



YEŞİL ÇAY VE SAĞLIK

Semiha KADIOĞLU¹, Yasemin ERTAŞ ÖZTÜRK^{1*}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 55139, Atakum, Samsun, Türkiye

Özet: *Camellia sinensis* bitkisinden farklı üretim süreçleriyle altı farklı çay çeşidi üretilmektedir. Bunlardan biri olan yeşil çay, fermantasyon basamağına uğramadığından diğer çay çeşitlerine göre daha yüksek kateşin içeriğine sahiptir. İçeriğinde bulunan önemli biyoaktif bileşenlerden biri olan Epigallokateşin gallat'ın kardiyovasküler hastalıklar, kanser, nörodegeneratif hastalıklar, cilt problemleri üzerine koruyucu etkisinin olduğu ayrıca ağırlık yönetimi ve mikrobiyota üzerine potansiyel sağlık yararının olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Yeşil çayın sağlık yararını daha iyi anlayabilmek için biyoyararlanımını artıran ve azaltan bileşenlerin varlığı ile toksik etki bildiren durumların dikkatle incelenmesi gerekmektedir. Bu derleme yeşil çaya geniş bir perspektiften bakarak yeşil çayın çeşitli sağlık yararlarını ve izlediği metabolik yolları irdelemektedir.

Anahtar kelimeler: Sağlık, *Camellia sinensis*, Yeşil çay, Kateşinler, Epigallokateşin gallat


Green Tea and Health


Abstract: Six different types of tea are produced after different processes from *Camellia sinensis*. One of them, green tea, has a higher content of catechin than other types of tea, because it is not exposed to the fermentation step. There are studies showing that Epigallocatechin gallate, one of the important bioactive components contained in green tea, has a protective effect on cardiovascular diseases, cancer, neurodegenerative diseases, skin problems, as well as potential health benefits on weight management and microbiota. In order to better understand the health benefit of green tea, it is necessary to carefully examine the presence of components that increase and reduce bioavailability and cases that report toxic effects. The purpose of this article is to examine the various health benefits of green tea and its metabolic mechanisms.

Keywords: Health, *Camellia sinensis*, Green tea, Catechins, Epigallocatechin gallat

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 55139, Atakum, Samsun, Türkiye

E mail: yasemnertas@gmail.com (Y. ERTAŞ ÖZTÜRK)

Semiha KADIOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-3621-5057>

Yasemin ERTAŞ ÖZTÜRK  <https://orcid.org/0000-0002-8232-103X>

Gönderi: 05 Mart 2021

Kabul: 05 Nisan 2021

Yayınlanma: 01 Eylül 2021

Received: March 05, 2021

Accepted: April 05, 2021

Published: September 01, 2021

Cite as: Kadioğlu S, Ertaş Öztürk Y. 2021. Green tea and health. BSJ Health Sci, 4(3): 341-350.

1. Giriş

Sudan sonra dünyada en fazla tüketimi tercih edilen çay, şu anda tek bir tür olarak kabul edilen *Camellia sinensis* bitkisinden elde edilir. *Sinensis* ve *Assamica* olmak üzere iki ana çeşidi vardır. Ana çeşitler arasında gözlenen bariz fark yaprak boyutudur. *Sinensis* çeşidi küçük yapraklıdır (5-12 cm), *Assamica* çeşidi ise 20 cm uzunluğuna kadar yapraklara sahip olabilir (Graham, 1992). Gıda ve Tarım Örgütü'nün verilerine göre en fazla çay üreten ülkeler arasında Çin birinci sırada, Türkiye ise beşinci sırada gelmektedir (FAOSTAT, 2020). Türkiye'de siyah çayı her gün düzenli olarak tercih edenlerin oranı %88,3 iken bu oran yeşil çay için %3,3, genel olarak bitki çayları için %4,1'dir (TBASA, 2017). Farklı üretim süreçleri çayın kimyasal bileşenlerini değiştirir. Aynı taze çay (*Camellia sinensis* L.) yapraklarından işleme sürecindeki farklılıklara bağlı olarak aminoasit, kateşin, alkaloid ve gallik asit içeriği farklı olan altı çay türü oluşur. Bunlar beyaz, oolong, gri, sarı, siyah ve koyu çay çeşitleridir. Beyaz ve yeşil çay fermente edilmez, sarı çay hafifçe fermente edilirken oolong, siyah ve koyu çay daha fazla fermente edilir (Bokuchava ve ark., 1980). İşlenmiş çay türleri arasında kateşin içeriği en fazla olan yeşil çaydır.

Beyaz çayda soldurma işlemi toplam serbest aminoasit içeriğinde önemli bir artışa neden olurken, siyah ve koyu çaydaki fermantasyon, aminoasit ve kateşin içeriğini önemli ölçüde azaltır (Jiang ve ark., 2019). Yeşil çayın kateşin içeriği Tablo 1'de verilmiştir.

Yeşil çayda bulunan polifenoller, genellikle kateşinler olarak bilinen flavonollerdir (Graham, 1992). Ana yeşil çay kateşinleri epigallokateşin-3-gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin-3-gallat (ECG) ve epikateşin (EC)'dir (Chung, ve ark., 2004). Bu kateşinler arasındaki fonksiyonel ve yapısal farklılıklar, B-halkası üzerindeki hidroksil gruplarının sayısından ve bir galloil parçasının varlığı veya yokluğundan kaynaklanmaktadır (Rady ve ark., 2018). Yeşil çaydaki ana kateşin olan EGCG, yeşil çay kateşinlerinin toplam polifenolik karışımının %40'undan fazlasını oluşturur (Lin ve ark., 1999). Çay kateşinleri fermantasyon sırasında polifenol oksidaz ve peroksidaz enzimlerinin etkisiyle teaflavinlere, tearubugünlere ve teabrovninlere oksitlenir. Bu nedenle oolong, siyah ve koyu çay pigment bakımından zengindir (Lv ve ark., 2017; Tang ve ark., 2018). Ayrıca çayda gallik asit, klorojenik asit, ellagik asit, galoilkinik asit, kaempferol-3-O-glukozit (kaempferol-3-G) ve çeşitli

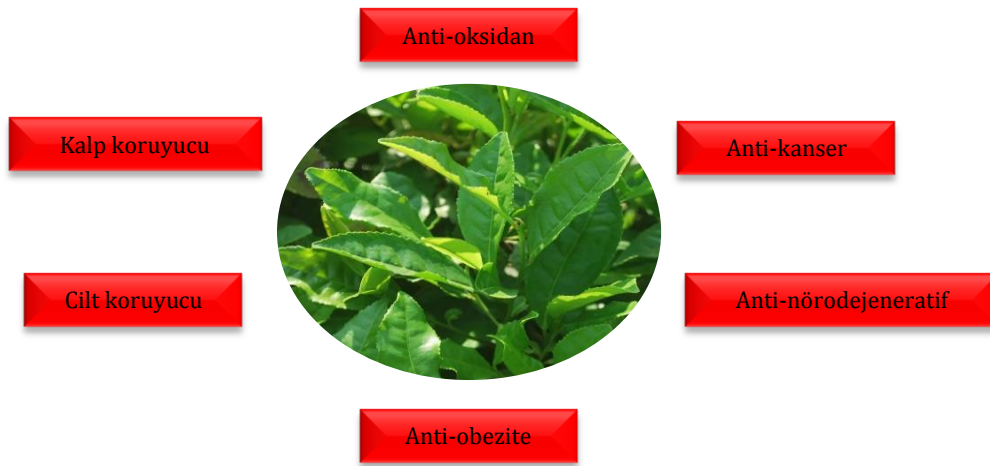


flavonoidler gibi diğer polifenoller de bulunur (Tang ve ark., 2019). Yeşil çayın içeriğindeki bu biyoaktif bileşikler kardiyovasküler hastalıklar, kanser, vücut ağırlığı kaybı, nörodejeneratif hastalıklar, cilt ve mikrobiyota üzerine

çeşitli koruyucu etkiler göstermektedir (Şekil 1). Bu derlemenin amacı yeşil çayın çeşitli sağlık durumları ile ilişkisini irdelemektir.

Tablo 1. Yeşil çay yaprakları ve yeşil çay infüzyonundaki kateşin içerikleri (Younes ve ark., 2018).

