilen ürün" şeklinde tanımlanmaktadır. Yeşil çay ise "*Camellia sinensis* türünün farklı çeşitlerinin genç sürgünlerinden tepe tomurcuğu ve onu takip eden taze yapraklar ve taze tek yaprak, taze iki yaprak ve taze üç yapraklı sürgünler ile bunları birbirine bağlayan taze sap kısımlarının, enzim inaktivasyonu, kıvrıma, parçalama, kurutma gibi üretim aşamaları ile işlenmesi sonucu elde edilen okside olmamış ürün" şeklinde tanımlanmaktadır [14]. Buna göre siyah çay tam fermentasyon ile elde edilirken yeşil çay fermente edilmez. Oolong çay ise kısmen fermente edilmektedir [15].

Çayın üretim aşamalarına bakıldığında ilk olarak hasat edilen yapraklar tepsiler içinde ya da kurutma odalarındaki kurutma raflarında soldurulmaktadır. Bu işlem aynı zamanda dehidratasyonu da kapsamaktadır. Taze yaprakların nem oranı yaklaşık olarak %75'ten %55-65'e düşer ve yapraklar yumuşamaya başlar. Bu işlemle yapraklar bir sonraki aşama olan kıvrıma işlemi için uygun hale getirilmiş olup sonraki işlem olan fermentasyon için uygun ortam oluşturulur. Aroma gelişimi ve fermentasyon için enzim aktivitesi başlar. Daha sonraki aşamada soldurulmuş yapraklar kıvrılır ve fermentasyon başlar. Kıvrılan çaylar makinalarda küçük parçalar haline getirilir. Çaylarda çeşitliliği sağlayan aşama olan fermentasyon aşamasında buhar ısıyı verilerek 2-3 saatte fermentasyonun gerçekleşmesi sağlanır. Fermentasyon işlemini durdurmak için çay yaprağı kurutularak nem içeriği belirli bir seviyeye

indirilir. Hazırlanan yapraklar belirli özelliklere göre ayrılarak uygun koşullarda paketlenir [16].

Siyah çay, yeşil çay ve oolong çayı dışında çok az miktarda beyaz çay üretilmektedir. Bu çay türü bahar aylarında tomurcuklar henüz kapalıyken toplanan yaprakların, güneş altında uzun süre kurutulup, yaprak kıvrıma işlemi uygulanmadan çayın hafifçe okside edildiği türdür [1].

ÇAYIN BİLEŞİMİ

Besin Ögesi İçeriği

Çay ürününün kimyasal kompozisyonu çayın kökenine, yaşına ve işleme sürecine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir [16]. Tablo 1'de 15 gram çay yaprağının bir litre suya eklenip, beş dakika demlendikten sonra süzülerek tüketilen çayın 100 gramındaki bileşenlerin miktarları bulunmaktadır. Makro ve mikro besin öğelerinden çoğunu eser miktarda içerirken, bunlardan potasyum miktarının öne çıktığı görülmektedir [17].

Polifenol İçeriği

Çay bitkisi 4000'den fazla kimyasal bileşene sahip, kuru ağırlığıyla bitkiler arasında en fazla flavonoid içeren bitkilerden biridir [18]. Taze çay yaprakları geniş oranda fenolik bileşikler içermektedir. Bunlar flavonoidlerden kateşinler, flavonoller, proantosiyanidinler ve fenolik asitlerdir. Siyah çay, oolong çay ve yeşil çay üretimine bağlı olarak kateşinlerin fermentasyonu endojen enzimlerden polifenol oksidaz ve peroksidaz tarafından gerçekleştirilir. Fermentasyon sırasında kateşinler okside olarak theaflavinler, theasitrinler, theasinensinler, theanaptokinonlar ve thearubigin'ler olmak üzere dimerik ve oligomerik bileşiklere dönüşmektedir [13, 19, 20]. Yeşil çayda kateşinler daha fazla bulunurken, siyah çayda fermentasyon işlemiyle bu kateşinler yerini theaflavinler ve thearubiginlere bırakmaktadır. Bu bileşenler aynı zamanda çaya karakteristik aroma ve renk vermektedir. Thearubiginler, siyah çayda en fazla bulunan fenolik bileşiklerdendir [1, 13, 19, 20]. Yeşil çayda ise en fazla bulunan epigallokateşin gallat (EGCG)'tir. Bunu sırasıyla epikateşin gallat (ECG), epigallokateşin (EGC) ve epikateşin (EC) izlemektedir. Bunların yanı sıra çay yaprakları fenolik asit türevlerinden hidrolize edilebilir tanenleri (ellagitanenler ve gallotanenler) içermekte olup, bu bileşenler antioksidan özellikleri ile kanser ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkilendirilmektedir. Bir diğer fenolik asit türevi olan striktinin özellikle alerjik hastalıklarla ilişkilendirilen önemli bir bileşendir. Striktinin yeşil ve siyah çayda bulunup konsantrasyonu yaprakların olgunluğuna göre değişmektedir. Trigalloil glikoz, theogallin, gallik asit de çayın içermiş olduğu fenolik asit türevlerindedir. Theanin ise çayda bulunan önemli bir amino asittir [13, 19, 20].

Kafein İçeriği

Türk Gıda Kodeksi, Çay Tebliği, (Tebliğ No: 2015/30)'ne göre, kafeinsiz siyah/yeşil çay, 'kafein miktarı kuru maddede ağırlıkça %0.1'yi geçmeyen çay' olarak

tanımlanmaktadır [14]. Kafein çayda bulunan başlıca alkaloidlerden olup miktarı %1.5-5 arasında değişebilmektedir [13]. Bir fincan (237 ml) yeşil çaydaki

kafein miktarı yaklaşık olarak 30 mg, siyah çayda ise yaklaşık olarak 50 mg'dır (21).

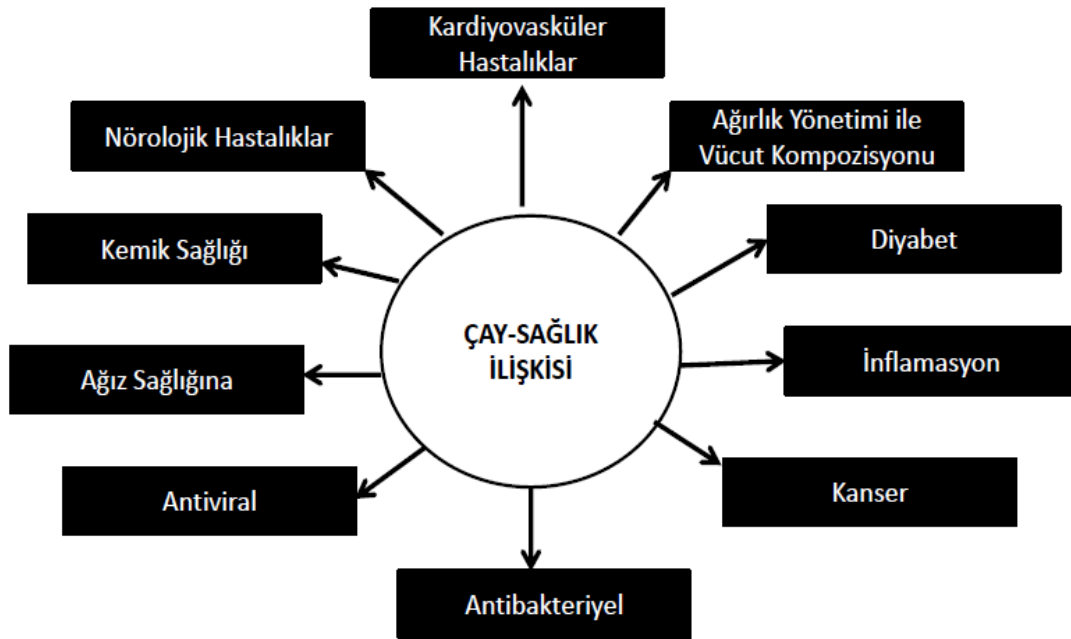
Tablo 1. Çayın tüketilebilir 100 gramının bileşenleri

