



**T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**ÇAY (*Camellia sinensis* (L.) O. KUNTZE) BİTKİSİNİN FARKLI
KISIMLARININ POLİFENOL VE BİYOAKTİVİTE YÖNÜNDEN
ARAŞTIRILMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Oğuzhan CİVELEKOĞLU

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Emine YURTERİ**

**RİZE
2023**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalında, Dr. Öğr. Üyesi Emine YURTERİ danışmanlığında, Oğuzhan CİVELEKOĞLU tarafından hazırlanan *Çay (Camellia sinensis (L.) O. Kuntze) Bitkisinin Farklı Kısımlarının Polifenol ve Biyoaktivite Yönünden Araştırılması* adlı bu tez çalışması, 20/11/2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliğiyle/~~oy çokluğuyla~~ başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı SOYADI

İmza

Başkan

:

Prof. Dr. Fatih SEYİS

Üye

:

Dr. Öğr. Üyesi Emine YURTERİ

Üye

:

Doç. Dr. Hüseyin UYSAL

ETİK BEYAN

Tarla Bitkileri Tezli Yüksek Lisans Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Çay (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) Bitkisinin Farklı Kısımlarının Polifenol ve Biyoaktivite Yönünden Araştırılması” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

20/11/2023

(İmza)

Oğuzhan CİVELEKOĞLU

ÖN SÖZ

Çay (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) Bitkisinin Farklı Kısımlarının Polifenol ve Biyoaktivite Yönünden Araştırılması ile ilgili yapılan bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Lisansüstü öğrenimim süresince değerli fikir ve tecrübeleriyle bana her zaman yol gösteren, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen, çalışmamın her aşamasını büyük sabır ve titizlikle değerlendiren, derin bilgi birikimiyle çalışmama büyük katkı sağlayan değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Emine YURTERİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmanın yürütülmesine olanak sağlayan Tarla Bitkileri Bölüm Başkanlığı ve değerli bölüm hocalarıma katkılarından dolayı teşekkür ederim. Tüm yaşantım boyunca olduğu gibi bu süreçte de benden desteğini esirgemeyen, her daim arkamda olan kıymetli eşime, çocuklarıma ve tüm aileme teşekkür ederim.

Oğuzhan CİVELEKOĞLU

RİZE/2023

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖN SÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
KISALTMALAR.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ	XI
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	4
1.1. <i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Kuntze ve Polifenol	4
1.2. Çay Polifenollerinin Sağlık Üzerine Etkisi.....	7
1.3. <i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Kuntze'nin Farklı Kısımlarında Bulunan Polifenoller.....	8
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	11
3. MATERYAL VE METOD.....	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Araştırma materyali	18
3.1.2. Ekipman, kimyasal madde ve diğer malzemeler	18
3.2. Metod	19
3.2.1. Çay örneklerinin alınması ve HPLC analiz için ön işlemlerin yapılması	19
3.2.2. Kafein ve Kateşin Analizi için Çay örneklerinin Hazırlanması.....	19
3.2.3. HPLC ile fenolik bileşiklerin belirlenmesi	21
3.2.4. İstatistiksel Analiz.....	22
4. BULGULAR.....	23
4.1. Çay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Gallokateşin Miktarı (mg/g).....	23
4.2. Çay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Epigallokateşin (EGC) Miktarı (mg/g)	25

4.3. ay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarı (mg/g)	28
4.4. ay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Epikateşin (EC) Miktarı (mg/g).....	31
4.5. ay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Kateşin (C) Miktarı (mg/g).....	34
4.6. ay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Kafein Miktarı (mg/g).....	37
3. TARTIŞMA VE SONUÇ	41
KAYNAKÇA.....	43



Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : Tarla Bitkileri

Tez Türü : Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Emine YURTERİ

Hazırlayan : Oğuzhan CİVELEKOĞLU

Yıl : 2023

Sayfa Sayısı : 49

ÖZET

ÇAY (*Camellia sinensis* (L.) O. KUNTZE) BİTKİSİNİN FARKLI KISIMLARININ POLİFENOL VE BİYOAKTİVİTE YÖNÜNDEN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada, üç sürgün döneminde hasat edilen çay bitkisinin farklı kısımlarında (kök, sap, yaprak ve tepe tomurcuğu) bulunan polifenol (EGC, EGCG, EC, ECG, CG, GCG) ve kafein miktarındaki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Analizler Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC yaygın adıyla bilinir) ile yapılmıştır. İncelenen örneklerde kafein, GA, EGC, EGCG, EC, ECG, CG, GCG miktarları genel olarak tomurcuk, yaprak, sap ve kök olacak şekilde bulunmuştur. En yüksek kafein tepe tomurcuğunda 1. Sürgünden elde edilmiştir.

Kök ve sap çok fazla olmamakla beraber kafein içermektedir. Her üç sürgünde de tepe tomurcuğu ve yaprak EGCG en yüksek değere sahip olmuştur. Kök ve sap kısmında diğer iki organa göre kıyasla az da olsa polifenol bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çay, polifenol, Kateşin, HPLC

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies

Department : Field Crops

Thesis Type : Master's Thesis

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Emine YURTERİ

Author : Oğuzhan CİVELEKOĞLU

Year : 2023

Pages : 49

ABSTRACT

INVESTIGATION OF DIFFERENT PARTS OF TEA (*Camellia sinensis* (L.) O. KUNTZE) IN TERMS OF POLYPHENOL AND BIOACTIVITY

In this study, it was aimed to examine the changes in the amount of polyphenol (EGC, EGCG, EC, ECG, CG, GCG) and caffeine in different parts of the tea plant (root, stem, leaf, and apical bud) harvested in three shoot periods. Analyzes were performed by High performance liquid chromatography (commonly known as HPLC). Caffeine, GA, EGC, EGCG, EC, ECG, CG, GCG amounts were generally found as buds, leaves, stems, and roots in the samples examined. The highest caffeine was obtained from Shoot 1 in the top bud.

The root and stem contain caffeine, although not much. Top bud and leaf EGCG had the highest value in all three shoots. Compared to the other two organs, polyphenols were found in the root and stem, albeit less.

Keywords: Tea, polyphenol, Catechin, HPLC

KISALTMALAR

C	:	Kateşin
EC	:	Epikateşin
ECG	:	Epikateşin-3- galat
EGC	:	Epigallokateşin
EGCG	:	Epigallokateşin-3- galat
GA	:	Gallik Asit
GC	:	Gallokateşin
g	:	Gram
HPLC	:	Yüksek Performanslı Likit Kromatografisi
LA	:	Lökoantosiyenin
LDL	:	Lipoprotein
mg	:	Miligram
QA	:	Quarsetin
TF	:	Teaflavin
TG	:	Teagallin
TR	:	Thearubigin

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Yapraklarda Bulunan Polifenol Çeşit ve yoğunluğu (EC: Epikateşin, ECG: Epikateşingallat, EGCG: Epigallokateşingallat, EGC: Epigallokateşin, CA: Kateşin, C, G-36: Diğer, TG: Teogallin, GA: Gallikasid QA: Quarsetin, LA: Lökantosiyanin	10
Tablo 2. Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin GC İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları	23
Tablo 3. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 VE ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi GC İçeriği (mg/g)	24
Tablo 4. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 VE ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi için EGC İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	26
Tablo 5. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi EGC İçeriği (mg/g).....	27
Tablo 6. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin EGCG İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	29
Tablo 7. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi EGCG İçeriği (mg/g)	30
Tablo 8. Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin EC İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	32
Tablo 9. Farklı Çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi EC İçeriği (mg/g)	33

Tablo 10. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin C İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçlar.....	35
Tablo 11. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi C İçeriği (mg/g).....	36
Tablo 12. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin Kafein İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	38
Tablo 13. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (<i>Camellia sinensis</i> L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi Kafein İçeriği (mg/g).....	39

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kateşinlerin kimyasal yapısı	5
Şekil 2. Kök	8
Şekil 3. Gövde	9
Şekil 4. Yaprak	9
Şekil 5. Tepe Tomurcuğu	10
Şekil 6. Çay Plantasyonlarından Örnek Alımına İlişkin Görünüm	18
Şekil 7. Çay Örneklerinin Kurutulması ve Öğütülmesine İlişkin Görünüm	19
Şekil 8. Çay örneklerinin demleme işlemine ilişkin görünüm	20
Şekil 9. Çay örneklerinin HPLC okuma işlemine ilişkin görünüm	21

GİRİŞ

Kamelya familyasına ait olan çay bitkisi, nemli iklimlerde yetişen, yaprak dökmeyen küçük, çok yıllık, çalı türü bir ağaçtır. Çay bitkisinin dağılım gösterdiği ülkeler göz önüne alındığında iklim şartları esas alınarak çay bitkisinin subtropik bitki olduğu söylenebilir (Elmas ve Gezer, 2019, Kuo vd., 2005). Çay M.Ö 2700 yıllarında Assam üzerinden Çin'e taşındığı bilinmekte ve bu bölgede yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır. Bu bitkinin *Camellia assamica*, *Camellia cembodiensis* ve *Camellia sinensis* olarak adlandırılan üç farklı türü bilinmektedir. Çay bitkisi *C. sinensis*, Güneydoğu Asya'ya özgü olmasının yanında şu anda dünya çapında 40'dan fazla ülkede yetiştirilmektedir (Alikılıç, 2016).

Çay, önemli bir tarım ürünü olmakla birlikte küresel bıyutta sıcak ve soğuk şekilde en fazla tüketilen içecek konumundadır (Damiani vd., 2014) Çay, dünyada en çok tüketilen içeceklerin başında gelmekte olup, tadı ve aromasının yanı sıra sağlığa olumlu etkileriyle de öne çıkmaktadır. (Atalay ve Erge, 2017). *Camellia sinensis* bitkisinin yaprakları, farklı hasat ve işleme yöntemleri kullanılarak siyah çay, oolong çay, yeşil çay ve beyaz çay gibi çeşitli çay ürünlerinin yapımında kullanılır. Bu fark, işleme sırasındaki fermentasyon sürecine bağlı olarak ham yapraklarda bulunan polifenollerin oksidasyon derecesiyle ilgilidir (Elmas ve Gezer, 2019, Turkmen vd., 2009). Dünya üretim ve tüketim oranları esas alındığında, üretilen ve tüketilen toplam çay miktarının %78' nin siyah çay, %20' nin yeşil çay ve <%2' nin Oolong çayı ve az miktarda da beyaz çay olduğu görülmektedir (Alikılıç, 2016).