Bileşenler	Kuru yeşil çay yaprağı (mg/100 g; numune sayısı)	Demlenmiş yeşil çay (mg/100 g; numune sayısı)
(-)-Epigallokateşin-3-gallate	7,116 (1,600-20,320; 68)	70,2 (2,3-203; 100)
(-)-Epigallokateşin	2,058 (100-5,477; 68)	29,2 (1,0-90,4; 100)
(-)-Epikateşin-3-gallat	1,491 (340-4,630; 68)	17,9 (2,8-140; 100)
(-)-Epikateşin	812 (190-2,000; 68)	8,3 (1,9-26,0; 94)
(+)-Kateşin-3-gallat	7,1 (0-14,1; 6)	-
(+)-Gallokateşin	258 (69,5-447; 6)	1,5 (-; 3)
(+)-Kateşin	57,1 (0-253; 38)	4,5 (0-44,4; 66)



Şekil 1. Yeşil çay-sağlık ilişkisi.

2. Yeşil Çay ve Kardiyovasküler Hastalık İlişkisi

Kardiyovasküler hastalıklar, kalp ve kan damarlarının bir grup hastalığıdır. Dünya genelinde ve Türkiye’de ölüme en fazla sebep olan hastalık grubunu oluşturur (TÜİK, 2020a; WHO, 2020a). Bu hastalıkta plazma kolesterol seviyesinin artması önemli bir risk faktörüdür. Kardiyovasküler hastalığa sahip olan veya bu hastalık açısından yüksek risk taşıyan kişiler erken teşhis ve tedaviye ihtiyaç duymaktadır (WHO, 2017).

Japon bireyler arasında başlatılan 40.530 kişinin dahil olduğu popülasyona dayalı, ileriye dönük bir kohort çalışmada, yeşil çay tüketiminin tüm nedenlere ve kardiyovasküler hastalıklara bağlı ölümlerle ters ilişkili olduğu ve bu ters ilişkinin kadınlarda ve kardiyovasküler hastalık mortalitesinde daha güçlü olduğu saptanmıştır (Kuriyama ve ark., 2006). Pang ve ark. (2016) yaptığı bir çalışmada, yeşil çay tüketmeyen bireylerin tüketenlerle karşılaştırıldığında daha yüksek kardiyovasküler hastalık, intraserebral kanama ve serebral enfarktüse sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada tüketim miktarı arttıkça yani günde 1-3 bardak yeşil çay içenlerin günde 1 bardaktan az içenlere kıyasla miyokard enfarktüsü, inme riskinde azalma yaşadığı bulunmuştur.

Başka bir çalışmada ise erkeklerde günde 3-4 fincandan kadınlarda ise 1-2 fincandan fazla yeşil çay tüketimi kalp hastalığı mortalitesi ile ters ilişkili bulunmuştur (Abe ve ark., 2019). Bu çalışmalar artan miktarlarda yeşil çay tüketiminin kardiyovasküler ve iskemik hastalık üzerine belirgin bir koruma sağladığına dair kanıt sağlamaktadır. EGCG’nin, mangan süperoksit dismutaz eksikliği oluşturulan farelerde etkinliğini araştıran bir in vivo çalışmada, EGCG alan fareler normal içme suyu alan farelere göre daha yüksek hayatta kalma oranı sergilemiştir. EGCG ile tedavi edilen grupta miyokardiyal oksidatif stres, serbest yağ asitleri seviyeleri normal içme suyu alan gruba göre daha düşük bulunmuştur. Bu çalışma EGCG’nin protein kinaz B ve endotel nitrik oksit sentaz fosforilasyonunun aktivasyonu, serbest radikalleri süpürme ve toll benzeri reseptör 4 dahil olmak üzere inflamatuvar sinyallemeği inhibe etme yeteneği göstererek oksidatif stres ve kardiyak disfonksiyonu önleyebileceğini göstermiştir (Oyama ve ark., 2017). Domuzlar üzerinde yapılan başka bir hayvan çalışmasında, düşük yağlı beslenmeyle birlikte yeşil çay ekstresi ve limon suyu alımı trigliserid (TG) üzerinde anlamlı bir düşüş sağlamış; ayrıca birlikte alımları plazma kateşin miktarında önemli bir artış ile

sonuçlanmıştır. Bu artış çaydaki kararsız kateşinlerin limon suyundaki askorbik asit ile birlikte alındığında mide sıvısında çökelti oluşturmasının engellenmesiyle açıklanmıştır (Fang ve ark., 2019). Yeşil çayın hastalıklar üzerindeki etkinliğini daha net görebilmek için EGCG'nin limon suyu gibi biyoyararlanımını artıran besinler ile birlikte kullanımı önemlidir. Bu sinerjik etkileşimin mekanizmasının aydınlatılması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Mamose ve ark. (2016) yaptığı bir çalışmada EGCG'nin içecek veya kapsül formunda kullanımının sağlıklı bireylerde LDL-K seviyelerini önemli ölçüde azalttığı ve bu etkinin günde yaklaşık 2 ila 8 fincan yeşil çaya eşdeğer EGCG'nin (107-857 mg/gün) tüketilmesiyle mümkün olabileceği bulunmuştur. Ek olarak EGCG kullanımı, HDL-K ve TG değerlerinde önemli bir değişiklik oluşturmamıştır. Yeşil çayın kalp-damar hastalıklarına karşı koruyucu etkinliği, içeriğindeki biyoaktif bileşik olan EGCG'nin LDL-K'yi düşürme, antioksidan enzimlerin etkinliğini artırma ve inflamatuvar sinyalleri inhibe etme yeteneğine sahip olmasıyla gerçekleşmektedir.

3. Yeşil Çay ve Kanseri İlişkisi

Kanser, anormal hücre büyümesiyle birlikte vücuda yayılma veya vücudu istila etme potansiyeli gösteren bir grup hastalıktır. Türkiye'de ölümlerin %18,4'ünü iyi ve kötü huylu tümörler oluşturmaktadır (TÜİK, 2020a). 2020 yılında dünyada ortalama 9,9 milyon insan hayatını kanserden kaybetmiştir ve en fazla ölüme neden olan kanser çeşitleri sırasıyla akciğer, kolorektum ve karaciğer kanserleri olmuştur (IARC, 2020). Beden kütle indeksinin fazla olması, düşük meyve ve sebze alımı, fiziksel aktivite eksikliği, tütün ve alkol kullanımı kanser riskini artırmaktadır ve bu nedenle beslenme ve davranış değişikliği oluşturmak hastalık riskini azaltmak için önemlidir. Kemoprevansiyon, doğal olarak oluşan fitokimyasalların kullanılması yoluyla özellikle karsinogenez sürecini bir veya daha fazla aşamada engelleyebilen, kanser tedavisi için ideal bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Siddiqui ve ark., 2010). Bu açıdan yeşil çay, kanser hücrelerinde apoptozu indüklemeye, proliferasyonu ve anjiyogenezi inhibe etme yeteneği ile umut vaat etmektedir (Rady ve ark., 2018).

Japon popülasyon tabanlı bir kohort çalışmada bireyler 17,3 yıl takip edilmiş ve yeşil çayı günde 5 fincandan fazla tüketenlerle 1 fincandan az tüketenler karşılaştırıldığında, yüksek miktarda yeşil çay tüketiminde tüm nedenlere bağlı ölüm riskinde azalma görülmüştür. Daha fazla yeşil çay tüketimi özellikle kalp ve serebrovasküler hastalıklar için ölüm riskini azaltırken kadınlarda toplam kanser sebepli ve solunum hastalığı ölüm riski ile ters orantılı bulunmuştur (Abe ve ark., 2019). Başka bir meta-analiz çalışmada ise siyah çay tüketimi tüm kanser ölümleriyle ters ilişki gösterirken yeşil çay tüketiminin bu ilişkiyi göstermediği bulunmuştur. Bu sonucun olası açıklaması beslenme farklılıklarından ve yaşanan çevrenin etkisinden kaynaklanıp çay içeriği sebepli olmadığıdır (Tang ve ark.,

2015). Dünya Sağlık Örgütü'nün kanser araştırmalarını yapan Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı'nın verilerine göre kadın kanser ölümlerinin %6,9'u meme kanseri sebebiyle gerçekleşmektedir (IARC, 2020). Yeşil çay tüketimi ile meme kanseri riski arasındaki ilişkiyi araştıran bir meta-analiz (toplamda 14058 meme kanseri hastası ve 15043 kontrol grubu) önemli heterojenliğe rağmen yeşil çayın Asyalı ve Avrupalı kadınlarda coğrafi konumdan etkilenmeden meme kanseri insidansını azaltabileceğini göstermiştir (Yu ve ark., 2019).