Bileşenler	Miktar
Protein (g)	0.1
Yağ (g)	Eser miktarda
Karbonhidrat (g)	Eser miktarda
Sodyum (mg)	Eser miktarda
Potasyum (mg)	27
Kalsiyum (mg)	Eser miktarda
Magnezyum (mg)	2
Fosfor (mg)	2
Demir (mg)	Eser miktarda
Bakır (mg)	0.01
Çinko (mg)	Eser miktarda
Klor (mg)	1
Manganez (mg)	0.15
Selenyum (mcg)	Eser miktarda
İyot (mg)	Eser miktarda
Tiamin (mg)	Eser miktarda
Riboflavin (mg)	0.02
Niasin (mg)	0.2
B6 vitamini (mg)	Eser miktarda
B12 vitamini (mcg)	0.2
Folat (mcg)	3
Pantotenat (mg)	0.04
Biotin (mcg)	1

ÇAY VE SAĞLIK İLİŞKİSİ

Çayın sağlıkla bir ilişkisi olduğu inancı 19. yy'a dayanmaktadır. Çayın sağlık üzerine olan yararları genel olarak içerdiği çeşitli polifenoller ile ilişkilendirilmektedir [18, 22]. Kardiyovasküler hastalıklar,

obezite, diyabet, oksidatif ve inflamatuvar hastalıklar, bakteriyel ve viral hastalıklar, kanser, nörolojik hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde önemli yere sahip olduğu öne sürülmektedir [3-5] (Şekil 1). Bunlarla ilgili çalışmalar sağlık etkileri anlatıldıktan sonra tablo 2, 3 ve 4'te özetlenmiştir.



Şekil 1. Çay ve sağlık ilişkisi

Çayın Kardiyovasküler Hastalıklarda Etkisi

Kardiyovasküler hastalıklar (KVH) koroner kalp hastalıkları, inme, romatizmal kalp hastalıkları, serebrovasküler hastalık, periferik arter hastalığı, hipertansif hastalıklar ve aritmiler gibi; kalbin ve kan damarlarının tüm hastalıklarını kapsayan oldukça geniş, bir hastalık grubudur [23]. Genel olarak çay tüketiminin kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı bilinmektedir [24-28]. Yapılan bir meta-analizde, çay tüketimi ile koroner kalp hastalıkları ve inme arasındaki ilişkide sonuçların kesin olmadığı ancak miyokardiyal enfarktüstten koruyucu etki gösterdiği belirtilmiştir [29]. Çay tüketiminin bu hastalıklar üzerindeki olumlu etkisi yapısındaki antioksidanlarla açıklanmıştır. Çaydaki flavonoidlerin riski azalttığı ancak etki mekanizmasının halen tamamen net olmadığı bildirilmektedir. Flavonoidlerin düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) oksidasyonunu inhibe ettiği, bağırsaktan kolesterol emilimini ve platelet agregasyonunu azalttığı, kan basıncında etkili olduğu bildirilmektedir [24, 30]. Bu konuyla ilgili randomize, çift kör, plasebo kontrollü 48 sağlıklı yetişkinle yapılan bir çalışmada, bireyler 4 gruba ayrılmıştır. Birinci gruba 250 mg kafein, ikinci gruba 200 mg theanin, üçüncü gruba ise kafein ve theanin kapsül olarak verilmiştir. Dördüncü grup ise plasebo grubu şeklinde oluşturulmuştur. Çayda bulunan theaninin kafeinin antagonistisi olarak çalışıp kan basıncını düşürdüğü belirlenmiştir [31].

Çayın Ağırlık Yönetimi ile Vücut Kompozisyonuna Etkisi

Obezite ve beraberinde getirdiği diğer sağlık sorunları dünya çapında görülen sağlık sorunlarının başında yer almaya devam etmektedir. Vücut ağırlığı kaybıyla ilgili olan iştah, besin ögesi emilimi ve termogenezisi etkileyen faktörlerden biri de çay tüketimidir. Epidemiyolojik ve randomize kontrollü müdahale çalışmaları çay tüketimi ile vücut yağ oranı ve bel çevresi arasında ters yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir [20, 32, 33]. Yeşil çay ve obezite ilişkisi kateşinlerin termogenezis ve substrat oksidasyonu üzerine etkileriyle ilgili olmakla birlikte iştah kontrolündeki değişiklikler, hepatik lipid metabolizmasına katılan enzimlerin düzenlenmesi ve besin maddesinin emiliminin azalması olası diğer etki mekanizmalarıdır. Sempatik sinir sistemi (SSS) enerji harcaması ve lipolizin düzenlenmesinde büyük rol oynamaktadır. SSS'nde bir anahtar olan norepinefrin (NE) enerji harcamasını ve yağ oksidasyonunu arttırmaktadır. Kateşinler, norepinefrini indirgeyen enzim olan katekol O-metil transferaz (COMT)'yi inhibe ederek sinaps boşluğuna sempatik olarak salınan NE'nin hareketini uzatabilmektedir. Bunun yanı sıra yeşil çayda bulunan kafein de SSS etki ederek benzer etkiler gösterebilmektedir. Dolayısıyla kateşin ve kafeinin birlikte alınması sinerjik bir etki ile enerji harcaması ve lipolizi etkileyebilmektedir [34-38]. Karaciğer yağ asidi oksidasyonunun düşük olması iştahı artırmaktadır. Kateşinlerin ise hepatik yağ oksidasyonunu artırabileceği ve buna bağlı olarak iştahın değişebileceği bildirilmektedir. Ancak bu konuda yapılan deneysel

çalışmalarda farklı ve çelişkili sonuçlar elde edilmiştir [39-42]. Bunun yanı sıra kateşinler α -amilaz ve α -glukosidaz aktivitesine etki ederek glikoz emilimini engelleyebilmektedir [43]. Tüketime hazırlanan çaydaki bitki miktarı, demleme süresi ve su sıcaklığının biyoaktif bileşenlerin kompozisyonunu etkileyebileceği bildirilmektedir. Bu biyoaktif bileşenlerin çayın içecek olarak tüketilmesi veya takviye olarak alınmasına bağlı olarak farklı etkileri olabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle, yeşil çayın biyoaktif bileşen miktarının obezite ilişkisiyle ilgili daha fazla araştırmaya gerek duyulmaktadır [20].

Çayın Diyabete Etkisi

Günümüzde diyabet prevalansı her geçen gün artmaktadır. Ancak bu durumun sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının geliştirilmesiyle önenebileceği bilinmektedir [44]. Kahve ve çay tüketiminin diyabet riski ile ters bir ilişkisi olduğu bildirilmektedir. Çay tüketimi düşük beden kütle indeksi (BKİ) ile ilgili olarak diyabet riskini azaltmasının yanı sıra amilaza etki etmesiyle de ilişkili olduğu belirtilmektedir. Çay polifenollerini nişastanın daha yavaş sindirilmesini sağlayarak serum glikozundaki ani yükselmeleri azaltabilmektedir [45, 46]. Singapur'da yapılan bir çalışmada düzenli olarak kahve ve siyah çay tüketiminin düşük diyabet riski ile ilişkili olduğunu gösterirken yeşil çay ile ilgili bir ilişki bulunamamıştır. Bu etkinin siyah çayda bulunan kafeinden meydana geldiği düşünülmektedir [47]. Yapılan başka bir retrospektif kohort çalışmada ise yeşil çay alımının siyah çaya kıyasla daha düşük diyabet riski ile ilişkili olduğu gösterilmiştir [48]. Kahve ve çay tüketimi ve tip 2 diyabet riski ilişkisinin incelendiği diyabet hastası olmayan 5823 yetişkin bireyle yürütülen bir çalışmada, kahve ve çay tüketiminin diyabet insidansı ile ilişkili olmadığı sonucuna varılmıştır [49].