Sudan sonra en çok tüketilen içecek olan çayın, dünya çapında hastalık görülme sıklığını önemli ölçüde azalttığı ve sağlıklı bir yaşam tarzının korunmasına yardımcı olduğu kanıtlanmıştır (Üstün ve Demirci, 2013).

Çay bitkileri, Kuzey Yarımküre'de 42 derece enlemlerinden Güney Yarımküre'de 27 derece enlemlerine kadar dünyanın her yerinde yetiştirilmektedir. Her ne kadar yağışın fazla olduğu ve iklimin sıcak olduğu bölgelerde yetiştirilse de dünya genelinde çay üretiminin ekonomik olarak yapılabilceği çok az yer bulunmaktadır. Hindistan, Çin, Sri Lanka, Kenya, Türkiye, Endonezya ve Japonya çay bitkilerinin yaygın olduğu ve çay üretiminin yoğunlaştığı ülkelerdir.

Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 30'a yakın ülkede ekonomik düzeyde çay üretimi yapılıyor. Çayın ana üreticilerinden olan Türkiye, üretim açısından dünyada beşinci sırada yer almaktadır. Kişi başına tüketim açısından birinci sırada yer almaktadır (FAO, 2021).

Yeni çayın hasadı ve satın alınması tomurcuk bazında, genellikle üç hasat döneminde yapılır, ancak Doğu Karadeniz bölgesinin ekolojik yapısına bağlı olarak dört hasat dönemini de kapsayabilir. Hasat mevsimi her yıl mayıs ayında başlayıp ekim ve kasım aylarında sona ermektedir. Türkiye’ de sürgün dönemleri olarak;

- 1. Sürgün: Mayıs- Haziran
- 2. Sürgün: Temmuz- Ağustos
- 3. Sürgün Eylül – Ekim aylarının yanı sıra Kasım ayına kadar sarkabilmektedir.

Dünyada çay hasadı ise ekolojik koşullar sayesinde 12 ay boyunca sürmektedir.

Polifenoller, her molekülde birden fazla fenolik grup içeren bileşiklerdir.

Bitkilerde 8000'den fazla polifenol bulunmaktadır. Dört gruba ayrılırlar: fenolik asitler, flavonoidler, stilbenler ve lignanlar. Çeşitli sağlık yararları sunan, bitkilerin ikincil metabolitleri olmakla beraber genellikle ultraviyole radyasyona veya patojenlerin saldırganlığına karşı savunmada yer alırlar (Pandey vd., 2009).

Çay, 4.000'den fazla kimyasal madde içerir ve herhangi bir bitkinin kuru ağırlığına göre en yüksek flavonoid yüzdesine sahiptir. Fenolik bileşikler, flavanol glikozitler, koantosianinler ve teogalin çayın temel bileşenleridir. Çay bitkileri dört temel kategoriye ayrılır: siyah çay, oolong çay, yeşil çay ve beyaz çay (Çelik, 2006, Cabrera vd., 2006). Çaylar arasındaki fark, üretim sırasında gerçekleşen fermentasyon sürecidir (Jung vd, 2013). İşleme yöntemine bağlı olarak çayın fenolik bileşimi ve dolayısıyla fenolik madde miktarı değişmektedir (Benzie ve Szeto, 1999).

Avrupa Farmakopesinde çay, zengin polifenol içeriği nedeniyle tıbbi bitki olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, çayın içerdiği polifenoller nedeniyle kalp-damar hastalıkları, obezite, diyabet, oksidatif hastalıklar, inflamatuvar hastalıklar, bakteriyel hastalıklar, viral hastalıklar, kanser ve nörolojik hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Özellikle çiğ çay yaprakları çok sayıda fenolik bileşik içerir. Bu bileşikler

kateşinler, flavonoller, proantosiyanidinler ve fenolik asitler gibi flavonoidlerdir (Lambert, 2013).

Çayda bulunan flavonoidlerin başlıcaları; kateşin, epikateşin (EC), epigallocaetchin (EGC), epikateşin-3-gallat (ECG) ve epigallokateşin-3-gallat (EGCG) olmakla birlikte bunların yanında Quercetin, Kaempferol, Myricetin ve bunların glikozitleridir. Toplam kateşin miktarının %55-70 gibi büyük bir oranını Epigallokateşin-3-gallat oluşturur. Siyah çay, oolong çay ve yeşil çay üretimine bağlı olarak kateşinlerin fermantasyonu endojen enzimlerden polifenol oksidaz ve peroksidaz tarafından gerçekleştirilir. Fermantasyon sırasında kateşinler okside olarak Theaflavinler, Theasittrinler, Theasinensinler, Theanaptokinonlar ve Thearubigin'ler olmak üzere dimerik ve oligomerik bileşiklere dönüşmektedir (Tan ve Engelhardt, 2017, Liu, 2013, Rains vd., 2011).

Yeşil çay daha fazla kateşin içerir, ancak siyah çayda bu kateşinlerin yerini fermantasyon işlemi sırasında çaya karakteristik aromasını ve rengini veren theaflavinler ve thearubiginler alır. Thearubigin, siyah çayda en bol bulunan fenolik bileşiklerden biridir (Damiani vd., 2014). Yeşil çayda en çok bulunan kateşin epigallokateşin galattır (EGCG). Bunu epikateşin gallat (EKG), epigallokateşin (EGC) ve epikateşin (EC) takip etmektedir. Ek olarak çay yaprakları, antioksidan özellikleri nedeniyle kanser ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkili olduğu düşünülen fenolik asit türevlerinden (ellagitanninler ve gallotanninler) türetilen hidrolize edilebilir tanenler içerir.

Bir başka fenolik asit türevi olan stritinin, özellikle alerjik hastalıklarla ilişkilendirilen önemli bir bileşendir. Stritinin yeşil ve siyah çayda bulunur ve konsantrasyonu yaprakların olgunluğuna bağlı olarak değişir. Çayda bulunan fenolik asit türevleri arasında trigalloilglikoz, teogalin ve gallik asit bulunur. Theanine, çayda bulunan önemli bir amino asittir (Tan ve diğerleri, 2017, Liu, 2013, Rains ve diğerleri, 2011).

1. GENEL BİLGİLER

1.1. *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze ve Polifenol

Bitkisel materyallerden biri olan çay yaprağı biyoaktif bileşiklerden polifenollerini fazla miktarda içermektedir. Çayın sağlık üzerine olan yararları genel olarak içerdiği bu polifenoller ile ilişkilendirilmektedir. Polifenoller, her molekülde birden fazla fenol grubunun bulunduğu bileşiklerdir. Bitkilerde 8000'den fazla olan polifenoller; Fenolik asitler, Flavonoidler, Stilbenler ve Lignanlar olmak üzere 4 grupta toplanmıştır. Çeşitli sağlık yararları sunan, bitkilerin ikincil metabolitleri olmakla beraber genellikle ultraviyole radyasyona veya patojenlerin saldırganlığına karşı savunmada yer alırlar (Ünalan, 2022).

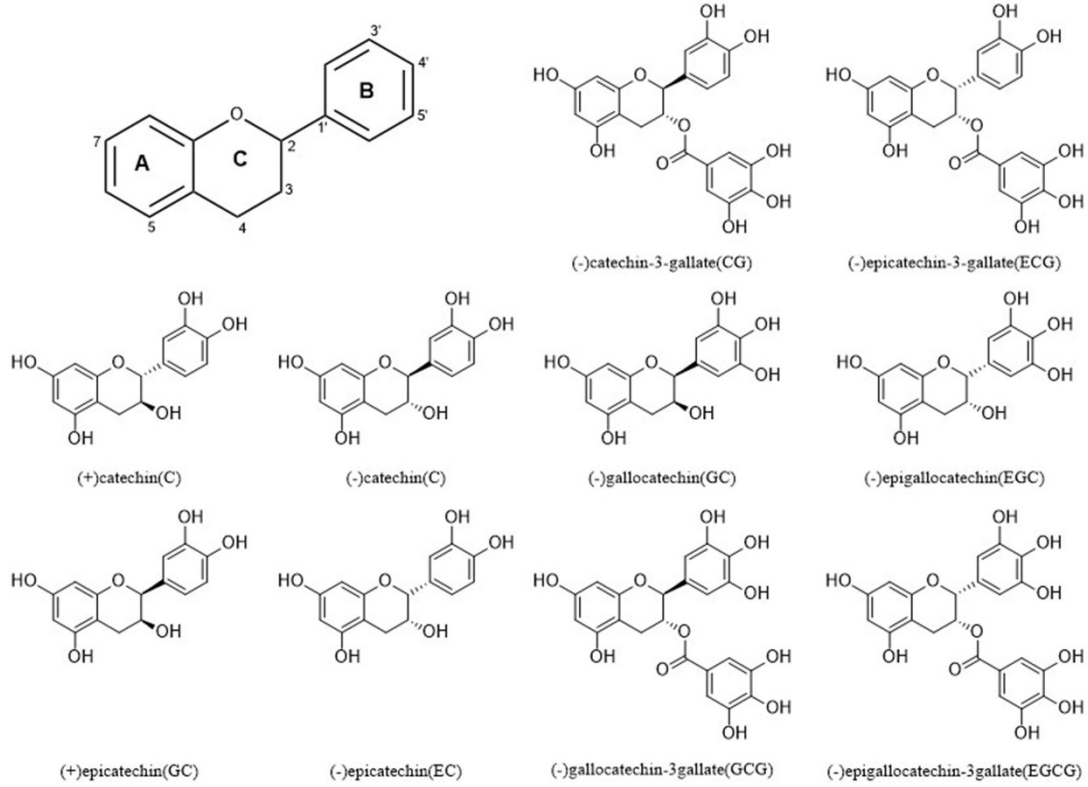
Düzenli olarak tüketilen polifenollerin sindirimi ve beyin sağlığını iyileştirdiği, ayrıca kalp hastalığına, tip 2 diyabete ve hatta bazı kanserlere karşı koruduğu düşünülmektedir. İçermiş olduğu zengin polifenol nedeniyle Avrupa farmakopisinde çay tıbbi bitki olarak tanımlanmaktadır. Düzenli olarak tüketilen polifenollerin sindirimi ve beyin sağlığını iyileştirdiği, ayrıca kalp hastalığına, tip 2 diyabete ve hatta bazı kanserlere karşı koruduğu düşünülmektedir. Polifenoller için çay en iyi bilinen kaynaklardan birisidir (Pandey ve Rizvi, 2009).