EGCG fizyolojik koşullar altında kararsız bir yapıya sahiptir ve zayıf biyoyararlanım gösterir. EGCG'nin stabilitesini artırmak amacıyla, (-)- EGCG'nin reaktif hidroksilleri üzerine perasetat koruma grupları eklenerek bir ön ilaç formu (pro-EGCG) elde edilmiştir (Lam ve ark., 2004). Landis ve ark. (2007) yaptığı bir çalışmada kültürlenmiş insan meme kanseri MDA-MB-231 hücreleri verilmiş farelerde, pro-EGCG'nin hücrelerden daha iyi emilip EGCG'ye dönüştüğü ve aynı koşullar altında doğal (-)- EGCG'den daha fazla miktarda biriktiği görülmüştür. Aynı zamanda Pro-EGCG'nin meme kanseri hücre çoğalmasını inhibe etmede EGCG'den 3,5 kat daha güçlü olduğu ve tümör numunelerinde %54 büyüme inhibisyonu sağladığı bulunmuştur.

Dünyada ölümlere en fazla sebebiyet veren ikinci kanser türü olan kolon kanseri, Türkiye'de kanser sebepli ölümlerin %40'ını oluşturmaktadır (IARC, 2020; TÜİK, 2020a). Jin ve ark. (2017) kolorektal karsinom hastasından türetilmiş ksenograft (PDX) fare modeli kullanarak yaptıkları çalışmada kolorektal karsinom koşullandırılmış ortamının, JAK/STAT3 sinyal yolunun aktivasyonu ile normal endotel hücreleri tümör endotel hücrelerine doğru zorlayarak tümör anjiyogenezi teşvik ettiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada kurkumin ve EGCG'nin beraber kullanımı sadece kurkumin veya sadece EGCG kullanımından daha fazla anti-tümör etki göstermiş ve kolorektal karsinom PDX tümör büyümesini baskılamıştır. Bu çalışma ile kurkumin ve EGCG'nin, JAK/STAT3/IL-8 sinyal yolunu bloke ederek anti-anjiyogenik etki gösterdikleri ve kanser hücrelerine karşı birlikte daha güçlü bir etkiye sahip oldukları bulunmuştur.

4. Yeşil Çay ve Ağırlık Yönetimi İlişkisi

Obezite, sağlığı olumsuz etkileyecek şekilde vücutta dengesiz veya aşırı yağ birikimidir. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010 verilerine göre 19 ve üzeri yaş grubunda fazla kilolu (BKİ: 25,0-29,9 kg/m²) bireylerin oranı %34,6 iken aynı araştırmanın 2017 verilerinde %36,6 olarak bulunmuştur (TBSA, 2017). Bu sonuçlar obezitenin, sağlıksız beslenme ve yetersiz aktivite sebebiyle her geçen yıl daha da artmakta olduğunu göstermektedir. Obezitenin yaşam kalitesini düşürmesi ve diğer hastalıklar için önemli bir risk faktörü olması bilim insanlarını yeni araştırmalara yönlendirmektedir. Bu açıdan yeşil çay, ağırlık yönetiminde etkinliği araştıran ve pozitif sonuçlarıyla umut vaat eden besinlerden biridir.

Chen ve ark. (2016) yaptığı bir çalışmada, 12 hafta boyunca yeşil çay biyoaktif bileşiği olan EGCG tüketen santral obez kadınların vücut ağırlığı kaybında, beden kütle indeksinde, bel çevresinde ve kolesterol, LDL-K plazma seviyelerinde anlamlı düşüşler görülmüştür. Yeşil çay tüketen kadınlar daha düşük grelin ve daha yüksek adiponektin seviyeleri sergilemiştir. Aynı çalışmada yüksek dozda (856,8 mg/gün) EGCG alımının bireyler üzerinde yan etki oluşturmaması bu dozun tüketim açısından güvenli ve anti-obezite açısından etkili olabileceğini göstermektedir. Yeşil çayın anti-obezite aktivitesi, besin alımını azaltan grelin seviyelerini düşürme yeteneğine sahip olması olabilir. Başka bir çalışmada günde 500 mg'dan daha fazla veya daha az kateşin tüketimi karşılaştırılmış ve 500 mg'dan fazla tüketen kişilerde bel çevresi, BKİ, vücut ağırlığı kaybında anlamlı azalışlarla birlikte abdominal yağ, toplam, deri altı ve viseral yağ miktarında önemli azalmalar olduğu gözlemlenmiştir (Hibi ve ark., 2018). Yeşil çayın anti-obezite etki gösterebilmesi için günde 500 mg'dan fazla EGCG içeren miktarlarda tüketiminin sağlanması daha iyi bir sonuç için gerekli gibi görünmektedir.

Taghizadeh ve ark. (2017) fazla kilolu (BKİ \geq 25 kg/m²) 50 kadın üzerinde yeşil çay (125 mg), kapsaisin (25 mg) ve zencefil özünün (50 mg) birlikte kullanımının etkisini araştırdıkları çalışmada, 8 haftalık müdahaleden sonra plasebo grubuyla karşılaştırıldığında yeşil çay karışımı kullanan grupta vücut ağırlığı ve BKİ değerlerinde anlamlı değişimler bulunmuştur. Ayrıca insülin metabolizması belirteçleri ve plazma toplam glutasyon düzeyleri üzerinde yeşil çay karışımının faydalı etkileri olduğu; fakat açlık kan glukozu, lipid ve toplam antioksidan kapasite konsantrasyonlarını etkilemediği görülmüştür. Yeşil çayın, zencefil ve kapsaisin ile birlikte kullanılması etkinliğini artırmak için faydalı olabilmektedir; fakat müdahale süresinin kısa olması açlık kan glukozu, lipid ve antioksidan kapasite üzerindeki etkisini sınırlandırmış olabilir. Bu da tüketim süresinin önemini göstermektedir. Yeşil çay, kafein ve kapsaisin takviyelerinin vücut kompozisyonundaki etkilerini değerlendiren bir meta-analizde yeşil çay ve kapsaisinin vücut ağırlığı kaybında etkili olduğu; fakat kafeinin böyle bir etkinlik göstermediği bulunmuştur (Golzarand ve ark., 2018).

Diyabet riski taşıyan obez bireylerde, insülin duyarlılığını artırmak için metformin kullanılabilir (Binnert ve ark., 2003). Metformin ve yeşil çay ekstresinin diyabetik olmayan obez bireylerde tek tek ve birlikte kullanım etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, tek başına yeşil çay ekstresi (560 mg/gün polifenol) kullanımı açlık kan glukozunu düşürürken metforminle birlikte kullanımında bu etki görülmemiştir. Ayrıca yeşil çay lipid profilini iyileştirmede metforminden daha üstün bir etkinlik sağlamıştır (Alves Ferreira ve ark., 2017).

Yeşil çayın uzun süre kullanımının vücut kompozisyonunda olumlu etkiler gösterdiğini bulan çalışmalar varken (Chen ve ark., 2016; Taghizadeh ve ark., 2017; Golzarand ve ark., 2018; Hibi ve ark., 2018) enerji harcamasında, vücut ağırlığı kontrolünde etkisinin

olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Mielgo-Ayuso ve ark., 2014; Janssens ve ark., 2015; Dostal ve ark., 2016). Sonuçların çelişkili olması yeşil çay üzerinde uzun soluklu daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

5. Yeşil Çay ve Nörodejenaratif Hastalıklarla İlişkisi

Türkiye, nüfusu hızla yaşlanmakta olan bir ülkedir. Yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranı 2014 yılında %8,0 iken, 2019 yılında %9,1'e yükselmiştir ve dünya genelinde yaşlı nüfus sıralamasında Türkiye 66. sırada yer almaktadır. Alzheimer, nörodejenaratif hastalıklardan biridir. Ülkemizde Alzheimer hastalığı nedeniyle ölenlerin oranı 2014 yılında %3,9 iken 2018 yılında bu oran %4,6'ya yükselmiştir (TÜİK, 2020b). Nörodejenaratif hastalık oranlarındaki bu artışlar, hastalığın altında yatan mekanizmayı aydınlatmayı ve hastalığa etki edecek yeni tedavi yöntemlerini geliştirmeyi hızlandırmaktadır.