Çayın İnflamasyondaki Etkisi

Akut veya kronik inflamasyon varlığı olan birçok patolojik durum, organizmada metabolik ve biyokimyasal süreçlerde önemli değişiklikler meydana getirmektedir. Beslenme, bu süreçlerin gelişmesinde ve iyileşmesinde önemli bir rol almaktadır [50]. Çayda bulunan flavonoidlerin flavonol, antosiyanin ve izoflavon alımının özellikle inflamasyonun önemli bir göstergesi olan C-reaktif protein (CRP) konsantrasyonu ile negatif ilişkili olduğu bilinmektedir [30, 51]. Omurilik hasarı olan farelerle yapılan *in vivo* çalışmada EGCG uygulamasının inflamatuvar sitokinleri baskıladığı ve bu yönde koruyucu etkisi olduğu görülmüştür [52]. Yine farelerle yapılan başka bir çalışmada 30 gün boyunca 10 mg/kg/gün EGCG tedavisinin, inflamatuvar sitokinlerin seviyelerini ve oksidatif stresi önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir [53].

Çayın Kanser Üzerindeki Etkisi

Çay ve kanser ilişkisinde çayın bileşiminde bulunan ve antioksidan özellik gösteren EGCG ve theaflavin öne çıkmaktadır. Bu bileşenler özellikle çayın antioksidan özelliğinden kaynaklı olarak kanser hücrelerinin oluşumunu, büyümesini ve çoğalmasını

önleyebilmektedir [46, 54, 55]. Özellikle yeşil çayın bileşiminde bulunan polifenollerin anjiogenezi engelleyebildiği bildirilmektedir [56, 57]. Çay polifenollerinin kanser hücre döngüsünde bu şekilde etki ederken, normal hücrelerde bu etkilerinin olmadığı belirtilmektedir. EGCG'nin kanser hücrelerinde etkili olduğu yollar; mitojen aktif protein (MAP) kinazlar ve aktivatör protein-1 (AP-1), nükleer faktör-kB (NF-kB) sinyal yolu, epidermal büyüme faktörü reseptörü (EGFR) aracılı yollar, insülin benzeri büyüme faktörü (IGF) -1 aracılı sinyal transdüksiyon yolları, proteozom aktiviteleri, matriks metalloproteinaz (MMP) aktivitesi, ürokinaz-plazminojen aktivatör aktiviteleri ve apoptozun indüklenerek, hücre döngüsünün durdurulması şeklinde özetlenmektedir [58]. Yeşil çay ve kanser ilişkisinin incelendiği çalışmalarda, yeşil çay tüketimi artıkkça prostat, meme, boğaz, mide kanseri gibi farklı kanser türlerinin riskinin azaldığı saptanmıştır [59-61]. İnsan prostat kanser hücresiyle (PC-3) yapılan bir çalışmada bu kanser hücrelerine 48 saat 0-50 µM EGCG uygulamasının hücre çoğalmasını önleyici etkiler gösterdiği saptanmıştır [62]. İnsan meme kanseri hücre dizisi olan MDA-MB-231 hücreleriyle yapılan bir çalışmada 24 saat 50-80 µg/mL EGCG'nin uygulanmasının MMP-9 ifadesini azaltarak hücre apoptozunu indüklediği görülmüştür [63]. Gastrik kanser hücreleriyle yapılan başka bir çalışmada da EGCG uygulamasının hücre apoptozunu indüklediği belirlenmiştir [64].

Çayın Antiviral ve Antibakteriyel Etkileri

Çayın potansiyel sağlık etkileri daha önce de söz edildiği gibi içeriğindeki fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır [65]. Bu fenolik bileşiklerden özellikle EGCG ve EGC'den zengin yeşil çayın antimikrobiyal, antifungal ve antiviral etkilere sahip olduğu gösterilmektedir [66, 67]. Bununla ilgili yapılan bir çalışmada yeşil çayın özellikle *Escherichia coli*'ye karşı potansiyel antimikrobiyal etkisi olduğu belirlenmiştir [68]. Yeşil çay yaprak özlerinin, çevresel kaynaklardan izole edilen çeşitli bakterilere karşı antibakteriyel etkinliğini test etmek amacıyla yapılan bir çalışmada yeşil çayın antibakteriyel aktivitesi saptanmıştır [69]. *Camellia sinensis*'ten elde edilen yeşil, siyah ve farklı bitkisel çayların polimerik olmayan fenolik ve polimerik tanen bileşenlerinin rolünün araştırıldığı bir çalışmada bu bileşenlerin güçlü antioksidan ve antibakteriyel özelliklere sahip olduğu saptanmıştır [70]. Başka bir çalışmada yeşil çay kateşinlerinin influenza virüs replikasyonu inhibisyonu ile antiviral etki gösterebildiği saptanmıştır [71]. Bunun yanı sıra yeşil çay kateşinlerinin *Herpes simplex virüsü* ve *Helicobacter pylori* enfeksiyonu üzerinde inhibitör etkiye sahip olduğu bilinmektedir [3].

Çayın Ağız Sağlığına Etkisi

Diş çürükleri ve diğer ağız hastalıkları özellikle çocuklarda olmak üzere sık görülen kronik hastalıklardan biridir. Çürük gelişmesindeki ana bakteri ajanları *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) ve *Lactobacillus*'tur. Özellikle yeşil çayın, diş çürüğünün önlenmesinde etkin bir madde olduğu bildirilmektedir. Diğer sağlık sorunlarında olduğu gibi ağız sağlığında

(diş çürükleri, ağız içi mukoza) da özellikle kateşinler faydalı özelliklerin çoğundan sorumludur. Birçok çalışmada, yeşil çayın streptokok ajanının çoğalmasını inhibe etme, diş minesine bakteri yapışmasını önleme, glukozil transferaz ve amilaz inhibitörü olarak diş çürüğü oluşumunu önleyebildiği gösterilmiştir [72-75]. Yapılan bir çalışmada yeşil çayın oral peroksidaz aktivitesini artırdığı ve ağız boşluğundaki oksidatif strese karşı daha fazla koruma sağlayabildiği belirlenmiştir [76]. Sodyum florür ile yeşil çay ağız durulamasının çocuklarda tükürük *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus* düzeyleri üzerindeki etkisini karşılaştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada ise yeşil çay ile ağız durulaması, tükürük *S. mutans* ve *Lactobacillus* koloni sayısının önemli ölçüde azalmasına ve bunu yaparken de sodyum florüre kıyasla daha az yan etkiye sahip olduğu görülmüştür [77]. Başka çalışmalarda da benzer şekilde çay içmenin ve kahvenin diş plak oluşumunda belirgin inhibisyona neden olduğunu ve aynı zamanda diş plakasında ve tükürükte *S. mutans* ve *Lactobacillus*'u azalttığı gösterilmiştir [78, 79]. Yine başka bir çalışmada yeşil çay tüketimi ile azalmış diş kaybı oranı arasında bir ilişki olduğunu belirtmiştir [80]. Sonuç olarak birçok oral ve periodontal hastalığın önlenmesi ve tedavisinde yeşil çay ürünlerinin etkin bir şekilde kullanılabileceği bildirilmektedir [4].