İçermiş olduğu zengin polifenol nedeniyle Avrupa farmakopisinde çayın tıbbi bitki olarak tanımlanmasının yanında son yıllarda üzerinde yapılan çalışmalar da içermiş olduğu polifenollerden ötürü kardiyovasküler hastalıklar, obezite, diyabet, oksidatif ve inflamatuvar hastalıklar, bakteriyel ve viral hastalıklar, kanser, nörolojik hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde önemli yere sahip olduğu öne sürülmektedir (Lambert, 2013).

Çay bitkisi 4000'den fazla kimyasal bileşene sahip, kuru ağırlığıyla bitkiler arasında en fazla flavonoid içeren bitkilerden biridir. Özellikle taze çay yaprakları geniş oranda fenolik bileşikler içermektedir. Bu bileşikler flavonoidlerden kateşinler, flavonoller, proantosiyanidinler ve fenolik asitlerdir (Gübür, 2015).

Kateşinler; Çayda bulunan flavonoidlerin başlıcaları, kateşin (epikateşin (EC), epigallocatechin (EGC), epikateşin-3-gallat (ECG) ve epigallocateşin-3-gallat (EGCG) olmakla birlikte bunların yanında Quercetin, Kaempferol, Myricetin ve bunların glikozitleridir. Toplam kateşin miktarının %55-70 gibi büyük bir oranını

Epigallokateşin-3-gallat oluşturur (Deka, vd.,2021, Zheng, vd.,2018). *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze’de bulunan başlıca kateşinler; C, GC, EC, EGC, ECG ve EGCG (Şekil 1) olmakla birlikte farklı çay klonlarına ve kısımlarına göre miktar olarak değişiklik göstermektedir (Ashihara, 2010, Rhodes, 2013, Wright, 2000).



Şekil 1. Kateşinlerin kimyasal yapısı (Rashidinejad, 2021).

Taze çay yaprağında bulunan kateşinlerin dağılımı ve miktarı siyah çayın kalitesi için belirleyici olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda EC’nin siyah çay kalitesi üzerinde etkisinin yüksek olduğu, ECG ya da EGCG’nin de yine çay kalitesi üzerinde etkin olduğu belirlenmiştir (Obanda, 1997, Wright, 2000). Çay yaprağında bulunan kateşinlerin miktarı siyah çay üretiminde fermantasyon aşamasında önemli oranda azaldığından, son çıkan üründe kateşinler oldukça düşük miktarlarda bulunur. Siyah çay, oolong çay ve yeşil çay üretimine bağlı olarak kateşinlerin fermantasyonu endojen enzimlerden polifenol oksidaz ve peroksidaz tarafından gerçekleştirilir. Fermantasyon sırasında kateşinler okside olarak Theaflavinler, Theasitrinler,

Theasinensinler, Theanaptokinonlar ve Thearubigin'ler olmak üzere dimerik ve oligomerik bileşiklere dönüşmektedir (Liu, 2013, Rains, 2011, Damiani, 2014).

Yeşil çayda Kateşinler daha fazla bulunurken, siyah çayda fermentasyon işlemiyle bu Kateşinler yerini Theaflavinler ve Thearubiginlere bırakmaktadır ki bu bileşenler aynı zamanda çaya karakteristik aroma ve renk vermektedir. Thearubiginler, siyah çayda en fazla bulunan fenolik bileşiklerdendir (Lambert, 2013, Tan ve Engelhardt, 2017, Liu, 2013, Rains vd., 2011).

Yeşil çayda ise en fazla bulunan kateşin, Epigallokateşin gallat (EGCG)'tır. 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 türevlerindendir. Theanin ise çayda bulunan önemli bir amino asittir (Tan ve Engelhardt, 2017, Liu, 2013, Rains vd.,2011).

Çay bitkisinin genç vejetatif filizlerinin çok çeşitli polifenoller içerdiği, bunların bir kısmı özellikle kateşinler yüksek konsantrasyonda mevcuttur. Ayrıca genç sürgünlerin endojen flavonoidleri onlardan siyah çay üretimini mümkün kılar ve bir siyah çay likörünün en önemli özelliklerinin öncelikle taze sürgünlerdeki farklı flavonoidlerin miktarlarına ve nispi oranlarına bağlı olduğundan, yapılan çayın kalite potansiyeli açısından çok önemlidir.

Çay bitkisinin tomurcuk, genç yaprak, olgun yaprak, yaşlı yaprak ve farklı bölümlerinde bulunan madde miktarları farklıdır. Hasat dönemi ve zamanı da çay bitkisinin içeriğini etkileyebilmektedir. Çayın işlenmesinde kullanılan genç çay yaprakları ile tomurcuğu; olgun yapraklara, gövde ve köke göre değişik maddeleri göreceli olarak daha fazla içerirler (Kaçar, 2010).

1.2. ay Polifenollerinin Sağlık zerine Etkisi

Camellia sinensis (L.) O. Kuntze'nin yaprağı polifenollerini oldukça yüksek miktarda barındırmaktadır. İçeriğinde bulunan yüksek miktardaki bu polifenoller sağlık üzerinde oldukça etkili olduğundan tıbbi olarak etkileri birçok bilimsel çalışmalarda konu olmuştur. Çayda bulunan biyoaktif bileşikler içermiş oldukları polifenol düzeylerine ve miktarlarına bağlı olarak diyet kaynaklı obeziteyi önleyebildiği saptanmıştır (Cooper vd., 2005, Gübür, 2015, Zhang vd., 2019, Elmas ve Gezer, 2019).

Bir diğer çalışmada ise; yeşil çay ile beslenen farelerin damarlarındaki tıkanıklığın %23 oranında zayıfladığı, aortik kolesterol ve trigliserit seviyelerinde önemli ölçüde düşüş görüldüğü belirlenmiştir [30, 31]. Bir günde 120 mL yeşil, oolong ya da siyah çay tüketen kişilerde hipertansiyon riskinin önemli ölçüde azaldığı, yeşil çayın diğer çay çeşitlerine nazaran vücuttaki karbonhidrat emilimini engellediği, yağ asidi sentezini düzenlediği ve sempatik sinir sistemini, yağ dokusu farklılaşmasını azalttığı bildirilmiştir (Yang, 2004, Zhong, 2006, Wolfram, 2006).

Lipoprotein (LDL) peroksidasyonunu önlemeye yönelik yapılan bir çalışmada; EC, EGC, ECG ve EGCG düşük yoğunluklu etkili olduğu sonucuna varılmıştır. (Lorenzo J.M. vd., 2016). Çayın sindirim sistemi kanser riskinin azaltılması üzerinde yapılan bir çalışmada günlük düzenli çay tüketen (800 mL) insanlarda riskin %21 oranında azaldığı, (Hirata vd., 2004) ve kardiyovasküler hastalık riskini önemli ölçüde düşürdüğü (Nechuta, 2012) ve özellikle düzenli olarak çay tüketen kadınlarda pankreas kanseri riski %32 oranında azaldığı belirtilmiştir (Wang ve Zhang, 2012).

Güney Çinli kadınlarda yapılan araştırmada; yeşil, siyah çay veya oolong ayı dâhil düzenli çay tüketiminin yumurtalık kanseri riskini önemli ölçüde azaltmaya katkıda bulunduğu, önemli ölçüde antioksidatif, anti inflamatuvar, antimikrobiyal, antikarsinojenik, antihipertansif, nöroprotektif, kolesterol düşürücü ve termojenik özelliklere sahip olduğu bildirmiştir (Lee, 2013, Hayat, 2015).

1.3. *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze'nin Farklı Kısımlarında Bulunan Polifenoller

Daha çok içecek olarak tüketlenen çay bitkisinin içerdiği polifenol miktarları ve çeşitlerini dikkate aldığımız zaman sağlığa katkısının azımsanmayacak kadar önemli olduğunu görüyoruz.

ay bitkisinin işlemeden önce kısımlarını incelediğimiz zaman sağlık açısından son derece önemli polifonilerin kaynağının daha çok tüketilen yaprağının dışında diğer kısımlarında da bulunduğunu görmekteyiz. Bu da çay bitkisinin yaprağı dışında diğer kısımlarından elde edilecek ürünlerin önemini arttırmaktadır.

Kök: Kök kısmındaki polifenol miktarlarına baktığımız zaman Epikateşinin daha çok genç köklerde bulunmasının yanında kök kabuğu ve ksilemde de bulunduğu tespit edilmiştir. Lökaoantosiyanın de Epikateşin gibi genç köklerin yanında, kök kabuğu ve ksilem de bulunduğu tespit edilmiş olup bulunma oranlarının yakın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Kök

Gövde: ay gövdesindeki polifenollerin tespitinde, olgun gövdedeki kateşin oranları genç gövdeye oranla fazla olduğu tespit edilmiş bulunma oranlarında ise lökaoantosiyanın'ın yüksek oranda bulunduğu bunu Epikateşingallat takip ettiği tespit

edilmiştir. Epigallokateşingallat-Epigallokateşin ve Epikateşinin ise yakın değerlerde bulunduğu L koantosiyanın ve Epikateşingallata oranla daha az bulunduğu tespit edilmiştir ( ekil 3).