Alzheimer hastalığında inhibisyonu hedeflenen asetil-kolinesteraz ve butiril-kolinesteraz enzimleri üzerinde yeşil çay kateşinlerinin etkinliğini araştıran bir çalışmada EGCG, bu hastalıkta ilaç olarak kullanılan galantamiden sonra tek başına en fazla inhibisyon gösteren bileşik olmuştur (Okello ve Mather, 2020). Yeşil, kırmızı ve siyah çay desteğinin Alzheimer hastalığında etkinliğini araştıran bir fare çalışmasında yeşil çayın hafıza eksikliklerini önleme, hipokampusta oksidatif stresi ve hasarı önleme etkinlikleri göstererek nöroprotektif bir rol oynadığı görülmüştür (Schmidt ve ark., 2017). EGCG'nin beyin aktivitesi ve ruh hali üzerindeki etkinliğini araştıran bir insan çalışmasında ise EGCG alımı stres düzeyini azaltmış ve sakinlik durumunu artırmıştır. Ayrıca yeşil çayın beyinde alfa, beta ve teta dalga boylarında artış sağlayarak rahatlama ve dikkati toplama yeteneğini uyarabileceği sonucuna varılmıştır (Scholey ve ark., 2012). EGCG alımının insan beyninde bilişsel aktivite etkisini araştıran çalışmalara da ihtiyaç vardır. MPTP (1-metil-4-fenil-1,2,3,6-tetrahidropiridin) ile indüklenen parkinson fare modeli üzerinde yapılan bir çalışmada, EGCG alan fareler kutup testinde daha az T dönüşü yapma ve T toplam sürelerini önemli derecede azaltma göstererek EGCG alımının motor fonksiyon bozukluğunu düzeltebileceği gözlemlenmiştir. Ayrıca EGCG, tirozin hidroksilaz-pozitif dopaminerjik nöronların sayısını artırarak nöroprotektif ve TNF- α , IL-6 serum konsantrasyonlarını azaltarak immünoprotektif bir etki göstermiştir (Zhou ve ark., 2018). Üç kıtadan farklı popülasyonları içeren 12 çalışmanın havuzlanmış bir analizini gerçekleştiren Barranco Quintana ve ark. (2009) çay tüketiminin parkinson hastalığında açık bir koruyucu etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır. EGCG ile hindistan cevizi yağının multipl skleroz hastalarında etkinliğini araştıran bir insan çalışmasında ise, 4 ay boyunca 800 mg EGCG ve 60 mL hindistan cevizi yağı alan bireylerin IL-6 seviyelerinde başlangıca göre anlamlı

azalma görülmüştür. Ayrıca kaygı durumunda ve anksiyete düzeylerinde önemli düşüşler olmuştur (Platero ve ark., 2020). Bu çalışmaların bulgularına bakarak sağlıklı, sürdürülebilir bir beslenmenin nörodejeneratif hastalıkların altında yatan mekanizmaları pozitif yönde etkileyebileceği ve bu sebeple hastalıklarda tıbbi destek ve beslenme desteğinin birlikte ele alınmasının son derece önemli olduğu vurgulanmalıdır.

6. Yeşil Çay ve Cilt Sağlığı İlişkisi

Hızlı kentleşme ve sanayileşmeye bağlı olarak ince toz parçacık nedenli hava kirliliği, sağlık ve iklim için tehdit oluşturmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre hava kirliliğinin birleşik etkileri; büyük ölçüde felç, kalp hastalığı, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, akciğer kanseri ve akut solunum yolu enfeksiyonlarından her yıl yaklaşık yedi milyon insanın erken ölümüne neden olmaktadır (WHO, 2020b). Yeşil çay içeriğinde bulunan EGCG, cilt sağlığını iç ve dış faktörlere karşı koruduğundan kozmetik sektöründe de önemli bir etkinliğe sahiptir.

EGCG'nin ince toz parçacık kaynaklı cilt yaşlanması üzerine etkisinin araştırıldığı in vitro bir çalışmada, EGCG'nin 50 mM'e kadar insan dermal fibroblastlarında toksik etki yapmadığı görülmüştür. EGCG, ince toz parçacıkları ile muamele edilen insan dermal fibroblastlarında, nükleer faktör kappa B, aktivatör protein-1 ve mitojenle aktive edilmiş protein kinaz sinyal yollarını düzenlemiştir. Ayrıca reaktif oksijen türlerini temizleme, kollajen sentezini koruma ve matriks metaloproteinaz (MMP) salgısını azaltma etkinliği göstererek ince toz parçacıklarının neden olduğu cilt yaşlanmasını etkili bir şekilde inhibe etmiştir (Lei Wang ve ark., 2019).

Cilt yaşlanması, ultraviyole (UV) ışınlarla maruz kalma gibi dış faktörlerin neden olduğu dışsal hasarın yanı sıra yaşlanma gibi içsel faktörlerin aracılık ettiği karmaşık bir süreçtir. Lee ve ark. (2014) UV ışınlanmasına maruz bırakılmış farelerde yeşil, siyah ve beyaz çayın cilt yaşlanmasına karşı etkinliğini araştırmış ve yeşil çay uygulamasının ciltte eritemi diğer çaylara göre önemli derecede azalttığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca bitki çayı uygulaması, kolajen ve elastik lif seviyelerinde artış gösterip kolajen parçalayıcı bir enzim olan MMP-3'ün ekspresyonunu azaltarak kırışıklık oluşumunu önemli ölçüde engellemiştir. Yeşil çayın deneysel ortamlarda cilt koruma üzerine gösterdiği etkinlikleri gerçek hayatta gösterip göstermeyeceğine dair daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

7. Yeşil Çay ve Mikrobiyota İlişkisi

İnsan vücudu birçok mikroorganizmaya ev sahipliği yapmaktadır. Bağırsaklar, deri, vajina ve ağız boşluğu gibi alanlarda mikroorganizmalar yaşamakta ve bu canlılar bizlerin mikrobiyotasını oluşturmaktadır. İnsan bağırsak topluluğu, konağı zararlı mikroorganizmalara karşı

korumaya ve bağırsaktaki dengenin sürdürülmesine yardımcı olur. Beslenme düzeninde oluşan değişiklikler, antibiyotik kullanımı, yaş veya enfeksiyon bağırsak mikrobiyal kompozisyonunu etkileyebilmektedir (Swanson ve ark., 2020). Uluslararası Probiyotikler ve Prebiyotikler Derneği, prebiyotikleri "sağlık yararı sağlayan konakçı mikroorganizmalar tarafından seçici olarak kullanılan bir substrat" olarak tanımlamaktadır (Gibson ve ark., 2017). En çok incelenen prebiyotikler; inülin, fruktooligosakaritler, galaktooligosakaritler ve insan sütü oligosakaritleridir. Ancak çay yaprağı tozunun prebiyotik rolü halen bilinmemektedir (Wang ve ark., 2020). Yeşil çayın mikrobiyota üzerine etkileri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Yapılan bir hayvan çalışmasında, yüksek yağlı beslenme sonucunda mikrobiyal çeşitlilikte azalma meydana gelmiş; ancak bu beslenme tarzına belirli oranda yeşil çay polifenolü eklendiğinde laktik asit seviyelerinde artma meydana gelmiştir. Bu çalışma yüksek yağlı bir diyetin *Robinsoniella peoriensis* üzerinde olası bir inhibe edici etkiye sahip olabileceğini, doza bağlı çay polifenollerinin alınımının vücut ağırlığı artışı, adiposit hipertrofisini ve hepatik steatozu geciktirebileceğini düşündürmektedir (Li Wang ve ark., 2016). Yüksek yağlı bir diyetle, *Lactobacillus plantarum* suşu ile kombinasyon halinde yeşil çay tozu alımı araştırılmış ve kombine alım farelerin bağırsaklarında *Lactobacillus*'un büyümesini desteklemiş, leptin seviyelerini önemli derecede düşürmüş ve yüksek yağlı diyet kaynaklı inflamasyonu hafifletmiştir. Ayrıca ince bağırsaktaki *Akkermansia* miktarının, toplam vücut yağ içeriği ve dolaşımdaki leptin seviyeleri ile negatif korelasyon göstermesi, *Akkermansia*'nın yağ birikimini azaltmada bir rol oynadığını düşündürmüştür (Axling ve ark., 2012).

Çay yaprağı diyet posası açısından zengindir. Geleneksel çay içme şekli çay yaprağındaki diyet posasının atılmasına neden olmaktadır. Wang ve ark. (2020) çeşitli posa içeriklerine sahip yeşil çay tozu tüketiminin yüksek yağlı beslenen farelerde etkinliğini araştırdıkları çalışmada, yeşil çay tozu alımı serum leptin düzeylerini düşürmüş, leptin duyarlılığını artırmıştır. Yeşil çay tozunun SREBP-1c, FAS ve LXR'nin mRNA ekspresyon seviyelerini azaltarak yağ metabolizmasını pozitif yönde etkileyebileceği gözlenmiştir. Bu açıdan çay yaprağı tozunun içecekler, ekmek, bisküvi gibi gıda endüstrisinde kullanılması yeşil çayda bulunan biyoaktif bileşiklerin yanı sıra yeşil çayın posa açısından da sağlık üzerindeki faydalarını göstermesini sağlayabilir. Yeşil çayın yüksek yağlı beslenen farelerde etkinliğini araştıran birçok çalışma mevcutken zayıf fareler üzerinde yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Gurley ve ark (2019) zayıf fareler üzerinde kafeinsiz yeşil çay ekstreğini araştırmış ve ~200 mg/kg kafeinsiz yeşil çay ekstresi alımıyla *Akkermansia*'da önemli artışlarla birlikte bağırsak mikrobiyotasında önemli değişikliklerin oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca tokluk durumunda alımla toksik bir etki görülmemiştir.