Çayın Kemik Sağlığına Etkisi

Genetik özellikler, erken yaşta adet görme, beslenme, düşük fiziksel aktivite düzeyi, kalsiyum ve D vitamini yetersizliği kemik sağlığını etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Risk faktörlerinin bilinmesi yaşam boyunca kemik sağlığı ile ilgili problemlerin önlenmesinde ve tedavi edilmesinde önemlidir. Değiştirilebilir risk faktörlerinin başında beslenme gelmektedir. Son zamanlarda beslenmeyle ilgili olarak kemik sağlığında yeşil çay üzerinde durulmaktadır. Yeşil çayın oksidatif stresi ve inflamasyonu azaltarak kemik sağlığını olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir [81, 82]. Menopoz döneminde kemik yoğunluğunun azaldığı kadınlarda yeşil çay polifenol desteğinin ve Tai Chi uygulamasının, kemik oluşumu biyobelirteçlerini artırdığı ve kemik dönüşüm hızı oranını (bone turnover rate) geliştirdiği görülmüştür [83]. Farelerle yapılan başka bir çalışmada ise yine yeşil çay polifenol desteğinin kemik sağlığında olumlu etkiler yaptığı saptanmıştır. Yeşil çayın antioksidan kapasiteyi artırarak ve inflamasyonu baskılayarak bu etkiyi gösterdiği düşünülmektedir [84]. Başka bir çalışmada kahve ve çay tüketiminin artmasının fiziksel aktiviteden, güneşe maruz kalma, yaş, cinsiyet ve BKİ'den bağımsız olarak dolaşımdaki D vitamini seviyelerini yükselttiği saptanmıştır [85]. Oolong çayıyla ilgili yapılan bir çalışmada ise oolong çay içilmesini menopoz dönemindeki Çinli kadınlarda kemik kaybını önlemeye yardımcı olabileceği sonucuna varılmıştır [86].

Çayın Nörolojik Hastalıklardaki Etkisi

Nörodejeneratif bozukluklar prevalansı gün geçtikçe artış göstermektedir. Yeşil çayda bulunan EGCG'nin çeşitli nörolojik fonksiyonlara etki edebilmektedir [87]. Dolayısıyla yeşil çay polifenollerinin Parkinson ve

Alzheimer hastalıklarına ve diğer nörodejeneratif hastalıklara karşı koruma sağlayabileceği öngörülmektedir [88, 89]. Bir kohort araştırmada, çay tüketiminin Çinli yetişkinlerde düşük bilişsel bozukluk prevalansı ile ilişkili olduğu, çaylar arasında siyah ve oolong çayların en belirgin etkileri gösterdiği belirlenmiştir [90]. Diğer bir kohort çalışmada, yeşil çay

tüketimi ile ilgili olarak yaşlılarda depresif belirtilerin görülme sıklığının daha düşük olduğu saptanmıştır [91]. Bunların yanında theanine'in, kortikal nöron uyarılmasının önleyerek psikolojik ve fizyolojik stres tepkilerini azaltması sonucu anti-stres etkilerine neden olabileceği düşünülmektedir [92].

Tablo 2. Çay ile ilgili hayvan çalışmaları

Çalışma Konusu	Çalışma şekli	Denekler	Çalışma planı	Sonuç	Kaynak
	Deneysel çalışma	Yeni Zelanda siyah fareleri (erkek)	-3 grup oluşturuldu: 1. grup kontrol grubu (%0 yeşil çay ekstratı) 2. grup (%0.5 w/w yeşil çay ekstratı) verilmiştir. 3. grup (%1 w/w yeşil çay ekstratı) verilmiştir. -4 hafta boyunca bu şekilde uygulama yapılmıştır.	Doza bağlı olarak yeşil çay ekstratıyla birlikte; -Vücut yağ deposunda azalma -Besin sindirilebilirliğinde ve uzun süreli enerji emiliminde azalma -Beyaz adipozitlerde leptin ve stearoil-CoA desatüraz-(1SCD1) gen ekspresyonunda azalma olmuş, ancak kahverengi adipozitlerde değişme olmamıştır. - Lipogenezde azalma ve yağ oksidasyonunda artma görülmüştür.	[39]
Çay – Obezite	Deneysel çalışma	Yüksek yağlı beslenen Erkek Sprague-Dawley fareleri	- 3 grup oluşturuldu: 1. grup normal yağlı diyetle beslenmiştir. 2. grup yüksek yağlı diyetle beslenmiştir. 3. grup yüksek yağlı diyetle beslenen ve 20 g/kg yeşil çay ekstratı almıştır. -14 gün boyunca bu şekilde uygulama yapılmıştır.	Yeşil çay ekstratıyla, -Vücut yağ kazanımında azalma - Kahverengi adipoz dokuya bağlı termogenezis artış gözlemlenmiştir.	[40]
	Deneysel çalışma	Erkek Wistar Fareleri	-2 grup oluşturuldu: 1. gruba su (kontrol grubu) 2. gruba 3 hafta boyunca içme suyu yerine yeşil çay verilmiştir.	Yeşil çayın, -Adipoz doku ağırlığını azalttığı -Plazmadaki kolesterol ve serbest yağ asitlerini önemli ölçüde azalttığı görülmüştür.	[42]
	Deneysel çalışma	Erkek yetişkin Sprague-Dawley fareleri (Omurilik hasarı olan fareler)	-4 grup oluşturuldu: 1. grup sahte ameliyatlı grup 2. grup travma grubu 3. grup EGCG tedavi grubu (50 mg/kg EGCG hasardan hemen sonra) 4. grup EGCG tedavi grubu (50 mg/kg EGCG hasardan 1 saat sonra)	EGCG tedavi gruplarında, -İnflamatuvar sitokinlerin baskılandığı görülmüştür.	[52]
Çay-inflamasyon	Deneysel çalışma	Erkek BALB/c fareleri	-4 grup oluşturuldu: 1. grup kontrol grubu 2. grup toksin kontrolü grubu (10 mg / kg oral NaAsO ₂) 3. grup (10 mg / kg oral NaAsO ₂ ve ardından 10 mg / kg EGCG) verilen grup 4. grup (10 mg/kg EGCG) verilen grup -30 gün boyunca bu şekilde uygulama yapılmıştır.	EGCG ile, - İnflamatuvar sitokinlerin baskılandığı -Oksidatif stresin azaldığı görülmüştür.	[53]

Çay-kemik sağlığı	Deneysel çalışma	Virgin Sprague Dawley obez dişi fareler	-1. grup yüksek yağlı (enerjinin %45'i yağdan alınan) beslenen ve yeşil çay polifenolü verilen grup (%0,5 yeşil çay polifenolü içeren suya serbest erişim) 2. grup sadece yüksek yağlı beslenen grup -4 ay boyunca bu şekilde uygulama yapılmıştır.	-%0.5 yeşil çay polifenolü içeren su tüketimi ile kemik sağlığında olumlu etkiler olduğu görülmüştür.	[84]
-------------------	------------------	---	---	---	------

Tablo 3. Çay ile ilgili mikrobiyolojik çalışmalar

Çalışma Konusu	Çalışma şekli	Denekler	Çalışma planı	Sonuç	Kaynak
Çay-antimikrobiyal etki	<i>In vitro</i>	İdrar yolu enfeksiyonlarından izole edilen Escheria coli	-Farklı konsantrasyonlarda yeşil çay ekstratları (0, 2.5, 3.0, 3.5, ve 4.0 mg/ml) uygulanmıştır.	Suşlar üzerinde Yeşil çay eksrat etkisi; - ≤4.0 mg/mL 'de %99 etkili - ≤3.5 mg/mL 'de %94 etkili - ≤3.0 mg/mL 'de %76 etkili - ≤2.5 mg/mL 'de %40 etkili şeklinde bulunmuştur. - Yeşil çayın Escherichia coli'ye karşı potansiyel antimikrobiyal etkisi olduğu görülmüştür.	[68]
	<i>In vitro</i>	6 farklı bakteri türü	-Farklı konsantrasyonlarda yeşil çay ekstratları 10 µL, 20 µL, 30 µL uygulanmıştır.	-Tüm konsantrasyonlarda anlamlı antibakteriyel aktivite olduğu görülmüştür.	[69]
	<i>In vitro</i>	Madin-Darby canine kidney (MDCK) hücrelerinde H1N1, A/H3N2 ve B virus	-120 µM EGCG, 1200 µM ECG ve 120 µM EGC ayrı ayrı uygulandı. - 8-24-36. saatlerde virüslerin kateşinler varlığında üreme miktarı kıyaslandı.	- EGCG, en etkili antiviral kateşin olduğu görülmüştür.	[71]