Şekil 3. Gövde

Yaprak:   lenmi  haliyle de en çok t ketlenen çay bitkisinin yaprak kısımları, polifenollerce zengin olup özellikle genç yapraklar EGCG ve diğer polifenolleri çokça bünyesinde bulundurmaktadır. Bitkinin yapraklarını kar ıla tırdı ımız zaman a mamı  tepe tomurcu undan itibaren bitkinin yaprakları yaşlandıkça polifenol i eri i ve oranı azalmaktadır ( ekil 4).



 ekil 4. Yaprak

Tablo 1. Yapraklarda Bulunan Polifenol Çeşit ve yoğunluğu (EC: Epikateşin, ECG: Epikateşingallat, EGCG: Epigallokateşingallat, EGC: Epigallokateşin, CA: Kateşin, C, G-36: Diğer, TG: Teogallin, GA: Gallikasid QA: Quarsetin, LA: Lökoantosiyenin

	EC	ECG	EGCG	EGC	LA	CA	QA	C. / G-36	TG	GA	FLAVONOLS	Flavones
TOMURCUK	X	XX	X	X	X	X	X	X	XXX	XX	-	-
GENÇ YAPRAK	XX	XX	XXXX	XX	X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	-
OLGUN YAPRAK	X	XX	XXX	XXX	X	X	X	X	X	X	XXX	XX
YAŞLI YAPRAK	X	X	XX	XXXX	X	-	-	-	X	-	XX	XXX

Açmamış Tepe Tomurcuğu: Çay bitkisinin tepe tomurcuğunda kateşinlerin tamamı bulunmaktadır. Bunun yanında tıbbi yönden önemli olan Theogallince zengin içeriğe sahiptir (Şekil 5).



Şekil 5. Tepe Tomurcuğu

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çay bitkisinin bilimsel sınıflandırması aşağıdaki gibidir;

Alem: Plantae

Alt alem: Tracheobionta

Üst bölüm: Spermatophyta

Bölüm: Magnoliophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Alt sınıf: Dilleniidae

Takım: Theales

Familya: Theaceae

Cins: *Camellia* L.

Tür: *Camellia sinensis* (L.) Kuntze

Çay bitkisi bodur bir ağaç olup genişliği 9 metredir. Ancak genellikle 0.60-1 metre genişlikte olmasına izin verilerek budanma yapılmaktadır. Yeşil çay yaprakları her iki haftada bir tepe tomurcuğu ve ilk iki ya da üç yaprak esasına göre el ile toplanmaktadır. Hasat edilirken genç sürgünlerin tercih edilmesi, yaşlı sürgünlere doğru gidildikçe çayın kimyasal kompozisyonunun ve kalitesinin azalması nedeniyledir (Siripatrawan ve Harte, 2010).

Yeni sürgünlerde ilk yaprakтан sırasıyla ikinci, üçüncü ve dördüncü yaprağa doğru gidildikçe polifenol, kafein, kateşin, serbest aminoasit, magnezyum, potasyum kademeli olarak azalırken toplam şeker, flavon, karbonhidrat, protein, kalsiyum, mangan ve alüminyum kademeli olarak artmaktadır (Chen, 2011).

Çay bitkisi dünyada 40 kadar ülkede yetiştirilmektedir. Fakat üretimin çoğu Çin, Hindistan, Kenya, Sri Lanka ve Türkiye 'de yoğunlaşmıştır. Bu ülkeler dünya çay üretiminin dörtte üçünü karşılamaktadır. Japonya 'da ise sadece yeşil çay üretimi yapılmaktadır. Çay tüketimi en çok olan ülkeler ise; İngiltere, Rusya, Pakistan, ABD ve Arap ülkeleri olmakla beraber çay üretimine öncülük eden ülkelerde tüketim geri planda kalmıştır. Türkiye ise çay tüketen ülkeler arasında 4.sırada yer almakla birlikte yıllık kişi başına ortalama çay tüketimi 3-4 kg arasında değişkenlik gösterir. Günde ortalama 240 milyon civarında bardak çay tüketildiği tahmin edilmektedir (Anonim, 2016).

Yeşil çayda Epigallocatechingallate, Epicatechingallate, Epigallocatechin, Epicatechin içerikleri bulunmakla birlikte en bol fenolik içerikler flavan-3 ollerdir ve EGCG ismiyle (94,54-357,07 mg /L) tüm çaylarda yoğun olarak bulunur (Güzeldir, 2015).

Wanda C. Reygaert' in yaptığı çalışmada, farklı çay türlerinin içerdikleri kateşin miktarına göre değiştiği, kateşin içeriği bakımından en çok yeşil çay, ardından Oolong çay ve ardından siyah çayın zengin olduğunu bildirmiştir. Yeşil çay üretiminde; ilk buharlama işlemi polifenol oksidaz enzimini yok ederek polifenol içeriğini korur. Çayda dört ana kateşin (C), (-)-epicatechin (EC), (-)-epicatechin-3-gallate (ECG), (-)-epigallocatechin (EGC) ve (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG)) vardır. Yeşil çayda, toplam kateşinlerin yaklaşık %59'unu EGCG temsil etmektedir. Bunu %19 ile EGC, %13,6 ile ECG ve %6,4 ile EC takip etmektedir.

Çay atığı ekstraktlarının kateşin kompozisyonuna ilişkin yapılan çalışma sonucunda çay atıklarında bile kateşin tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada çay ekstraktlarında en fazla epikateşin (0.41 g/100 g KM), epigallocateşin gallat (0.16 g/100 g KM) ve epigallocateşin (0.12 g/100 g KM) olduğu belirlenmiştir (Balcı Torun, 2021).

Çay yaprağındaki polifenollerin yaklaşık olarak %75'ini flavanoller, flavanollerin de %60-70'ini (-)- epigallocateşin-3-gallat oluşturulduğu belirtilmiş, siyah çayın işleme aşamalarında flavanol içeriği giderek eksildiği gösterilmiştir. Siyah çaya işleme aşamasında uygulanan oksidasyon sonucu flavanollerden teaflavinler ve tearubuginler gibi sekonder polifenoller oluşmakta, flavanol içeriği azalmaktadır. İşleme yöntemine bağlı olarak çayın fenolik madde miktarıyla birlikte fenolik madde kompozisyonu da değişmektedir (Tosun ve Karadeniz, 2005).

Beyaz, yeşil ve siyah çayların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bakılmış ve kateşinler arasında, (-)-epigallocatechin gallate en yüksek ($44.71 \pm 1.13a$) antioksidan aktiviteye sahip iken onu sırası ile (-)-epicatechingallate ($5.62 \pm 0.11a$), (-)-epigallocatechin ($39.44 \pm 0.90a$) , (-)-epikateşin ($6.99 \pm 0.08a$) ve (+)-kateşin takip ettiği görülmüştür (Atalay ve Erge, 2017).

Siyah ve yeşil çayların toplam fenolik madde miktarının araştırıldığı çalışmada en yüksek antioksidan aktivite değeri yeşil çay numunelerinde ($1942.761 \mu\text{mol TE/L}$) bulunmuştur. Siyah çayların fenolik madde değerleri 3915 – 309 mg

GAE/L aralığında bulunurken, yeşil çaylarda ise 2089 ile 152 mg GAE/L aralığında bulunmuştur (Kadiroğlu ve Dıblan, 2017).

Duygu Ağagündüz yaptığı Organik Çay İnfüzyonlarının Toplam Antioksidan ve Oksidan Kapasitelerinin Değerlendirilmesi çalışmasında organik, organik olmayan yeşil ve siyah çayların demlenmesi sonrası antioksidan kapasitesine bakılmış demleme sonrası antioksidan içeriğinin devam ettiği gözlemlenmiştir (Ağagündüz, 2020).

Farklı sınıf çaylarda kıvrırma proseslerinin ve değişik hasat dönemlerinin çayın fenolik madde ve alkaloid bileşimine etkisi taze çay yapraklarında kateşin tespiti yapılmış değerler yüzdesel olarak, numune 1 (%) 16.87, numune 2 (%) 16.71, numune 3 (%) 19.74, numune 4 (%) 16.42, numune 5 14.70, numune 6 (%) 16.44, numune 7 (%) 15.00 gibi çalışmada birçok çay çeşitlerinin içeriğine bakılmış ve kateşin değerleri verilmiştir (Kadiroğlu ve Dıblan, 2017).

Su kalitesi ve demleme şeklinin bitkisel çaylarda toplam antioksidan kapasite üzerine etkisi bitkisel çaylarda bulunan antioksidan değerlerine demleme suyunun etkisine bakılmış beyaz çay da elde edilen veriler musluk suyuna göre daha yüksek bulunmuştur (Yılmaz, 2021).

Mikrodalga teknolojisi ile üretilen yeşil ve siyah çaylarda toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik madde miktarlarının HPLC ile analizi yapılan yeşil çay örneklerinde; EGCG değeri 3,1-10,7 mg/100mg arasında, EGC değeri 2,4- 5,1 mg/100mg aralığında, ECG değeri 0,9-3 mg/100mg aralığında ve EC değeri 0,6 -1,5 mg/100mg aralığında değişim göstermektedir. Elde edilen sonuçlar; taze çay yaprakları ve açılmamış tomurcuktan mikrodalga tekniğiyle üretilen yeşil çayların daha yüksek kateşin ve antioksidan aktivitesine sahip olduğunu göstermiştir (Avcı, 2006).