Tablo 2. Yeşil çayın mikrobiyota üzerine etkinlikleri

Denekler	Çalışma Planı	Sonuç	Kaynak
C57BL / 6j fareleri	5 grup oluşturuldu: 1.grup düşük yağlı beslenme (Normal yem + steril saf su) 2.grup yüksek yağlı beslenme (Yüksek yağlı yem + 30 g L ⁻¹ sakkaroz su) 3.grup yüksek yağlı beslenme +%0,05 çay polifenölü (Yüksek yağlı yem + 30 g L ⁻¹ sükroz +%0,05 (ağırlıkça) TP) 4.grup yüksek yağlı beslenme +%0,2 çay polifenölü (Yüksek yağlı yem + 30 g L ⁻¹ sükroz +%0,2 (ağırlıkça) TP) 5.grup yüksek yağlı beslenme +%0,8 çay polifenölü (Yüksek yağlı yem + 30 g L ⁻¹ sükroz +%0,8 (ağırlıkça) TP) *4 hafta boyunca uygulanmıştır	*Düşük yağlı beslenme grubuna kıyasla HF +%0,2 TP grubunda laktik asit bakteri sayısında önemli bir artış olmuştur * Yüksek yağlı beslenen farelerde düşük yağlı beslenenlere kıyasla vücut ağırlığı ve yağ kütlesi, adiposit hipertrofisi, karaciğer yağlanması önemli ölçüde artmıştır * HF +%0,2 TP grubu ve HF +%0,8 TP grubu (ancak HF +%0,05 TP grubu değil) arasında vücut ağırlığı, yüksek yağlı beslenme grubundaki vücut ağırlığından anlamlı derecede düşük bulunmuştur	(Li Wang ve ark., 2016)
C57BL / 6jBomTac dişi fareler	4 grup oluşturuldu: 1.grup kontrol grubu (yüksek yağlı diyet-enerjinin %45'i yağdan) 2.grup <i>L. plantarum</i> grubu (yüksek yağlı beslenme + <i>L. plantarum</i>) 3.grup yeşil çay grubu (yüksek yağlı diyet+%4 yeşil çay tozu) 4.grup <i>L. plantarum</i> + yeşil çay grubu (yüksek yağlı diyet + %4 yeşil çay tozu + <i>L. Plantarum</i>) *22 hafta boyunca uygulanmıştır.	* <i>Lactobacillus plantarum</i> suşu ile kombinasyon halinde yeşil çay tozu alımı, bağırsakta <i>Lactobacillus'un</i> büyümesini desteklemiştir. *Yeşil çay, vücut yağ içeriğini ve hepatik triasilgliserol ve kolesterol birikimini önemli ölçüde azaltmıştır. <i>Akkermansia'nın</i> yağ birikimini azaltmada bir rol oynadığını düşündürmüştür. * <i>Lactobacillus plantarum</i> suşu +yeşil çay tozu, yüksek yağlı diyet kaynaklı iltihabı hafifletmiştir.	(Axling ve ark., 2012)
C57BL / 6j erkek fareler	Fareler 5 gruba ayrıldı: 1.grup negatif kontrol (NC) grubu normal diyet aldı 2.grup model kontrol (MC) grubu bir yüksek yağlı diyet (%78,8 bazal yem %1 kolesterol %10 sarısı tozu %10 domuz yağı ve % 0,2 kolat) aldı 3.grup yüksek yağlı beslenme + 0,5 g/kg diyet lifi ile zenginleştirilmiş yeşil çay yaprağı tozu-düşük (DFL) 4.grup yüksek yağlı beslenme + 1,0 g/kg diyet lifi ile zenginleştirilmiş yeşil çay yaprağı tozu (DFM) 5.grup yüksek yağlı beslenme + 2,0 g/kg diyet lifi ile zenginleştirilmiş yeşil çay yaprağı tozu-yüksek (DFH) *12 hafta boyunca uygulandı	*Yeşil çay tozu alımı tokluk hormonları PYY ve GLP-1'in serum seviyelerini artırmıştır. *Yeşil çay tozu sterol düzenleyici element bağlayıcı protein 1c (SREBP1c), yağlı asit sentaz (FAS) ve karaciğer X reseptörü (LXR) dahil olmak üzere lipid sentez genlerinin mRNA ekspresyon seviyelerini baskılamıştır. *Yeşil çay tozu proinflamatuvar belirteçler olan TNF-α ve IL-6 ve LPS seviyelerini azaltmıştır.	(J. Wang ve ark., 2020)
C57BL / 6j erkek fareler	Fareler 5 gruba ayrıldı: 1.grup negatif kontrol (NC) grubu normal diyet aldı 2.grup model kontrol (MC) grubu bir yüksek yağlı diyet (%78,8 bazal yem %1 kolesterol %10 sarısı tozu %10 domuz yağı ve % 0,2 kolat) aldı 3.grup yüksek yağlı beslenme + 0,5 g/kg diyet lifi ile zenginleştirilmiş yeşil çay yaprağı tozu-düşük (DFL) 4.grup yüksek yağlı beslenme + 1,0 g/kg diyet lifi ile zenginleştirilmiş yeşil çay yaprağı tozu (DFM) 5.grup yüksek yağlı beslenme + 2,0 g/kg diyet lifi ile zenginleştirilmiş yeşil çay yaprağı tozu-yüksek (DFH) *12 hafta boyunca uygulandı	*Yeşil çay tozu alımı tokluk hormonları PYY ve GLP-1'in serum seviyelerini artırmıştır. *Yeşil çay tozu sterol düzenleyici element bağlayıcı protein 1c (SREBP1c), yağlı asit sentaz (FAS) ve karaciğer X reseptörü (LXR) dahil olmak üzere lipid sentez genlerinin mRNA ekspresyon seviyelerini baskılamıştır. *Yeşil çay tozu proinflamatuvar belirteçler olan TNF-α ve IL-6 ve LPS seviyelerini azaltmıştır.	(J. Wang ve ark., 2020)

Tablo 2. Yeşil çayın mikrobiyota üzerine etkinlikleri (devam ediyor)

Çalışma şekli	Denekler	Çalışma Planı	Sonuç	Kaynak
Müdahale çalışması	10 sağlıklı yetişkin (33-70 yaş arası)	Katılımcılar her gün yaklaşık 1000 mL yeşil çay içmişlerdir. İlk dışkı örnekleri, denekler sadece yeşil çay içmeye başlamadan önce toplandı. İkinci örnekler, denekler 10 gün boyunca su yerine yeşil çay içtikten sonra toplandı. Gönüllüler yalnızca yeşil çay içmeyi bıraktıktan yedi gün sonra, son dışkı örnekleri toplandı. *Tüm deney süresince antibiyotik kullanımı yasaklandı.	*Bifidobakterilerin oranı yeşil çay tüketimi ile artma eğilimi göstermiştir *Yeşil çay tüketimi prebiyotik olarak hareket edebilir ve <i>Bifidobacterium</i> türlerinin oranını artırarak kolon ortamını iyileştirebilir.	(J. S. Jin ve ark., 2012)
Randomize, tek plasebo kontrollü bir tasarım	58 beyaz erkek ve kadın (18-50 yaş arası)	Katılımcılar 2 gruba ayrıldı: 1.grup yeşil çay (> 0,56 g/gün epigallokateşin-gallat + 0,28 ± 0,45 g/gün kafein) 2.grup plasebo kapsülleri tüketti *12 hafta boyunca uygulandı.	*12 hafta boyunca yeşil çay takviyesi, bağırsak mikrobiyotası bileşimi üzerinde önemli bir etkiye sahip değildi.	(Janssens ve ark., 2016)
Müdahale çalışması	12 katılımcı (27-46 yaş arası)	Katılımcılar 2 hafta boyunca 400 mL yeşil çay tüketmişlerdir *3 zaman noktasında (başlangıç/2 hafta yeşil çay tüketiminden sonra/1hafta arınmadan sonra) katılımcılardan tükürük ve dışkı örnekleri alınmıştır.	*Yeşil çay tüketimi <i>Firmicutes</i> yükselmesi, <i>Bacteroidetes</i> azalması ile <i>Firmicutes</i> / <i>Bacteroidetes</i> (FIR: BAC) oranını artırmış ayrıca <i>Lachnospiraceae</i> , <i>Ruminococcaceae</i> ve <i>Bifidobacteriaceae</i> ailesinin kısa zincirli yağ asidi üreten türlerini artırmıştır. *Yeşil çay tüketimi, tükürük mikrobiyotasını değiştirir.	(Yuan ve ark., 2018)

On gün boyunca su yerine 1000 mL yeşil çay içen bireylerin mikrobiyotasındaki değişiklikleri inceleyen bir çalışma, katılımcılarda yeşil çay tüketimi ile bifidobakterilerin oranı artma eğilimi göstermiş ve bu değişim ile yeşil çayın prebiyotik gibi davranarak kolon ortamını iyileştirebileceği sonucuna varılmıştır (Jin ve ark., 2012). Bir çalışma, uzun süre (12 hafta) yeşil çay (> 0,56 g/gün EGCG + 0,28 ± 0,45 g/gün kafein) takviyesi alınımının gruplar arasında vücut ağırlığı ve mikrobiyota açısından herhangi bir farklılık oluşturmadığını bulmuştur (Janssens ve ark., 2016). Yeşil çayın istenilen etkiyi gösterebilmesi için yeterli dozda alındığından emin olmak ve beslenme şeklinin mikrobiyotayı çok fazla etkilediğinin bilincinde olarak daha standardize bir diyet ile etkinliğini araştırmak ilerleyen çalışmalarda dikkat edilmesi gereken bir konu olmalıdır.