Tablo 4. Çay ile ilgili insan çalışmaları

Çalışma Konusu	Çalışma şekli	Denekler	Çalışma planı	Sonuç	Kaynak
Çay – KVH	Randomize, çift kör, plasebo kontrollü çalışma	48 sağlıklı yetişkin (18-28 yaş)	-Katılımcılar 4 gruba ayrılıp kan basınçları kıyaslandı: 1. grup 250 mg kafein verilmiştir. 2. grup 200 mg theanin verilmiştir. 3. Grup hem kafein hem theanin verilmiştir. 4. grup placebo grubu	-Theaninin kafeinin antigonesti olarak çalışıp kan basıncını düşürdüğü görülmüştür.	[31]
	Kesitsel çalışma	1210 yetişkin (≥20 yaş)	-Çay tüketimi ve diğer yaşam tarzı özellikleri anketlerle değerlendirildi. -Vücut yağ yüzdesi biyoelektrik impedans analizi ile değerlendirildi.	-10 yıldan uzun süre çay içme alışkanlığı olan bireylerin vücut yağ oranında %19.6 azalma olduğu görülmüştür.	[32]
Çay-Obezite	Meta-analiz	1243 katılımcı	-	-Yeşil çay kateşinlerinin kafein ile birlikte uygulanmasının, BKİ, vücut ağırlığı ve bel çevresinde istatistiksel olarak anlamlı azalmalara neden olduğu görülmüştür. - Yeşil çay kateşinlerinin tek başına uygulanmasının antropometrik ölçümleri olumlu yönde değiştirmedığı saptanmıştır.	[33]
	Prospektif çalışma	36908 katılımcı (45-74 yaş)	-Kahve, siyah çay ve yeşil çay tüketim sıklığı ve miktarı sorgulandı.	Siyah çay tüketiminin (≥1 fincan siyah çay/gün) diyabet riskinde %14 azalma sağladığı saptanmıştır. -Yeşil çayda böyle bir etki olmadığı görülmüştür.	[47]

Çay- diyabet	Retrospektif çalışma	17413 katılımcı (40-65 yaş)	-Siyah, yeşil ve oolong çay tüketimi anket aracılığıyla belirlenmiştir.	-Bu içeceklerden alınan kafeinin diyabet riskini %33 oranında azalttığı, - Yeşil çayın ise diyabet riskini %70 oranında azalttığı görülmüştür.	[48]
	Prospektif çalışması	Erkekler (n 4055) kadınlar (n = 1768) (35-55 yaş)	-Kahve ve çay tüketimi anket aracılığıyla sorgulanmıştır.	-Kahve ve çay tüketiminin, diyabet insidansı ile ilişkili olmadığı saptanmıştır.	[49]
Çay- kanseri	Vaka kontrol çalışması	130 kanser hastası 274 hasta olmayan katılımcı (>45 yaş)	-Çay tüketimi sorgulandı.	- Yeşil çayın prostat kanserine karşı koruyucu olduğu görülmüştür.	[59]
	Vaka kontrol çalışması	160 kanser hastası 320 kişilik kontrol grubu	-Çay tüketim alışkanlığı sorgulandı. -Mide kanser riskleri ile ilgili bilgi toplandı.	-Düzenli çay içme, -Fazla tüketme, -Düşük sıcaklıkta yeşil çay içme gibi alışkanlıkların daha düşük mide kanseri riski ile ilişkili olduğu görülmüştür.	[61]
	<i>In vitro</i>	PC-3 hücresi	0-50 µM EGCG uygulaması yapıldı.	-EGCG'ın antiproliferatif etki gösterdiği saptandı.	[62]
	<i>In vitro</i>	MDA-MB-231 insan meme kanseri hücresi	-50-80 µg/mL EGCG uygulandı	- Hücre apoptozunun indüklendiği görülmüştür.	[63]
	<i>In vitro</i>	Sağlıklı gönüllülerden toplanan tükürük	-Tükürüğe yeşil çay, siyah çay infüzyonları (50 µL / mL) ve EGCG (50 µM) ilavesi yapılmıştır.	-Bu dozlarda yeşil çay tüketimi yüksek Oral peroksidaz (OPO) aktivite, ağız boşluğunda oksidatif strese karşı ekstra koruma sağlamıştır.	[76]
Çay-ağız sağlığı	Çift kör randomize kontrollü çalışma	60 çocuk (8-12 yaş)	-Katılımcılar 2 gruba ayrıldı. - Katılımcılardan ağızlarını 2 hafta boyunca günde iki kez % 0.05'lik sodyum florür ve % 0.5'lik yeşil çay ile durulamaları istenmiştir. - Müdahaleden önce ve 2 hafta sonra, tükürük bakteri düzeyleri ölçülmüştür.	- Gruplar arasında müdahale öncesi ve sonrası ortalama bakteri kolonilerinde anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. - Grup içinde müdahale öncesi ve sonrası ortalama bakteri kolonileri sayısı arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. - Daha az yan etkisi olması nedeniyle, yeşil çayın çocuklara daha uygun olduğu saptanmıştır.	[77]
	Kesitsel çalışma	25 kişi (21-46 yaş)	- Tükürük ve plakta Streptococcus mutans, pH değerleri, Gingival Kanama İndeksi (GBI) ne bakıldı. - %2'lik yeşil çay solüsyonu ile durulamadan 5 dakika öncesinde ve sonrasında değerlendirme yapıldı.	- Tükürük ve plak pH değerleri ve GBI değerlerinde S. mutans ile ilgili olarak istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür.	[79]
	Prospektif çalışma	25,078 kişi (40-64 yaş)	-Katılımcıların yeşil çay tüketimi ve diş kaybı sorgulandı.	- ≥1 fincan/gün yeşil çay tüketiminin azalmış diş kaybıyla ilişkili olduğu saptanmıştır.	[80]
Çay- kemik sağlığı	Randomize plasebo kontrolü çalışma	-171 kişi - En az 2 yıldır menopoz döneminde olan kadınlar - Osteopeni (+)	-1. gruba günlük Tai egzersizi + 500 mg nişasta uygulandı. 2. gruba günlük Tai egzersizi + 500 mg yeşil çay polifenolü uygulandı. - Tüm katılımcılara 500 mg kalsiyum (Ca) ve 200IU D vitamini günlük olarak verildi. -6 ay boyunca bu şekilde uygulama yapılmıştır.	- Yeşil çay polifenol suplementasyonunun ve tai egzersizinin kemik oluşum belirteçlerini artırdığı ve kemik oranını geliştirdiği görülmüştür. - Yeşil çay polifenol suplementasyonunun ve tai egzersizinin menopoz dönemindeki kadınlarda kas gücünü artırdığı görülmüştür.	[83]
	Kesitsel çalışma	-330 adölesan (11-14 yaş)	-Kahve ve çay tüketim durumu anket aracılığıyla sorgulandı. 1. grup 0-4 fincan/hafta kahve/çay tüketen grup, 2. grup 5-8 fincan/hafta kahve/çay tüketen grup, 3. grup 9-12 fincan/hafta kahve/çay tüketen grup şeklinde oluşturuldu.	- D vitamini düzeylerinin 9-12 kez / hafta çay tüketenlerde en yüksek olduğu görülmüştür. -Haftada 0-4 kez çay tüketen bireyler, haftada 8-12 kez tüketenlere göre daha düşük 25 (OH) D seviyesine sahip olduğu saptanmıştır.	[85]