Farklı hasat döneminde toplanmış taze çay yaprağının biyoaktif bileşiklerinin optimize edilerek belirlenmesi ve in-vitro biyo erişebilirliğinin araştırılması çalışmasında, çay yaprağının fenolik bileşikleri, referans olarak piyasadan elde edilen yeşil çay örnekleri ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Buna göre, toplam bireysel fenolik bileşik miktarının en fazla çay yaprağında tespit edilmiş olması, çay yaprağının yeşil çaya işlenmeden zengin bir fenolik bileşik kaynağı olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Yapılan çalışmada 2020 yılının Eylül ayında

toplanmış taze yaş çay yaprağı ve yeşil çayların bireysel fenolik bileşik miktarları (mg/g KM); Taze çay yaprağında; EGC $17,47 \pm 1,39$ EGCG $57,52 \pm 0,43$ ECG $8,67 \pm 0,76$ olarak elde edilirken, Yeşil çay 1 numunesinden; EGC $8,27 \pm 0,10$ EGCG $14,14 \pm 0,92$ ECG $1,48 \pm 0,07$, Yeşil çay 2 numunesinden; EGC $25,41 \pm 1,22$ EGCG $46,94 \pm 2,70$ ECG $3,73 \pm 0,01$ olarak elde edilmiştir (Chebbi, 2022).

Çayın Sağlık ile ilişkisinin belirtildiği çalışmada, içerik olarak birbirine benzeyen içecekler olan yeşil ve siyah çaylar, antioksidan etkilerini farklı biyolojik aktif maddelerle gösterirler. Yeşil çayda flavonoid grubundan polifenoller fazladır. Polifenol grubundan kateşinler, kateşinlerden de epigallokateşin gallat (EGCG) özellikle fazla miktarda bulunmaktadır. Ayrıca epigallokateşin (EGC), epikateşin gallat (ECG), epikateşin (EC), kateşin (C), gallokteşin (GC) ve gallokteşin gallat (GCG) da değişik miktarlarda bulunmaktadır (Fisunoğlu ve Besle, 2012).

Yeşil çayda bulunan antioksidan polifenollerinin yeşil ekstraksiyonunun tespit edildiği ve polifenollerin varlığının gösterildiği bu çalışmada en uygun ekstraksiyon koşullarında çay polifenolik ekstraktı, geleneksel ekstraksiyon yöntemleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek antioksidan aktivite sergilemiştir. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile de ölçümünün yapıldığı yeşil çay ekstraktlarında (-)-Epicatechin (EC), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epicatechin gallate (ECG) ve (-)-epigallocatechin gallate (EGCG) dahil olmak dört ana kateşin tanımlandığı gösterilmiştir (Luo ve Zhang, 2020).

Flavan-3-ol bileşikleri bakımından çayların EGCG içeriği, ECG içeriğinden daha fazla bulunmuştur. Farklı kıvrırma yöntemlerine göre işlenen çaylarda birinde $0.69-3.16$ mg/g ka düzeyinde EGCG ve $0.34-2.54$ mg/g ka düzeyinde ECG bulunurken, diğerinde ise daha düşük düzeylerde EGCG ($0.25-0.69$ mg/g ka) ve ECG ($0.16-0.52$ mg/g ka), bulunmuştur. Yöntemler arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. En fazla flavan-3-ol içeriği, Mayıs döneminde hasat yapılarak işlenmiş yapraklarda gözlenmiş, bunu Temmuz ve Eylül dönemi çayları izlemiştir. Genellikle, birinci kıvrırma yöntemi ile işlenen 4. sınıf çayların ECG düzeyi ve 5. sınıf çayların EGCG düzeyi ile diğer kıvrırma yöntemine göre işlenen 6. sınıf çayların hem EGCG hem de ECG düzeylerinin diğer çaylardan daha yüksek olduğu saptanmıştır (Türkmen, 2007).

Yeşil çayın kateşinlerinin sulu çözeltisinde ekstraksiyon verimi üzerine yapılan çalışmada, yüksek pH 'da çaydan ekstrakte edilen EC, EGC, ECG ve EGCG miktarlarının düştüğü, buna karşılık C, GC, CG ve GCG miktarlarının yükseldiği gözlenmiştir. Bu durumun EC, EGC, ECG ve EGCG bileşiklerinin yüksek pH'larda epimerizasyon nedeniyle C, GC, CG ve GCG bileşiklerine dönüşümünden kaynaklandığı görülmüştür. Buna ek olarak aynı pH'a sahip sulu çözeltelerde de kateşin türüne ve çay-su oranına bağlı ekstraksiyon verimi değişmiştir. Araştırmacılar yeşil çay kateşinlerinin sulu ekstraksiyonunda düşük pH değerlerinin epimerizasyonu önleyeceğini söylemişlerdir (Yoshida vd., 1999).

Japon yeşil, Çin yeşil ve oolong ve Darjeeling siyah çaylarının kateşin ve diğer fenolik maddeler ile kafein içerikleri tayin edilmiş. Analiz yapılan çaylarda (-)-EGCG, (-)-EGC, (-)-ECG, (-)-EC ve (-)-GCG miktarları kuru ağırlık bazında sırasıyla %5,73-8.71, %1.13-6.27, %0,86-1.80, %0.32-0.97 ve %<0.003-%0.09 değerleri arasında değiştiği gözlenmiştir. Çayların kafein miktarı ise yine kuru ağırlığına göre %2.51-3.62 olarak belirlenmiştir (Nishitani ve Sagesaka, 2004).

Dereceli elusyonla zıt faz HPLC sisteminin kullanıldığı ve çay örneklerinin 100°C'de su ile ekstrakte edildiği bir diğer çalışmada, siyah çay örneklerinde EGC, EC, EGCG ve ECG miktarlarının sırasıyla; 5-91 mg/l, 31-79 mg/l, 18-229 mg/l ve 8-85 mg/l arasında değiştiği gözlenmiştir. Yine aynı çalışmada analiz edilen yeşil çay örneklerinden Çin yeşil çayında EGC, EC, EGCG ve ECG miktarları sırasıyla 163 mg/l, 47 mg/l, 263 mg/l ve 44 mg/l ve Japon yeşil çayında ise sırasıyla 287 mg/l, 94 mg/l, 408 mg/l ve 59 mg/l olarak bulunmuştur (Khokhar, 1997).

Ortodoks ve CTC yöntemine göre fermante edilen 0.5 g siyah çayı 90°C 20 mL suda 7 dakika süreyle demleyip. C, EGC, EGCG, ECG, kafein, antioksiant aktivitesi, Ortodoks yöntemine göre sırasıyla, 0.0209 mg/mL, 0.848 mg/mL, 0.848 mg/mL, 0.230 mg/mL, gözlenirken, CTC yöntemine göre sırasıyla 0.163 mg/mL, 0.029 mg/mL, 0.011 mg/mL, 0.038 mg/mL olarak belirlenmiştir (Carloni, 2013).

Wang vd., (2000) Keemun ve Sri Lanka siyah çaylarında deme geçen kateşin miktarlarını gözlemlemişlerdir. Siyah çaylardan 3'er gram çay örneklerini 150 mL kaynar su içeren demlikte 5 dakika demlemeye bırakılıp. Daha sonra geçen kateşin miktarları gözlemlemişlerdir. Keemun siyah çay örneklerinde mg/100 mL demde EGC 0.90, EGCG 0.95, ECG 1.19 gözlenirken, C, miktarları gözlenmemiştir. Sri

Lanka siyah çay örneklerinde mg/100 mL demde EGC 1.84, C 0.50, EGCG 1.16, ECG 2.92 gözlenmiştir. 3.125“er gram olan siyah çay poşetlerini 200 mL kaynar saf su içerisinde 0.5, 1, 2 ve 5 dk. sürelerinde bırakılmış ve deme geçen kateşin ve kafein miktarları gözlenmiştir. Demleme süresi artarken deme geçen kateşin ve kafein miktarlarında artma gözlenmiştir. Kateşinlerin miktarı mg/L olarak 0.5. dakikada 22.1 olarak gözlenirken, 5. dakikada 90.5 olarak gözlenmiştir. Deme geçen kafein miktarı mg/L olarak 0,5. dakikada 108.0 olarak gözlenirken, 5. dakikada 285.9 olarak gözlenmiştir (Astill, 2001).

Çin ‘den alınan 17 siyah çay örnekleri için 3 gram çay örneğini 150 mL sıcak suda 5 dakika demlemiş. Kafein, GC, EGC, C, EC, EGCG, GCG, ECG, CG ve TF analizleri yapılmış, ardından çıkan analiz sonucuna göre kafein 36.0-58,7 mg/g ort.45,3 mg/g, GC 5.81-29,6 mg/g Ort. 12,3 mg/g, EGC 0.33-4,94 mg/g ort. 1,96 mg/g, C 0.90-8.54 mg/g Ort. 4,77 mg/g, EC 0.36-8.18 mg/g ort. 3.32 mg/g, EGCG 0.72-11,90 mg/g ort.2,51 mg/g, GCG 0.07-1,78 mg/g Ort. 0,41 mg/g, ECG 0.61-13.55 mg/g ort. 3.59 mg/g, CG 0.72-5.13 mg/g Ort. 2,49 mg/g, TF 1.17-25,1 mg/g ort. 8.54 mg/g olarak belirlenmiştir (Liang vd., 2002).

Farklı hasat döneminde toplanan siyah çay örneklerinde farklı kıvrırma yöntemine göre işlenmiş 7 sınıf çayın fenolik madde ve alkaloid bileşikleri üzerine çalışma yapılmış. İncelenen örneklerde kafein (17.51-26,26 mg/g), ve teobromin (0.14-0.21 mg/g) ve fenolik bileşik olarak iki kateşin: EGCG (0.25-3.16 mg/g) ve ECG (0.16-2.54 mg/g), toplam teaflavin (9.89-19,95 mg/g), toplam fenolik madde (47.05-83,40 mg/ GAE /g ka) olarak belirlemiştir (Türkmen, 2007).