Yeşil çay bağırsak mikrobiyotasında *Akkermansia*, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin miktarını artırarak insan sağlığını desteklemektedir. Yeşil çay içeriğinin bağırsağa hangi dozlarda ulaştığında, hangi faydalı mikroorganizmaların seviyelerini artırdığına dair daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

8. Yeşil Çay ve Toksikite

Yeşil çayın; kanser, kardiyovasküler hastalıklar, cilt ve nörodejeneratif hastalıkları tedavi etmek için büyük bir potansiyele sahip olduğunu gösteren birçok çalışma vardır. Buna karşın yeşil çayın yan etkilerini, sağlık

üzerine zararlı etkilerini bildiren makaleler de mevcuttur. Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, tek başına 30 mg/kg yeşil çay polifenolünün oral uygulaması ya da intraperitoneal 2,5 mg/kg ebulin f (*Sambucus ebulus*) uygulaması ölümcül toksisiteyi tetiklemez iken birlikte bu dozlarda alımlarında ciddi vücut ağırlığı kaybı ve 10. günde %50'den fazla ölüm oranı görülmüştür (Rojo ve ark., 2020). EGCG'nin aç ve tok alınımının köpeklerde toksisite maruziyetini araştıran bir çalışma, açlık durumunda değişen oranlarda (200, 500 ve 1000 mg/kg/gün) yeşil çay ekstresi alan köpeklerin birçok ana organında yaygın morbidite, mortalite ve patoloji sebebiyle erken bitirilmiş ve bu araştırmanın 13 haftalık ek bir çalışmasında tek doz 200 mg/kg/gün yeşil çay ekstresinin tokluk durumunda alınmasıyla köpeklerde daha az maruziyet olduğu görülmüştür (Kapetanovic ve ark., 2009). Bu açıdan yeşil çayın tokluk durumunda alınması ve yeşil çay-insan çalışmalarında karaciğer fonksiyon testlerinin dört haftada bir tekrarlanmasının çok önemli olduğu vurgulanmalıdır.

Postmenopozal kadınlarda yapılan bir çalışmada, 1 yıl boyunca 843 mg EGCG tüketenler plasebo grubuna kıyasla daha yüksek alanin aminotransferaz (ALT) yükselmesi yaşamıştır ayrıca yeşil çay ekstresi kullanan kadınlar, daha yüksek bulantı bildirmişlerdir. ALT yükselmesinin eşzamanlı enfeksiyon varlığı, yeni ilaç kullanımı, alkol tüketimi ya da karaciğer enzim

yükselmesi tıbbi geçmişinden kaynaklanabileceği, bulantı probleminin EGCG'nin aç karnına alımı nedeniyle olabileceği şeklinde bildirilmiştir (Dostal ve ark., 2015). Bir vaka raporunda, 44 yaşında bir kadının 6 ay boyunca yeşil çay ekstresi (720 mg/gün) kullanımı sonucunda halsizlik, sarılık ve sağ üst kadran ağrısı ile acile başvurduğu, hastaneye yatışından 16 gün sonra akut karaciğer yetmezliği sebebiyle karaciğer nakli yapıldığı bildirilmiştir (Molinari ve ark., 2006). Bitkisel takviyeler sağlığı iyileştirme düşüncesiyle bilinçsizce kullanılabilir ve bu sebeple insanların takviye kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

9. Yeşil Çay ve Güvenliği

Bir besinin "doğal" olmasının her koşulda güvenilir olmadığını bilincinde olmak önemlidir. Çay bitkisinin; ağır metal, pestisit/herbisit bulundurma veya bakterilerle kontaminasyon durumunun varlığı hepatotoksositeye sebebiyet verebilmektedir. Yapılan bir incelemede yeşil çay ekstresinin içerdiği pestisit kalıntıları, pirolizidin alkaloidleri veya elementel safsızlıkların hepatotoksositeye sebebiyet verdiğine dair bir kanıt bulunamamıştır (Oketch-Rabah ve ark., 2020). Tüketim güvenliği açısından dikkat edilmesi gereken bir konu da yeşil çayın ilaçlarla birlikte alınması gerektiğidir. Yapılan çeşitli çalışmalarda yeşil çayın bazı ilaçlarla birlikte alındığında, ilacın etkinliğini değiştirdiği bulunmuştur (Kim ve ark., 2018; Abdelkawy ve ark., 2020). Yeşil çayın sağlık yararının yanında bazı durumlarda çeşitli hayvan ve insan çalışmaları toksik etki bildirmiş fakat çalışmalarda uygulanan dozlar ve bu dozların oluşturduğu etkiler farklılık göstermiştir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi, yeşil çay için güvenli kabul edilebilecek bir dozun mümkün olmadığı sonucuna varmıştır (Younes ve ark., 2018). Toksik etki gösteren dozların geniş bir aralıkta çeşitlilik göstermesi, genetik yatkınlığın ve karaciğer sağlığının da bunu etkileyebileceğini düşündürmektedir. Bu konuyu aydınlatmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

10. Sonuç ve Öneriler

Yeşil çay birçok sağlık yararı yönüyle popüler bir bitkidir. Asya toplumlarında tüketimi daha fazla iken bizim toplumumuzda yaygın tüketimi siyah çay şeklindedir. Toplum nazarında sağlık yönünün giderek daha fazla bilinmesiyle birlikte diyet takviyesi olarak kullanımı artmaktadır. Yeşil çayın biyoaktif bileşiği EGCG, fizyolojik koşullar altında kararsız ve zayıf biyoyararlanıma sahip olduğundan sağlık üzerine etkilerini artırmak için çeşitli teknikler (kapsül teknolojisi ve nanoteknoloji gibi) geliştirilmiştir. Bu teknikler yeşil çayın hastalıklar üzerinde nasıl bir mekanizmaya sahip olduğunu anlamak için önemlidir. Yeşil çayın biyoyararlanımını artıran bileşiklerin (limon suyu, kurkumin, kuarsetin gibi) veya azaltan durumların (tok karnına veya süt proteinleriyle alınması gibi) farkında olmak yeşil çayın etkinliğini artıracaktır. Bu açıdan yeşil çayın sağlık üzerindeki