Kesitsel çalışma	- Menopoz dönemindeki kadınlar 1. grup rutinde günde en az 250 ml oolong çayı tüketen grup (n=124) 2. grup çay tüketmeyen grup (n=556)	-Anket aracılığıyla bilgiler toplandı.	-Çay içenlerde kemik yoğunluğunun çay içmeyenlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. -Oolong çayının menopoz sonrası kemik kaybını önlemeye yardımcı olduğu belirtilmiştir.	[86]
------------------	--	--	--	------

SONUÇ

Çay işleme sırasındaki farklılıklara bağlı olarak bileşimindeki biyoaktif bileşen miktarları farklılık gösterebilmektedir. Siyah çayda, fermentasyon işlemi nedeniyle theaflavinler ve thearubiginler daha yoğun olarak bulunurken fermantasyon işlemi uygulanmayan yeşil çayda EGCG, ECG, EGC ve EC daha fazla bulunmaktadır. Son yıllarda yapılan birçok çalışmada farkı sonuçlar bulunmakla birlikte çay birçok hastalığın önlenmesinde ve tedavisinde etkili olabilmektedir. Sağlık üzerindeki en önemli etki mekanizmasının bileşiminde bulunan polifenollerin oksidatif enzim inhibisyonu olduğu söylenebilir. Böylelikle kardiyovasküler hastalıklar, farklı kanser türleri gibi hastalıklardan korunmada ve tedavide kullanılabilir. Bunun yanı sıra karbonhidrat ve lipid metabolizması üzerindeki etkisiyle diyabet ve obezite üzerine de olumlu etkiler yaratabilmektedir. Farklı çalışmalarda çayın antiinflamatuvar, antimikrobiyal ve antiviral etkilerinden de söz edilirken, nörolojik ve psikolojik hastalıklarda da önemli rol oynadığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Çelişkili sonuçların giderilebilmesi açısından bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulduğu, çay miktarının, çay hazırlama şeklinin karşılaştırıldığı daha fazladeneyssel insan çalışmasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- [1] Damiani, E., Bacchetti, T., Padella, L., Tiano, L., Carloni, P. (2014). Antioxidant activity of different white teas: Comparison of hot and cold tea infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 59-66.
- [2] Silva Pinto, M. (2013). Tea: A new perspective on health benefits. *Food Research International*, 53(2), 558-567.
- [3] Chacko, S.M., Thambi, P.T., Kuttan, R., Nishigaki, I. (2010). Beneficial effects of green tea: a literature review. *Chinese Medicine*, 5(1), 13.
- [4] Arab, H., Maroofian, A., Golestani, S., Sohrabi, K., Forouzanfar, A. (2011). Review of The therapeutic effects of *Camellia sinensis* (green tea) on oral and periodontal health. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(23), 5465-5469.
- [5] Lambert, J.D. (2013). Does tea prevent cancer? Evidence from laboratory and human intervention studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 98(6), 1667S-1675S.
- [6] Aykaç, G., Uzun, M.B., Özçelikay, G. (2013). Tea In Every Aspect "Camellia sinensis"-Her Yönüyle Çay "Camellia sinensis". *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 4(1), 1.
- [7] Alikılıç, D. (2016). Çay'ın Karadeniz Bölgesi İçin Önemi ve Tarihi Seyri. *Journal of Black Sea Studies*, 21, 269-280.
- [8] Lin, Y.S., Tsai, Y.J., Tsay, J.S., Lin, J.K. (2003). Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1864-1873.
- [9] Kuo, K., Weng, M., Chiang, C., Tsaj, Y., Lin-Shiau, S., Lin, J. (2005). Comparative studies on the hypolipidemic and growth suppressive effects of oolong, black, pu-erh, and green tea leaves in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 480-489.
- [10] Vyas, D., Kumar, S. (2005). Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) clone with lower period of winter dormancy exhibits lesser cellular damage in response to low temperature. *Plant Physiology and Biochemistry*, 43, 383-388.
- [11] Perrier, A. (2004). Book of Tea. The new tea companion, Octopus Publishing Group Ltd., London.
- [12] Heber, D., Zhang, Y., Yang, J., Ma, J.E., Henning, S. M., Li, Z. (2014). Green tea, black tea, and oolong tea polyphenols reduce visceral fat and inflammation in mice fed high-fat, high-sucrose obesogenic diets. *The Journal of Nutrition*, 144(9), 1385-1393.
- [13] Tan, J., Engelhardt, U.H., Lin, Z., Kaiser, N., Maiwald, B. (2017). Flavonoids, phenolic acids, alkaloids and theanine in different types of authentic Chinese white tea samples. *Journal of Food Composition and Analysis*, 57, 8-15.
- [14] Türk Gıda Kodeksi, Çay Tebliği, (Tebliğ No: 2015/30)
- [15] Besler, H.T. (2008). Çay ve Sağlık İlişkisi. Sağlık Bakanlığı Yayını, Ankara.
- [16] Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009). Food Chemistry. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- [17] McCance, Widdowson's., (2002). The Composition of Foods. 6, RSH Publishing, Cambridge
- [18] Gübür, S. (2015). Basit Karbonhidrat İçeriği Yüksek Diyetle Beslenen Sıçanlarda Yeşil Çayın Antioksidan Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Başkent Üniversitesi.
- [19] Liu, R.H. (2013). Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 4(3), 384-392.
- [20] Rains, T.M., Agarwal, S., Maki, K.C. (2011). Antiobesity effects of green tea catechins: a