Farklı markalarda Türk ve yabancı siyah çaylar gallik asit, kafein, EGC, C, EGCG, EC, ECG, TF üzerinde bir araştırma yapılmış. Araştırma sonucunda sırasıyla (%) olarak gallik asit, kafein, EGC, C, EGCG, EC, ECG, TF; 0.105-0.340, 2.065-3.640, 0.040-0.247, ND-0.019, 0.096-0.775, 0.320-0.667, 0.019-0.603,0.117-0.208 olarak belirlenmiştir (Sağlam ve Türkyılmaz, 2007).

Çin’de siyah çay örneklerinde gallik asit, alkaloidler, kateşinler üzerinde yapılan çalışmaya göre, gallik asit 1.30-1.30 mg/g, teobromin 0.72-0,99 mg/g, kafein 20.58-24.22 mg/g, GC 7.50-8,93 mg/g, EGC 12.96-13.07 mg/g, C 2.68-2,77 mg/g, EC 7.94-9.16 mg/g, EGCG 109.51-132,54 mg/g, GCG 49.54-60,92 mg/g, ECG 35.70-46,28 mg/g, CG 10.60-10,87 mg/g aralığında gözlenmiştir (Xu vd., 2012).

Yeşil çaydaki kateşinlerin miktarı; çay yaprağının kimyasal kompozisyonu, çayın türü, coğrafik orjin, iklim ve çevre koşulları, hasat mevsimi, işleme yöntemleri, depolama şartları ve süreleri gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Sağlam ve Türkyılmaz, 2007). Khokhar ve Magnusdottir (2002) ve Zaveri (2006) 'nin tespitlerine göre çayın toplam fenolik içeriğinin %60'ı EGCG 'dir (Balci ve Özdemir, 2016). Bunu sırasıyla EGC, ECG, EC, CG, GC ve C 'in izlediği bildirilmiştir.



3. MATERİYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma materyali

Planlanan tez çalışması kapsamında materyal olarak Rize Salarha Beldesi 2021 yılında farklı çay plantasyonları seçilmiştir. Kullanılan çay bahçeleri; 5 Yıllık Genleştirme Budaması Yapılmış Çay bahçesi (ÇB-1), 2 Yıllık Genleştirme Budaması Yapılmış Çay Bahçesi (ÇB-2) ve Yeni Tesis Edilmiş Çay Bahçesi (ÇB-3) olarak belirlenmiştir. Bu plantasyonlardan; Çay hasadının yapıldığı; Mayıs, Temmuz ve Eylül dönemlerinde basit örnekleme ile bitkinin farklı kısımları (kök, sap, yaprak, tepe tomurcuğu) hasadı yapılmıştır (Şekil 6). Hasat edilen bitkiler 30°C de etüvde kurutulmuş ve analiz için +4°C muhafaza edilmiştir.



Şekil 6. Çay Plantasyonlarından Örnek Alımına İlişkin Görünüm

3.1.2. Ekipman, kimyasal madde ve diğer malzemeler

Bu çalışmada; yüksek performanslı likit kromatografisi (HPLC) (Shimadzu, Japonya), hassas terazi (Mettler Toledo, XS204, ABD), su banyosu (Memmert, Almanya), vorteks (Heidolph, Almanya), kahve öğütücüsü (Tefal, Türkiye), derin dondurucu (-28 °C, Vestel, Türkiye), buzdolabı (+4 °C, Grundig, Türkiye), mekanik

çalkalayıcı (Şimşek Laboratuvar), santrifüj (Nüve, Türkiye), pH metre (Sartorius, Almanya) ve Etüv (İnoksan, Türkiye) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan RP-HPLC kolonu (5 µm, 250 x 4,6 mm) Ant Teknik’den satın alınmıştır. HPLC ile fenolik bileşiklerin analizinde kullanılan C, EC, GC, EGC, EGCG, ECG, Sigma Chemical Company’den (St. Louis, MO, ABD) satın alınmıştır.

Çalışmada kullanılan diğer sarf malzemeler, mikropipet seti (Transferpette, Brand, Almanya) ve 0,45 µm’lik membran filtreler, elek, vidalı kapaklı plastik tüpler, tüp sehpaları, tartım kapları, tek kullanımlık spektrofotometre küvetleri, tekstür probu, Whatman No.1 filtre kâğıdı ve diğer cam malzemelerdir.

3.2. Metod

3.2.1.Çay örneklerinin alınması ve HPLC analiz için ön işlemlerin yapılması

Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çay numuneleri laboratuvarda etüvde 30 °C kurutulmuş ve analizden hemen önce kahve değirmeninde öğütülerek +4°C muhafaza edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Çay Örneklerinin Kurutulması ve Öğütülmesine İlişkin Görünüm

3.2.2. Kafein ve Kateşin Analizi için Çay örneklerinin Hazırlanması

Kurutulan ve öğütülen çay örnekleri HPCL okumaları için kafein ve kateşin için farklı demleme işlemine tabi tutuldu. Bu işlem için steril kavanozlarda her

numuneyi temsil edecek şekilde 3'er gr öğütülen çay bitkisinden tartılarak 100 ml lik steril kavonozlara konuldu.

Kafein ölçümü için; numunelerin tamamının üzerine 100 °C kaynatılan saf sudan 100 ml ilave edildi. 20 dakika demleme işlemi gerçekleştirildi ve ardından steril filitreden geçirilerek süzüldü. Sonrasında HPCL chazında okuma için 0.45 µm'lik membran filtrelerden geçirilerek viallere alındı ve cihazda okuma işlemine kadar +4°C muhafaza edildi (Şekil 8).

Kateşin ölçümü için; numunelerin tamamının üzerine 100 °C kaynatılan saf sudan 50 ml ve 50 ml methanol ilave edilerek 20 dakika demleme işlemi gerçekleştirildi. Demleme işlemi sonrası steril filitreden geçirilerek süzüldü. Sonrasında HPCL chazında okuma için 0.45 µm'lik membran filtrelerden geçirilerek viallere alındı ve cihazda okuma işlemine kadar +4°C muhafaza edildi.



Şekil 8. Çay örneklerinin demleme işlemine ilişkin görünüm

3.2.3. HPLC ile fenolik bileşiklerin belirlenmesi

Fenolik bileşiklerin analizi için Yurteri (2023) tarafından belirtilen yöntem, modifiye edilerek kullanılmıştır. Ekstrakt örnekleri, 0,45 µm'lik membran filtreden süzölmüş ve filtrat HPLC (Perkin Elmer, Flexar model) kolonuna enjekte edilmiştir.

Fenolik bileşiklerin analizi için HPLC çalışma koşulları ve elusyon programı; HPLC çalışma koşulları Sistem: Shimadzu (Prominence serisi) Yazılım : LCB Solution Kolon : Novaselect (250 x4,6 mm, ID; 5 µm; C18) Kolon fırını : CTO-10AS VP Kolon Sıcaklığı : 30 °C Dedektör : Photodiode array (PDA) Dedeksiyon dalga boyları : 270 ve 355 nm Pompa : LC-20AD Akış Hızı : 1 mL/dak Enjeksiyon Miktarı : 20 µL Elusyon programı Süre (dak) Solvent A (%), Solvent B (%) 0-92, 8-10, 89-11, 57-79, 21-62, 20-80, 67-92, Solvent A: % 0,1'lik (v/v) fosforik asitli su, Solvent B: Asetonitril'dir.

Örneklerdeki fenolik bileşiklerin tanımlanması, bileşiklerin kolondaki alıkonma süresi, UV-spektrumlarının ilgili standart maddelere ait süre ve spektrumlarla karşılaştırılması ve standart maddelerin çay ekstraktına ilave edilmesiyle yapılmıştır. Fenolik bileşiklere ait piklerin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanması bileşiklerin maksimum absorbans değeri verdiği dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Bileşiklerin miktarlarının tespit edilmesinde bileşiklere ait HPLC kromatogramlarından elde edilmiş integre alanlar ve standart maddelerin ara stok çözeltileri ile hazırlanmış kalibrasyon eğrilerinden yararlanılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Çay örneklerinin HPLC okuma işlemine ilişkin görünüm

3.2.4. İstatistiksel Analiz

İstatistik analizleri SPSS (SPSS statistics 23, IBM. 2015) programı ile tesadüf blokları deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, 3 tekrarlı ölçümlerin ortalaması $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen verilere, tek yönlü ANOVA kullanılarak varyans analizi 35 uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar, Duncan çoklu karşılaştırmalı testi ile belirlenmiştir.



4. BULGULAR

Bu çalışma; ÇB-1: 5 Yıllık Genleştirme Budaması Yapılmış Çay bahçesi, ÇB-2: 2 Yıllık Genleştirme Budaması Yapılmış Çay Bahçesi ve ÇB-3: Yeni Tesis Edilmiş Çay bahçesi olmak üzere 3 farklı çay bahçesinde bitkinin farklı kısımlarında bulunan polifenollerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

4.1. Çay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Gallokateşin Miktarı (mg/g)

Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin GC İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları 2’de, Duncan Testi sonuçları ise Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin GC İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları

		ÇB-1		ÇB-2		ÇB-3	
VK	SD	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Blok	2	0.05	2.14	0.17	2.01	0.08	1.29
Hasat	2	14.71	606.97**	184.66	2299.24**	150.74	2373.72**
Bitki Kısım	3	55.50	2289.44**	145.37	1810.06**	328.16	5167.70**
Bitki Kısım*Hasat	6	9.17	378.40**	62.27	775.39**	61.22	964.01**
Hata	22	0.02		0.08		0.064	
Genel	35						

(*) $p<0,05$, (**) $p<0,01$ hata sınırları içerisinde istatistiki olarak önemli

Tablo 2’ de görüldüğü gibi farklı çay plantasyonlarında Mayıs (1. Hasat), Temmuz (2. Hasat) ve Eylül (3. Hasat) aylarında hasat edilen çay bitkisinin farklı kısımlarında bulunan GC içeriğine ait varyans analiz sonucunda; GC (mg/g) miktarlarının her üç bahçede de hasat dönemi, bitki kısmı ve bitki hasat etkileşimi bakımından istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Tablo 3. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 VE ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi **GC İçeriği** (mg/g)