yararını daha iyi görebilmek için biyoyararlanımını artıran diyet ekleriyle beraber, uygun dozda alınması son derece önemlidir. Ayrıca yeşil çayın aç karnına tüketilmemesi, öğünlerle birlikte alınması ve karaciğer sorunu olan bireylerin kullanmaması gerektiği vurgulanmalıdır. Yeşil çayın hastalıklar üzerindeki mekanizmasının tam olarak aydınlatılamamış olması ve kardiyovasküler hastalıklar, kanser, kilo kaybı, nörodejeneratif hastalıklar, cilt ve mikrobiyota üzerine çelişkili sonuçlar gösteren çalışmaların varlığı tüketim noktasında toplum, yaş, sağlık durumu, genetik gibi durumların göz önünde bulundurulması bireysel önerilerde bulunulmasının önemini göstermektedir.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit oranda katkıya sahiptir. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Abdelkawy KS, Abdelaziz RM, Abdelmageed AM, Donia AM, El-Khodary NM. 2020. Effects of green tea extract on atorvastatin pharmacokinetics in healthy volunteers. *European J Drug Metabolism and Pharmacokinetics*, 45(3): 351-360. DOI: 10.1007/s13318-020-00608-6.
- Abe SK, Saito E, Sawada N, Tsugane S, Ito H, Lin Y, Inoue M. 2019. Green tea consumption and mortality in Japanese men and women: a pooled analysis of eight population-based cohort studies in Japan. *European J Epidemiol*, 34(10): 917-926. DOI: 10.1007/s10654-019-00545-y.
- Alves Ferreira M, Oliveira Gomes AP, Guimarães de Moraes AP, Ferreira Stringhini ML, Mota JF, Siqueira Guedes Coelho A, Borges Botelho P. 2017. Green tea extract outperforms metformin in lipid profile and glycaemic control in overweight women: A double-blind, placebo-controlled, randomized trial. *Clinical Nutri ESPEN*, 22: 1-6. DOI: 10.1016/j.clnesp.2017.08.008.
- Axling U, Olsson C, Xu J, Fernandez C, Larsson S, Ström K, Berger K. 2012. Green tea powder and *Lactobacillus plantarum* affect gut microbiota, lipid metabolism and inflammation in high-fat fed C57BL/6J mice. *Nutri and Metab*, 9(1): 105. DOI: 10.1186/1743-7075-9-105.
- Barranco Quintana JL, Allam MF, Del Castillo AS, Navajas RFC. 2009. Parkinson's disease and tea: A quantitative review. *Journal of the American College of Nutri*, 28(1): 1-6. DOI: 10.1080/07315724.2009.10719754.
- Binnert C, Seematter G, Tappy L, Giusti V. 2003. Effect of metformin on insulin sensitivity and insulin secretion in female obese patients with normal glucose tolerance. *Diabetes and Metabol*, 29(2-1): 125-132. DOI: 10.1016/S1262-3636(07)70018-6.
- Bokuchava MA, Skobeleva NI, Sanderson GW. 1980. The biochemistry and technology of tea manufacture. *CRC Critical Rev in Food Sci and Nutri*, 12(4): 303-370. DOI: 10.1080/10408398009527280.
- Chen IJ, Liu CY, Chiu JP, Hsu CH. 2016. Therapeutic effect of high-dose green tea extract on weight reduction: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clinical Nutri*, 35(3): 592-599. DOI: 10.1016/j.clnu.2015.05.003.

- Chung JE, Kurisawa M, Kim YJ, Uyama H, Kobayashi S. 2004. Amplification of antioxidant activity of catechin by polycondensation with acetaldehyde. *Biomacromolecules*, 5(1): 113-118. DOI: 10.1021/bm0342436.
- Dostal AM, Arikawa A, Espejo L, Kurzer MS. 2016. Long-term supplementation of green tea extract does not modify adiposity or bone mineral density in a randomized trial of overweight and obese postmenopausal women. *J Nutri*, 146(2): 256-264. DOI: 10.3945/jn.115.219238.
- Dostal AM, Samavat H, Bedell S, Torkelson C, Wang R, Swenson K, Kurzer MS. 2015. The safety of green tea extract supplementation in postmenopausal women at risk for breast cancer: results of the Minnesota Green Tea Trial. *Food and Chem Toxicol*, 83: 26-35. DOI: 10.1016/j.fct.2015.05.019.
- Fang X, Azain M, Crowe-White K, Mumaw J, Grimes JA, Schmiedt C, Park HJ. 2019. Effect of acute ingestion of green tea extract and lemon juice on oxidative stress and lipid profile in pigs fed a high-fat diet. *Antioxidants*, 8(6): 195. DOI: 10.3390/antiox8060195.
- FAOSTAT. 2020. Metadata. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC%0A> (erişim tarihi: 10.02.2021).
- Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, Reid G. 2017. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Rev Gastroenterol & Hepatol*, 14(8): 491-502. DOI: 10.1038/nrgastro.2017.75.
- Golzarand M, Toolabi K, Aghasi M. 2018. Effect of green tea, caffeine and capsacin supplements on the anthropometric indices: A meta-analysis of randomized clinical trials. *J Functional Foods*, 46: 320-328. DOI: 10.1016/j.jff.2018.04.002.
- Graham HN. 1992. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Preventive Medic*, 21(3): 334-350. DOI: 10.1016/0091-7435(92)90041-F.
- Gurley BJ, Miousse IR, Nookaew I, Ewing LE, Skinner CM, Jenjaroenpun P, Koturbash I. 2019. Decaffeinated green tea extract does not elicit hepatotoxic effects and modulates the gut microbiome in lean B6C3F1 mice. *Nutrients*, 11(4): 776. DOI: 10.3390/nu11040776.
- Hibi M, Takase H, Iwasaki M, Osaki N, Katsuragi Y. 2018. Efficacy of tea catechin-rich beverages to reduce abdominal adiposity and metabolic syndrome risks in obese and overweight subjects: A pooled analysis of 6 human trials. *Nutrition Res*, 55: 1-10. DOI: 10.1016/j.nutres.2018.03.012.
- IARC. 2020. All cancers. URL: <https://gco.iarc.fr/today> (erişim tarihi: 02.02.2021).
- Janssens PLHR, Hursel R, Westerterp-Plantenga MS. 2015. Long-term green tea extract supplementation does not affect fat absorption, resting energy expenditure, and body composition in adults. *J Nutri*, 145(5): 864-870. DOI: 10.3945/jn.114.207829.
- Janssens PLHR, Penders J, Hursel R, Budding AE, Savelkoul PHM, Westerterp-Plantenga MS. 2016. Long-term green tea supplementation does not change the human gut microbiota. *PLOS ONE*, 11(4): e0153134. DOI: 10.1371/journal.pone.0153134.
- Jiang H, Yu F, Qin L, Zhang N, Cao Q, Schwab W, Song C. 2019. Dynamic change in amino acids, catechins, alkaloids, and gallic acid in six types of tea processed from the same batch of fresh tea (*Camellia sinensis* L.) leaves. *J Food Compos and Anal*, 77: 28-38. DOI: 10.1016/j.jfca.2019.01.005.
- Jin G, Yang Y, Liu K, Zhao J, Chen X, Liu H, Dong Z. 2017. Combination curcumin and (-)-epigallocatechin-3-gallate inhibits colorectal carcinoma microenvironment-induced angiogenesis by JAK/STAT3/IL-8 pathway. *Oncogenesis*, 6(10): e384-e384. DOI: 10.1038/oncsis.2017.84.
- Jin JS, Touyama M, Hisada T, Benno Y. 2012. Effects of green tea consumption on human fecal microbiota with special reference to *Bifidobacterium* species. *Microbiol and Immunol*, 56(11): 729-739. DOI: 10.1111/j.1348-0421.2012.00502.x.
- Kapetanovic IM, Crowell JA, Krishnaraj R, Zakharov A, Lindeblad M, Lyubimov A. 2009. Exposure and toxicity of green tea polyphenols in fasted and non-fasted dogs. *Toxicology*, 260(1-3): 28-36. DOI: 10.1016/j.tox.2009.03.007.
- Kim TE, Shin KH, Park JE, Kim MG, Yun YM, Choi DH, Lee J. 2018. Effect of green tea catechins on the pharmacokinetics of digoxin in humans. *Drug Design, Devel and Therapy*, 12: 2139-2147. DOI: 10.2147/DDDT.S148257.
- Kuriyama S, Shimazu T, Ohmori K, Kikuchi N, Nakaya N, Nishino Y, Tsuji I. 2006. Green tea consumption and mortality due to cardiovascular disease, cancer, and all causes in Japan: The Ohsaki study. *J American Medical Assoc*, 296(10): 1255-1265. DOI: 10.1001/jama.296.10.1255.
- Lam WH, Kazi A, Kuhn DJ, Chow LMC, Chan ASC, Ping Dou Q, Chan TH. 2004. A potential prodrug for a green tea polyphenol proteasome inhibitor: Evaluation of the peracetate ester of (-)-epigallocatechin gallate [(-)-EGCG]. *Bioorganic and Medic Chem*, 12(21): 5587-5593. DOI: 10.1016/j.bmc.2004.08.002.
- Landis-Piwowar KR, Huo C, Chen D, Milacic V, Shi G, Tak HC, Dou QP. 2007. A novel prodrug of the green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate as a potential anticancer agent. *Cancer Res*, 67(9): 4303-4310. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-06-4699.
- Lee KO, Kim SN, Kim YC. 2014. Anti-wrinkle effects of water extracts of teas in hairless mouse. *Toxicological Res*, 30(4): 283-289. DOI: 10.5487/TR.2014.30.4.283.
- Lin JK, Liang YC, Lin-Shiau SY. 1999. Cancer chemoprevention by tea polyphenols through mitotic signal transduction blockade. *Biochemi Pharmacol*, 58(6): 911-915. DOI: 10.1016/S0006-2952(99)00112-4.
- Lv H, Zhang Y, Shi J, Lin Z. 2017. Phytochemical profiles and antioxidant activities of Chinese dark teas obtained by different processing technologies. *Food Res Int*, 100: 486-493. DOI: 10.1016/j.foodres.2016.10.024.
- Mielgo-Ayuso J, Barrenechea L, Alcorta P, Larrarte E, Margareto J, Labayen I. 2014. Effects of dietary supplementation with epigallocatechin-3-gallate on weight loss, energy homeostasis, cardiometabolic risk factors and liver function in obese women: Randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *British J Nutri*, 111(7): 1263-1271. DOI: 10.1017/S0007114513003784.
- Molinari M, Watt KDS, Kruszyna T, Nelson R, Walsh M, Huang WY, Peltekian K. 2006. Acute liver failure induced by green tea extracts: Case report and review of the literature. *Liver Transplant*, 12(12): 1892-1895. DOI: 10.1002/lt.21021.
- Momose Y, Maeda-Yamamoto M, Nabetani H. 2016. Systematic review of green tea epigallocatechin gallate in reducing low-density lipoprotein cholesterol levels of humans. *Int J Food Sci and Nutri*, 67(6): 606-613. DOI: 10.1080/09637486.2016.1196655.
- Okello EJ, Mather J. 2020. Comparative kinetics of Acetyl- and Butyryl-Cholinesterase inhibition by green tea catechins- Relevance to the symptomatic treatment of Alzheimer's disease. *Nutrients*, 12(4): 1090. DOI: 10.3390/nu12041090.
- Oketch-Rabah HA, Roe AL, Rider CV, Bonkovsky HL, Giancaspro GI, Navarro V, Ko R. 2020. United States Pharmacopeia (USP) comprehensive review of the hepatotoxicity of green tea extracts. *Toxicology Rep*, 7: 386-402. DOI: 10.1016/j.toxrep.2020.02.008.