- mechanistic review. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 22(1), 1-7.
- [21] Bhagwat, S., Haytowitz, D.B., Holden, J.M. (2014). USDA Database for the flavanoid content of selected foods, Release 3.1. *US Department of Agriculture: Beltsville, MD, USA*.
- [22] Cooper, R., Morr , D.J., Morr , D.M. (2005). Medical benefits of green tea: part I. review of non-cancer health benefits. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 11(3), 521-528.
- [23] T rk Kardiyoloji Derneđi Ulusal Kalp Sağlığı Politikası (2006). 1-333p.
- [24] De Koning Gans, J.M., Uiterwaal, C.S., Van der Schouw, Y.T., Boer, J.M., Grobbee, D.E., Verschuren, W.M., Beulens, J.W. (2010). Tea and coffee consumption and cardiovascular morbidity and mortality. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 30(8), 1665-1671.
- [25] Kuriyama, S., Shimazu, T., Ohmori, K., Kikuchi, N., Nakaya, N., Nishino, Y., Tsubono, Y., Tsuji, I. (2006). Green tea consumption and mortality due to cardiovascular disease, cancer, and all causes in Japan: the Ohsaki study. *The Journal of the American Medical Association*, 296, 1255-1265.
- [26] Arts, I.C., Jacobs, D.R., Harnack, L.J., Gross, M., Folsom, A.R. (2001). Dietary catechins in relation to coronary heart disease death among postmenopausal women. *Epidemiology*, 12, 668-675.
- [27] Geleijnse, J.M., Launer, L.J., Van der Kuip, D.A., Hofman, A., Witteman, J.C. (2002). Inverse association of tea and flavonoid intakes with incident myocardial infarction: the Rotterdam Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75, 880-886.
- [28] Hirvonen, T., Pietinen, P., Virtanen, M., Ovaskainen, M.L., Hakkinen, S., Albanes, D., Virtamo, J. (2001). Intake of flavonols and flavones and risk of coronary heart disease in male smokers. *Epidemiology*, 12, 62-67.
- [29] Peters, U., Poole, C., Arab, L. (2001). Does tea affect cardiovascular disease? A meta-analysis. *American Journal of Epidemiology*, 154, 495-503.
- [30] Teđililođlu, M.M., B y ktuncer, Z. (2011).  ay ve sađlıklkla ilişkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 39(1-2), 59-65.
- [31] Rogers, P.J., Smith, J.E., Heatherley, S.V., Pleydell-Pearce, C.W. (2008). Time for tea: mood, blood pressure and cognitive performance effects of caffeine and theanine administered alone and together. *Psychopharmacology*, 195(4), 569.
- [32] Wu, C.H., Lu, F.H., Chang, C.S., Chang, T.C., Wang, R.H., Chang, C.J. (2003). Relationship among habitual tea consumption, percent body fat, and body fat distribution. *Obesity Research*, 11, 1088-95.
- [33] Phung, O.J., Baker, W.L., Atthews, L.J., Lanosa, M., Thorne, A., Coleman, C.I. (2010). Effect of green tea catechins with or without caffeine on anthropometric measures: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 91, 73-81.
- [34] Westerterp-Plantenga, M.S. (2010). Green tea catechins, caffeine and body-weight regulation. *Physiology & Behavior*, 100(1), 42-46.
- [35] Shixian, Q., VanCrey, B., Shi, J., Kakuda, Y., Jiang, Y. (2006). Green tea extract thermogenesis-induced weight loss by epigallocatechin gallate inhibition of catechol-O-methyltransferase. *Journal of Medicinal Food*, 9, 451-8.
- [36] Hodgson, J.M., Puddey, I.B., Burke, V., Croft, K.D. (2006). Is reversal of endothelial dysfunction by tea related to flavonoid metabolism? *British Journal of Nutrition*, 95, 14-17.
- [37] Hursel, R., Westerterp-Plantenga, M.S. (2009). Green tea catechin plus caffeine supplementation to a high-protein diet has no additional effect on body-weight maintenance after weight loss. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89, 822-830.
- [38] Cornelis, M.C., El-Soehy, A., Campos, H. (2007). Genetic polymorphism of the adenosine A2A receptor is associated with habitual caffeine consumption. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 86, 240-244.
- [39] Klaus, S., P ltz, S., Th ne-Reineke, C., Wolfram, S. (2005). Epigallocatechin gallate attenuates diet-induced obesity in mice by decreasing energy absorption and increasing fat oxidation. *International Journal of Obesity*, 29, 615-623.
- [40] Choo, J.J. (2003). Green tea reduces body fat accretion caused by high-fat diet in rats through beta-adrenoceptor activation of thermogenesis in brown adipose tissue. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 14, 671-676.
- [41] Hasegawa, N., Yamada, N., Mori, M. (2003). Powdered green tea has antilipogenic effect on Zucker rats fed a high-fat diet. *Phytother Research*, 17, 477-480.
- [42] Ashida, H., Furuyashiki, T., Nagayasu, H., Bessho, H., Sakakibara, H., Hashimoto, T., Kanazawa, K. (2004). Anti-obesity actions of green tea: possible involvements in modulation of the glucose uptake system and suppression of the adipogenesis-related transcription factors. *Biofactors* 22: 135-140.
- [43] Grove, K.A., Lambert, J.D. (2010). Laboratory, epidemiological, and human intervention studies show that tea (*Camellia sinensis*) may be useful in the prevention of obesity. *The Journal of Nutrition*, 140(3), 446-453.
- [44] Van Dieren, S., Uiterwaal, C.S.P. M., Van der Schouw, Y.T., Boer, J.M.A., Spijkerman, A., Grobbee, D.E., Beulens, J.W.J. (2009). Coffee and tea consumption and risk of type 2 diabetes. *Diabetologia*, 52(12), 2561-2569.
- [45] Greenberg, J.A., Axen, K.V., Schnoll, R., Boozer, C.N. (2005). Coffee, tea and diabetes: the role of weight loss and caffeine. *International Journal of Obesity*, 29(9), 1121.
- [46] Sharangi, A.B. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis* L.)—A review. *Food Research International*, 42(5), 529-535.
- [47] Odegaard, A.O., Pereira, M.A., Koh, W.P., Arakawa, K., Lee, H.P., Mimi, C.Y. (2008). Coffee,

- tea, and incident type 2 diabetes: the Singapore Chinese Health Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(4), 979-985.
- [48] Iso, H., Date, C., Wakai, K., Fukui, M., Tamakoshi, A. (2006). The relationship between green tea and total caffeine intake and risk for self-reported type 2 diabetes among Japanese adults. *Annals of Internal Medicine*, 144, 554-62.
- [49] Hamer, M., Witte, D.R., Mosdøl, A., Marmot, M.G., Brunner, E.J. (2008). Prospective study of coffee and tea consumption in relation to risk of type 2 diabetes mellitus among men and women: the Whitehall II study. *British Journal of Nutrition*, 100(5), 1046-1053.
- [50] Baysal, A., Aksoy, M., Besler, T., Bozkurt, N., Keçecioglu, S., Pekcan, G., Mercanligil, S.M., Yıldız, E. (2011). *Diyet El Kitabı*. 6, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 425p.
- [51] Sies, H., Schewe, T., Heiss, C., Kelm, M. (2005). Cocoa polyphenols and inflammatory mediators. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 304-312.
- [52] Khalatbary, A.R., Ahmadvand, H. (2011). Anti-inflammatory effect of the epigallocatechin gallate following spinal cord trauma in rat. *Iranian Biomedical Journal*, 15, 31-37.
- [53] Yu, N.H., Pei, H., Huang, Y.P., Li, Y.F. (2017). (-)-Epigallocatechin-3-gallate inhibits arsenic-induced inflammation and apoptosis through suppression of oxidative stress in mice. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 41, 1788-1800.
- [54] Çelik, F. (2006). Çay (*Camellia sinensis*); içeriği, sağlık üzerindeki koruyucu etkisi ve önerilen tüketimi. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 26(6), 642-648.
- [55] Ögünç, A.V., Şehirli, A.Ö., Laçın, B.K., Ercan, F., Güçlü, H., Topçu, G. (2016). sıçanlarda deneysel mide ülseri modelinde yeşil çay ekstraktı ve peynir altı suyu proteinlerinin etkileri. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 14(2), 111-122.
- [56] Oak, M.H., El Bedoui, J., Schini-Kerth, V.B. (2005). Antiangiogenic properties of natural polyphenols from red wine and green tea. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 16, 1-8.
- [57] El Bedoui, J., Oak, M., Anglard, P., Schini-Kerth, V.B. (2005). Catechins prevent vascular smooth muscle cell invasion by inhibiting MT1-MMP activity and MMP-2 expression. *Cardiovascular Research*, 67, 317-25.
- [58] Chowdhury, A., Sarkar, J., Chakraborti, T., Pramanik, P. K., Chakraborti, S. (2016). Protective role of epigallocatechin-3-gallate in health and disease: a perspective. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 78, 50-59.
- [59] Jian, L., Xie, L.P., Lee, A.H., Binns, C.W. (2004). Protective effect of green tea against prostate cancer: A case-control study in southeast China. *International Journal of Cancer*, 108, 130-135.
- [60] Doss, M.X., Potta, S.P., Hescheler, J., Sachinidis, A. (2005). Trapping of growth factors by catechins: A possible therapeutic target for prevention of proliferative diseases. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 16, 259-66.
- [61] Wang, Y., Duan, H., Yang, H. (2015). A case-control study of stomach cancer in relation to *Camellia sinensis* in China. *Surgical Oncology*, 24(2), 67-70.
- [62] Albrecht, D.S., Clubbs, E.A., Ferruzzi, M., Bomser, J.A. (2008). Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) inhibits PC-3 prostate cancer cell proliferation via MEK-independent ERK1/2 activation. *Chemico-Biological Interactions*, 171(1), 89-95.
- [63] Thangapazham, R.L., Passi, N., Maheshwari, R.K. (2014). Green tea polyphenol and epigallocatechin gallate induce apoptosis and inhibit invasion in human breast cancer cells. *Cancer Biology & Therapy*, 6(12), 1938-1943.
- [64] Onoda, C., Kuribayashi, K., Nirasawa, S., Tsuji, N., Tanaka, M., Kobayashi, D., Watanabe, N. (2011). (-)-Epigallocatechin-3-gallate induces apoptosis in gastric cancer cell lines by down-regulating survivin expression. *International Journal of Oncology*, 38(5), 1403-1408.
- [65] Friedman, M. (2007). Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral, and antifungal activities of tea flavonoids and teas. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(1), 116-134.
- [66] Padmini, E., Valarmathi, A., Rani, M.U. (2010). Comparative analysis of chemical composition and antibacterial activities of *Mentha spicata* and *Camellia sinensis*. *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*, 1(4), 772-781.
- [67] Steinmann, J., Buer, J., Pietschmann, T., Steinmann, E. (2013). Anti-infective properties of epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a component of green tea. *British Journal of Pharmacology*, 168(5), 1059-1073.
- [68] Reygaert, W., Jusufi, I. (2013). Green tea as an effective antimicrobial for urinary tract infections caused by *Escherichia coli*. *Frontiers in Microbiology*, 4, 1-4.
- [69] Kumar, A., Kumar, A., Thakur, P., Patil, S., Payal, C., Kumar, A., Sharma, P. (2012). Antibacterial activity of green tea (*Camellia sinensis*) extracts against various bacteria isolated from environmental sources. *Recent Research in Science and Technology*, 4(1), 19-23.
- [70] Chan, E., W., Soh, E.Y., Tie, P.P., Law, Y.P. (2011). Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*. *Pharmacognosy Research*, 3(4), 266.
- [71] Song, J.M., Lee, K.H., Seong, B.L. (2005). Antiviral effect of catechins in green tea on influenza virus. *Antiviral Research*, 68(2), 66-74.
- [72] Trevisanato, S.I., Kim, Y.I. (2000). Tea and health. *Nutrition Reviews*, 58(1), 1-10.
- [73] Hamilton-Miller, J.M. (2001). Anti-cariogenic effects of tea (*Camellia sinensis*). *Journal of Medical Microbiology*, 50, 299-302.
- [74] Smullen, J., Koutsou, G.A., Foster, H.A., Zumbé, A., Storey, D.M. (2007). The antibacterial activity of plant extracts containing polyphenols against *Streptococcus mutans*. *Caries Research*, 41, 342-349.
- [75] Hassani, A.S., Amirmozafari, N., Ordouzadeh, N., Hamdi, K., Nazari, R., Ghaemi, A. (2008). Volatile components of *Camellia sinensis* inhibit growth and