Bitki Kısımları	Çay Bahçesi -1				Çay Bahçesi -2				Çay Bahçesi -3			
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri			
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.
Kök	0.003 ^g	0.0005 ^g	0.0003 ^g	0.001 ^c	0.0003 ^f	0.0005 ^f	0.002 ^f	0.0009 ^c	0.0004 ^g	0.0009 ^g	0.001 ^g	0.0008 ^c
Sap	0.001 ^g	0.0004 ^g	0.0001 ^g	0.0007 ^c	0.0005 ^f	0.0005 ^f	0.0005 ^f	0.0005 ^c	0.0007 ^g	0.001 ^g	0.0008 ^g	0.001 ^c
Yaprak	3.30 ^b	9.47 ^a	3.03 ^c	5.27 ^a	1.92 ^d	3.30 ^c	17.15 ^a	7.45 ^a	4.51 ^c	13.39 ^c	14.86 ^b	10.92 ^a
Tomurcuk	0.86 ^f	2.64 ^d	1.72 ^e	1.74 ^b	1.29 ^c	3.16 ^c	14.71 ^b	6.38 ^b	1.41 ^f	9.18 ^d	19.26 ^a	9.95 ^b
Hasat Ort.	1.04 ^c	3.03 ^a	1.18 ^b		0.80 ^c	1.61 ^b	7.96 ^a		1.48 ^c	5.64 ^b	8.53 ^a	
Blok Ort.	1.76	1.68	1.81		3.39	3.40	3.60		5.16	5.18	5.31	

Çay plantasyonundan ÇB-1 bahçesinden alınan örneklerdeki GC içeriği 0.0001 – 9.47 mg/g arasında değişim göstermiştir. Bitki kısımlarında GC içeriği ortalaması 0.001- 5.27 mg/g olurken, hasat dönemi ortalama değerler ise; 1.04-3.03 mg/g arasında bulunmuştur. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon ele alındığında; 2.hasat döneminde bitkinin yaprak kısmı en yüksek GC içeriğine sahip olurken, en az GC ise 3. Hasat döneminde bitkinin kök kısmında tespit edilmiştir (Tablo 3.) .

Çay plantasyonundan ÇB-2 bahçesinden alınan örneklerdeki GC içeriğinin bitki kısımlarındaki değerlerden alınan ortalamalarda en yüksek değer yaprakta 7.45 mg/g olurken en düşük değer ise 0.0005 mg/g ile sap kısmında tespit edilmiştir. Hasat dönemindeki ortalama değerlerde ise bu durum en yüksek 7.96 mg/g ile 3. Hasatta gözlenirken en düşük değer de 0.80 mg/g ile 1.hasatta gözlenmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyona bakıldığında, en yüksek GC içeriğine 3.hasat döneminde bitkinin yaprak kısmında rastlanırken, en az GC içeriği ise 1. Hasat döneminde bitkinin kök kısmında tespit edilmiştir (Tablo 3.).

Çay plantasyonundan ÇB-3 bahçesinden alınan örneklerdeki GC içeriğinin bitki kısımlarından alınan ortalama değerlere bakıldığında zaman en yüksek GC içeriği yaprakta (10.92 mg/g) gözlenirken en düşük içeriğe ise bitkinin kök kısmında (0.0008 mg/g) rastlanmıştır. Hasat döneminin ortalama değerlerine bakıldığında GC içeriği en fazla 3. Hasatta (8.53 mg/g) gözlenirken, en az içeriği ise 1. Hasatta (1.48 mg/g) tespit edilmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon değerlerinde ise en yüksek değer 19.26 mg/g ile bitkinin tomurcuk kısmında iken en düşük değer ise 0.0004 mg/g ile kök kısmında gözlenmiştir (Tablo 3.).

4.2. Çay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Epigallocateşin (EGC) Miktarı (mg/g)

Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin EGC İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları 4’de, Duncan Testi sonuçları ise Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 VE ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi için EGC İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	ÇB-1			ÇB-2		ÇB-3	
	SD	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Blok	2	0.03	0.13**	0.11	0.45	0.20	0.76
Hasat	2	26.95	126.30**	118.33	489.54**	52.10	201.27**
Bitki Kısım	3	1241.13	5816.67**	1406.19	5817.20**	1254.94	4848.41**
Bitki Kısım*	6	101.33	474.90**	74.66	308.87**	36.47	140.92**
Hasat							
Hata	22	0.21		0.24		0.26	
Genel	35						

(*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$ hata sınırları içerisinde istatistiki olarak önemli

Tablo 4’ de görüldüğü gibi farklı çay plantasyonlarında Mayıs (1. Hasat), Temmuz (2. Hasat) ve Eylül (3. Hasat) aylarında hasat edilen çay bitkisinin farklı kısımlarında bulunan EGC içeriğine ait varyans analizi sonucunda; EGC (mg/g) miktarlarının her üç bahçede de hasat dönemi, bitki kısmı ve bitki hasat etkileşimi bakımından istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Tablo 5. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi EGC İçeriği (mg/g)

Bitki Kısımları	Çay Bahçesi -1				Çay Bahçesi -2				Çay Bahçesi -3			
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri			
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.
Kök	7.04 ^g	5.94 ^h	4.29 ⁱ	5.76 ^d	6.34 ^f	4.81 ^g	4.31 ^g	5.15 ^c	6.39 ⁱ	7.06 ⁱ	9.01 ^h	7.49 ^d
Sap	11.45 ^f	4.99 ⁱ	4.34 ⁱ	6.93 ^c	5.07 ^g	4.44 ^g	4.51 ^g	4.67 ^d	11.48 ^g	6.58 ⁱ	6.91 ⁱ	8.32 ^c
Yaprak	26.63 ^b	39.64 ^a	24.20 ^c	30.16 ^a	22.0 ^d	41.15 ^a	26.38 ^b	29.84 ^a	26.52 ^d	31.70 ^b	36.06 ^a	31.43 ^a
Tomurcuk	16.77 ^e	20.13 ^d	26.42 ^b	21.10 ^b	18.20 ^e	25.16 ^c	21.84 ^d	21.73 ^b	18.67 ^f	25.12 ^e	27.72 ^c	23.83 ^b
Hasat Ort.	15.47 ^b	17.67 ^a	14.81 ^c		12.90 ^c	18.89 ^a	14.26 ^b		15.77 ^c	17.61 ^b	19.92 ^a	
Blok Ort.	16.01	15.93	15.93		15.40	15.24	15.41		17.63	17.88	17.79	

Çay plantasyonundan ÇB-1 bahçesinden alınan örneklerdeki EGC içeriği 4.29-39.64 mg/g arasında değişim göstermiştir. Bitki kısımlarında EGC içeriği ortalaması 5.76 - 30.16 mg/g olurken, hasat dönemi ortalama değerler ise; 14.81 - 17.67 mg/g arasında bulunmuştur. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon ele alındığında; 2.hasat döneminde bitkinin yaprak kısmı (39.64 mg/g) en yüksek EGC içeriğine sahip olurken, en az EGC ise 3. Hasat döneminde bitkinin kök kısmında (4.29 mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 5.).

Çay plantasyonundan ÇB-2 bahçesinden alınan örneklerdeki EGC içeriğinin bitki kısımlarındaki değerlerden alınan ortalamalarda en yüksek değer yaprakta 29.84 mg/g olurken en düşük değer ise 4.67 mg/g ile sap kısmında tespit edilmiştir. Hasat dönemindeki ortalama değerlerde ise bu durum en yüksek 18.89 mg/g ile 2. Hasatta gözlenirken en düşük değer de 12.90 mg/g ile 1.hasatta gözlenmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyona bakıldığında, en yüksek EGC içeriğine 2.hasat döneminde bitkinin yaprak kısmında (41.15 mg/g) rastlanırken, en az EGC içeriği ise 3. Hasat döneminde bitkinin kök kısmında (4.31 mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 5.).

Çay plantasyonundan ÇB-3 bahçesinden alınan örneklerdeki EGC içeriğinin bitki kısımlarından alınan ortalama değerlere bakıldığında zaman en yüksek EGC içeriği yaprakta (31.43 mg/g) gözlenirken en düşük içeriğe ise bitkinin kök kısmında (7.49 mg/g) rastlanmıştır. Hasat döneminin ortalama değerlerine bakıldığında EGC içeriği en fazla 3. Hasatta (19.92 mg/g) gözlenirken, en az içeriği ise 1. Hasatta (15.77mg/g) tespit edilmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon değerlerinde ise en yüksek değer 3.hasatta 36.06 mg/g ile bitkinin yaprak kısmında iken en düşük değer ise 1. hasatta 6.39 mg/g ile kök kısmında gözlenmiştir (Tablo 5.).