- Oyama J, Shiraki A, Nishikido T, Maeda T, Komoda H, Shimizu T, Node K. 2017. EGCG, a green tea catechin, attenuates the progression of heart failure induced by the heart/muscle-specific deletion of MnSOD in mice. *J Cardiol*, 69(2): 417-427. DOI: 10.1016/j.jcc.2016.05.019.
- Pang J, Zhang Z, Zheng T, Bassig BA, Mao C, Liu X, Peng Y. 2016. Green tea consumption and risk of cardiovascular and ischemic related diseases: A meta-analysis. *Int J Cardiol*, 202: 967-974. DOI: 10.1016/j.ijcard.2014.12.176.
- Platero JL, Cuerda-Ballester M, Ibáñez V, Sancho D, Lopez-Rodríguez MM, Drehmer E, de la Rubia Ortí JE. 2020. The impact of coconut oil and Epigallocatechin gallate on the levels of IL-6, anxiety and disability in Multiple Sclerosis patients. *Nutrients*, 12(2): 305. DOI: 10.3390/nu12020305.
- Rady I, Mohamed H, Rady M, Siddiqui IA, Mukhtar H. 2018. Cancer preventive and therapeutic effects of EGCG, the major polyphenol in green tea. *Egyptian J Basic and Applied Sci*, 5(1): 1-23. DOI: 10.1016/j.ejbas.2017.12.001.
- Rojó MÁ, Garrosa M, Jiménez P, Girbés T, Garcia-Recio V, Cordoba-Diaz M, Cordoba-Diaz D. 2020. Unexpected toxicity of green tea polyphenols in combination with the Sambucus RIL Ebulin. *Toxins*, 12(9): 542. DOI: 10.3390/toxins12090542.
- Schmidt HL, Garcia A, Martins A, Mello-Carpes PB, Carpes FP. 2017. Green tea supplementation produces better neuroprotective effects than red and black tea in Alzheimer-like rat model. *Food Res Int*, 100(1): 442-448. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.07.026.
- Scholey A, Downey LA, Ciorciari J, Pipingas A, Nolidin K, Finn M, Stough C. 2012. Acute neurocognitive effects of epigallocatechin gallate (EGCG). *Appetite*, 58(2): 767-770. DOI: 10.1016/j.appet.2011.11.016.
- Siddiqui IA, Adhami VM, Ahmad N, Mukhtar H. 2010. Nanochemoprevention: Sustained release of bioactive food components for cancer prevention. *Nutrition and Cancer*. NIH Public Access. DOI: 10.1080/01635581.2010.509537.
- Swanson KS, Gibson GR, Hutkins R, Reimer RA, Reid G, Verbeke K, Sanders ME. 2020. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*. *Nature Res*. DOI: 10.1038/s41575-020-0344-2.
- Taghizadeh M, Farzin N, Taheri S, Mahlouji M, Akbari H, Karamali F, Asemi Z. 2017. The effect of dietary supplements containing green tea, capsaicin and ginger extracts on weight loss and metabolic profiles in overweight women: A randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Annals of Nutri and Metabol*, 70(4): 277-285. DOI: 10.1159/000471889.
- Tang GY, Zhao CN, Xu XY, Gan RY, Cao SY, Liu Q, Li H. 2019. Phytochemical composition and antioxidant capacity of 30 Chinese teas. *Antioxidants*, 8(6): 180. DOI: 10.3390/antiox8060180.
- Tang J, Zheng JS, Fang L, Jin Y, Cai W, Li D. 2015. Tea consumption and mortality of all cancers, CVD and all causes: A meta-analysis of eighteen prospective cohort studies. *British J Nutri*, 114(5): 673-683. DOI: 10.1017/S0007114515002329.
- Tang P, Shen DY, Xu YQ, Zhang XC, Shi J, Yin JF. 2018. Effect of fermentation conditions and plucking standards of tea leaves on the chemical components and sensory quality of fermented juice. *J Chem*, 2018: 1-7. DOI: 10.1155/2018/4312875.
- TBSA. 2017. Türkiye beslenme ve sağlık araştırması. URL: <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf> (erişim tarihi: 02.01.2021).
- TÜİK. 2020a. Ölüm ve ölüm nedeni istatistikleri, 2019: ss. 7-12. URL: <https://data.tuik.gov.tr/> (erişim tarihi: 08.01.2021).
- TÜİK. 2020b. İstatistiklerle Yaşlılar, 2019. URL: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=İstatistiklerle-Yaşlılar-2019-33712> (erişim tarihi: 08.01.2021).
- Wang J, Li P, Liu S, Zhang B, Hu Y, Ma H, Wang S. 2020. Green tea leaf powder prevents dyslipidemia in high-fat diet-fed mice by modulating gut microbiota. *Food & Nutri Res*, 64: DOI: 10.29219/fnr.v64.3672.
- Wang L, Lee W, Cui YR, Ahn G, Jeon YJ. 2019. Protective effect of green tea catechin against urban fine dust particle-induced skin aging by regulation of NF-κB, AP-1, and MAPKs signaling pathways. *Environ Pollution*, 252: 1318-1324. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.06.029.
- Wang Li, Zeng B, Zhang X, Liao Z, Gu L, Liu Z, Fang X. 2016. The effect of green tea polyphenols on gut microbial diversity and fat deposition in C57BL/6J HFA mice. *Food and Function*, 7(12): 4956-4966. DOI: 10.1039/c6fo01150k.
- WHO. 2017. Cardiovascular diseases (CVDs). URL: [https://www.who.int/en/news-room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/en/news-room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (erişim tarihi: 25.02.2021).
- WHO. 2020a. The top 10 causes of death. who.int. 26 Aralık 2020 tarihinde URL: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (erişim tarihi: 26.12.2020).
- WHO. 2020b. Air pollution. URL: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1 (erişim tarihi: 26.12.2020).
- Younes M, Aggett P, Aguilar F, Crebelli R, Dusemund B, Filipič M, Wright M. 2018. Scientific opinion on the safety of green tea catechins. *EFSA J*, 16(4): 89. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5239.
- Yu S, Zhu L, Wang K, Yan Y, He J, Ren Y. 2019. Green tea consumption and risk of breast cancer. *Medicine*, 98(27): e16147. DOI: 10.1097/MD.00000000000016147.
- Yuan X, Long Y, Ji Z, Gao J, Fu T, Yan M, Shao Z. 2018. Green tea liquid consumption alters the human intestinal and oral microbiome. *Molecular Nutri and Food Res*, 62(12): e1800178. DOI: 10.1002/mnfr.201800178.
- Zhou T, Zhu M, Liang Z. 2018. (-)-Epigallocatechin-3-gallate modulates peripheral immunity in the MPTP-induced mouse model of Parkinson's disease. *Molecular Medicine Rep*, 17(4): 4883-4888. DOI: 10.3892/mmr.2018.8470.