- biofilm formation of oral Streptococci *in vitro*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11, 1336-41.
- [76] Narotzki, B., Levy, Y., Aizenbud, D., Reznick, A.Z. (2013). Green tea and its major polyphenol EGCG increase the activity of oral peroxidases. In *Respiratory Regulation-The Molecular Approach* Springer, Dordrecht, 99-104p.
- [77] Tehrani, M.H., Asghari, G., Hajiahmadi, M. (2011). Comparing *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* colony count changes following green tea mouth rinse or sodium fluoride mouth rinse use in children (Randomized double-blind controlled clinical trial). *Dental Research Journal*, 8(1), 158.
- [78] Signoretto, C., Burlacchini, G., Bianchi, F., Cavalleri, G., Canepari, P. (2006). Differences in microbiological composition of saliva and dental plaque in subjects with different drinking habits. *New Microbiologica*, 29, 293-302.
- [79] Awadalla, H., Ragab, M., Bassuoni, M., Fayed, M., Abbas, M. (2011). A pilot study of the role of green tea use on oral health. *International Journal of Dental Hygiene*, 9, 110-116.
- [80] Koyama, Y., Kuriyama, S., Aida, J., Sone, T., Nakaya, N., Ohmori-Matsuda, K., Hozawa, A., Tsuji, I. (2010). Association between green tea consumption and tooth loss: Cross-sectional results from the Ohsaki Cohort 2006 Study. *Preventive Medicine*, 50, 173-179.
- [81] Demirel, G., Kumsar, A.K., Yılmaz, F.T. (2015). Kadınlarda osteoporozun önlenmesinde yeşil çayın yeri. *Turkish Journal of Osteoporosis/Turk Osteoporoz Dergisi*, 21(2), 84-86.
- [82] Shen, C.L., Yeh, J.K., Cao, J.J., Chyu, M.C., Wang, J.S. (2011). Green tea and bone health: evidence from laboratory studies. *Pharmacological Research*, 64(2), 155-161.
- [83] Shen, C.L., Chyu, M.C., Yeh, J.K., Zhang, Y., Pence, B.C., Felton, C.K., Wang, J.S. (2012). Effect of green tea and Tai Chi on bone health in postmenopausal osteopenic women: a 6-month randomized placebo-controlled trial. *Osteoporosis International*, 23(5), 1541-1552.
- [84] Shen, C.L., Cao, J.J., Dagda, R.Y., Chanjaplamootil, S., Lu, C., Chyu, M.C., Yeh, J.K. (2012). Green tea polyphenols benefits body composition and improves bone quality in long-term high-fat diet-induced obese rats. *Nutrition Research*, 32(6), 448-457.
- [85] Al-Othman, A., Al-Musharaf, S., Al-Daghri, N.M., Yakout, S., Alkharfy, K.M., Al-Saleh, Y., Kumar, S. (2012). Tea and coffee consumption in relation to vitamin D and calcium levels in Saudi adolescents. *Nutrition Journal*, 11(1), 56.
- [86] Wang, G., Liu, L.H., Zhang, Z., Zhang, F., Li, S., Chen, Y., Zhao, H. (2014). Oolong tea drinking could help prevent bone loss in postmenopausal Han Chinese women. *Cell Biochemistry and Biophysics*, 70(2), 1289-1293.
- [87] Mähler, A., Mandel, S., Lorenz, M., Ruegg, U., Wanker, E.E., Boschmann, M., Paul, F. (2013). Epigallocatechin-3-gallate: a useful, effective and safe clinical approach for targeted prevention and individualised treatment of neurological diseases? *European Association for Predictive, Preventive, Personalised Medicine Journal*, 4(1), 5.
- [88] Weinreb, O., Mandel, S., Amit, T., Youdim, M.B.H. (2004). Neurological mechanisms of green tea polyphenols in Alzheimer's and Parkinson's diseases. *The Journal of Nutrition and Biochemistry*, 15, 506-516.
- [89] Pan, T.H., Jankovic, J., Le, W.D. (2003). Potential therapeutic properties of green tea polyphenols in Parkinson's disease. *Drugs Aging*, 20, 711-721.
- [90] Ng, T.P., Feng, L., Niti, M., Kua, E. H., Yap, K.B. (2008). Tea consumption and cognitive impairment and decline in older Chinese adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 88, 224-231.
- [91] Niu, K., Hozawa, A., Kuriyama, S., Ebihara, S., Guo, H., Nakaya, N., Ohmori-Matsuda, K., Takahashi, H., Masamune, Y., Asada, M. (2009). Green tea consumption is associated with depressive symptoms in the elderly. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(6), 1615-1622.
- [92] Kimura, K., Ozeki, M., Juneja, L.R., Ohira, H. (2007). L-Theanine reduces psychological and physiological stress responses. *Biological Psychology*, 74, 39-45.