4.3. Çay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarı (mg/g)

Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin EGCG İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları Tablo 6'da, Duncan Testi sonuçları ise Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 6. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin EGCG İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	ÇB-1			ÇB-2		ÇB-3	
	SD	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Blok	2	12.26	1.17	0.70	2.16	0.89	1.22
Hasat	2	1064.85	101.35**	529.58	1633.69**	2105.89	2885.64**
Bitki Kısım	3	13116.95	1248.47**	10703.23	33017.96**	9248.51	12673.01**
Bitki Kısım*	6	429.86	40.91**	486.63	1501.20**	743.41	1018.68**
Hasat							
Hata	22	10.51		0.32		0.73	
Genel	35						

(*) $p<0,05$, (**) $p<0,01$ hata sınırları içerisinde istatistiki olarak önemli

Tablo 6' de görüldüğü gibi farklı çay plantasyonlarında Mayıs (1. Hasat), Temmuz (2. Hasat) ve Eylül (3. Hasat) aylarında hasat edilen çay bitkisinin farklı kısımlarında bulunan EGCG içeriğine ait varyans analizi sonucunda; EGCG (mg/g) miktarlarının her üç bahçede de hasat dönemi, bitki kısmı ve bitki hasat etkileşimi bakımından istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Tablo 7. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi EGCG İçeriği (mg/g)

Bitki Kısımları	Çay Bahçesi -1				Çay Bahçesi -2				Çay Bahçesi -3			
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri			
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.
Kök	8.31 ^d	3.53 ^d	4.39 ^d	5.41 ^d	4.85 ^e	2.01 ^g	2.62 ^g	3.16 ^d	3.26 ^h	3.27 ^h	4.84 ^g	3.79 ^c
Sap	4.46 ^d	7.35 ^d	8.16 ^d	6.65 ^c	10.57 ^e	2.76 ^g	2.943 ^g	5.42 ^c	3.36 ^h	3.83 ^{gh}	2.87 ^h	3.35 ^c
Yaprak	61.52 ^b	96.12 ^a	64.30 ^b	73.98 ^a	50.68 ^d	94.07 ^a	55.30 ^c	66.68 ^a	34.75 ^f	92.30 ^a	48.04 ^d	58.36 ^b
Tomurcuk	64.93 ^b	92.45 ^a	53.26 ^c	70.21 ^b	66.13 ^b	65.87 ^b	51.16 ^d	61.05 ^b	37.20 ^e	83.48 ^b	58.74 ^c	59.80 ^a
Hasat Ort.	34.80 ^b	49.86 ^a	32.53 ^b		33.06 ^b	41.17 ^a	28.01 ^c		19.64 ^c	45.72 ^a	28.62 ^b	
Blok Ort.	38.36	38.61	40.22		33.81	34.15	34.28		31.01	31.47	31.50	

Çay plantasyonundan ÇB-1 bahçesinden alınan örneklerdeki EGCG içeriği 3.53- 96.12 mg/g arasında değişim göstermiştir. Bitki kısımlarında EGCG içeriği ortalaması 5.41 - 73.98 mg/g olurken, hasat dönemi ortalama değerler ise; 32.53 - 49.86 mg/g arasında bulunmuştur. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon ele alındığında; 2.hasat döneminde bitkinin yaprak kısmı (96.12 mg/g) en yüksek EGCG içeriğine sahip olurken, en az EGCG ise 2. Hasat döneminde bitkinin kök kısmında (3.53 mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 7.).

Çay plantasyonundan ÇB-2 bahçesinden alınan örneklerdeki EGCG içeriği içeriğinin bitki kısımlarındaki değerlerden alınan ortalamalarda en yüksek değer yaprakta 66.68 mg/g olurken en düşük değer ise 3.16 mg/g ile kök kısmında tespit edilmiştir. Hasat dönemindeki ortalama değerlerde ise bu durum en yüksek 41.17 mg/g ile 2. Hasatta gözlenirken en düşük değer de 28.01 mg/g ile 3. hasatta gözlenmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyona bakıldığında, en yüksek EGCG içeriğine 2.hasat döneminde bitkinin yaprak kısmında (94.07 mg/g) rastlanırken, en az EGCG içeriği ise 2. Hasat döneminde bitkinin kök kısmında (2.01 mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 7.).

Çay plantasyonundan ÇB-3 bahçesinden alınan örneklerdeki EGCG içeriği içeriğinin bitki kısımlarından alınan ortalama değerlere bakıldığında zaman en yüksek EGCG içeriği tomurcukta (59.80 mg/g) gözlenirken en düşük içeriğe ise bitkinin sap kısmında (3.35 mg/g) rastlanmıştır. Hasat döneminin ortalama değerlerine bakıldığında EGCG içeriği en fazla 2. Hasatta (45.72 mg/g) gözlenirken, en az içeriği ise 1. Hasatta (19.64 mg/g) tespit edilmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon değerlerinde ise en yüksek değer 2.hasatta 92.30 mg/g ile bitkinin yaprak kısmında iken en düşük değer ise 3. hasatta 2.87 mg/g ile sap kısmında gözlenmiştir (Tablo 7.).

4.4. Çay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Epikateşin (EC) Miktarı (mg/g)

Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin EC İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları 8’de, Duncan Testi sonuçları ise Tablo 9’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin EC İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	ÇB-1		ÇB-2		ÇB-3	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Blok	2	0.37	2.49	0.02	0.25	0.02	0.51
Hasat	2	21.39	142.90**	2.69	31.06**	94.98	2855.52**
Bitki Kısım	3	62.92	420.35**	195.28	2252.09**	135.06	4060.48**
Bitki Kısım*Hasat	6	24.98	166.87**	8.73	100.68**	27.70	832.66**
Hata	22	0.15		0.09		0.03	
Genel	35						

(*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$ hata sınırları içerisinde istatistiki olarak önemli

Tablo 8’ de görüldüğü gibi farklı çay plantasyonlarında Mayıs (1. Hasat), Temmuz (2. Hasat) ve Eylül (3. Hasat) aylarında hasat edilen çay bitkisinin farklı kısımlarında bulunan EC içeriğine ait varyans analizi sonucunda; EC (mg/g) miktarlarının her üç bahçede de hasat dönemi, bitki kısmı ve bitki hasat etkileşimi bakımından istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Tablo 9. Farklı Çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi EC İçeriği (mg/g)

Bitki Kısımları	Çay Bahçesi -1				Çay Bahçesi -2				Çay Bahçesi -3			
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri			
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.
Kök	12.15 ^d	9.25 ^g	8.89 ^g	10.10 ^c	7.58 ^e	4.88 ^g	4.86 ^g	5.77 ^d	7.66 ⁱ	8.05 ^h	9.42 ^g	8.38 ^d
Sap	11.26 ^{ef}	9.06 ^g	8.14 ^h	9.49 ^d	7.03 ^f	6.79 ^f	6.64 ^f	6.82 ^c	8.19 ^h	9.42 ^g	9.74 ^f	9.12 ^c
Yaprak	10.87 ^f	12.97 ^c	17.93 ^b	13.92 ^b	11.32 ^d	16.45 ^a	12.61 ^c	13.46 ^b	9.72 ^{fg}	22.57 ^a	15.29 ^d	15.86 ^a
Tomurcuk	13.55 ^c	11.80 ^{de}	18.78 ^a	14.71 ^a	15.15 ^b	14.88 ^b	15.10 ^b	15.04 ^a	10.33 ^e	17.83 ^b	16.70 ^c	14.95 ^b
Hasat Ort.	11.96 ^b	10.77 ^c	13.43 ^a		10.27 ^b	10.75 ^a	9.80 ^c		8.98 ^c	14.47 ^a	12.78 ^b	
Blok Ort.	11.92 ^b	11.98 ^{ab}	12.26 ^a		10.25	10.25	10.32		12.08	12.11	12.04	

Çay plantasyonundan ÇB-1 bahçesinden alınan örneklerdeki EC içeriği 8.14 -18.78 mg/g arasında değişim göstermiştir. Bitki kısımlarında EC içeriği ortalaması 9.49 - 14.71 mg/g olurken, hasat dönemi ortalama değerler ise; 10.77 - 13.43 mg/g arasında bulunmuştur. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon ele alındığında; 3. hasat döneminde bitkinin tomurcuk kısmı (18.78 mg/g) en yüksek EC içeriğine sahip olurken, en az EC ise 3. Hasat döneminde bitkinin sap kısmında (8.14 mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 9.).

Çay plantasyonundan ÇB-2 bahçesinden alınan örneklerdeki EC içeriğinin bitki kısımlarındaki değerlerden alınan ortalamalarda en yüksek değer tomurcukta 15.04 mg/g olurken en düşük değer ise 5.77 mg/g ile kök kısmında tespit edilmiştir. Hasat dönemindeki ortalama değerlerde ise bu durum en yüksek 10.75 mg/g ile 2. Hasatta gözlenirken en düşük değer de 9.80 mg/g ile 3. hasatta gözlenmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyona bakıldığında, en yüksek EC içeriğine 2.hasat döneminde bitkinin yaprak kısmında (16.45 mg/g) rastlanırken, en az EC içeriği ise 3. Hasat döneminde bitkinin kök kısmında (4.86 mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 9.).

Çay plantasyonundan ÇB-3 bahçesinden alınan örneklerdeki EC içeriğinin bitki kısımlarından alınan ortalama değerlere bakıldığında zaman en yüksek EC içeriği yaprakta (15.86 mg/g) gözlenirken en düşük içeriğe ise bitkinin kök kısmında (8.38 mg/g) rastlanmıştır. Hasat döneminin ortalama değerlerine bakıldığında EC içeriği en fazla 2. Hasatta (14.47 mg/g) gözlenirken, en az içeriği ise 1. Hasatta (8.98 mg/g) tespit edilmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon değerlerinde ise en yüksek değer 2.hasatta 22.57 mg/g ile bitkinin yaprak kısmında iken en düşük değer ise 1. hasatta 7.66 mg/g ile kök kısmında gözlenmiştir (Tablo 9.).

4.5. Çay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Kateşin (C) Miktarı (mg/g)

Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin C İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları 10'da, Duncan Testi sonuçları ise Tablo 11'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin C İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçlar

VK	SD	ÇB-1		ÇB-2		ÇB-3	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Blok	2	0.003	0.92	0.03	4.31*	0.03	1.98
Hasat	2	0.40	106.92**	3.59	442.16**	0.52	34.32**
Bitki Kısım	3	3.88	1032.25**	5.74	706.75**	0.84	55.44**
Bitki Kısım*Hasat	6	0.43	113.53**	2.06	253.99**	0.25	16.33**
Hata	22	0.004		0.008		0.01	
Genel	35						

(*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$ hata sınırları içerisinde istatistiki olarak önemli

Tablo 10' da görüldüğü gibi farklı çay plantasyonlarında Mayıs (1. Hasat), Temmuz (2. Hasat) ve Eylül (3. Hasat) aylarında hasat edilen çay bitkisinin farklı kısımlarında bulunan C içeriğine ait varyans analizi sonucunda; C (mg/g) miktarları ÇB-2 de blok önemli bulunurken, her üç bahçede de hasat dönemi, bitki kısmı ve bitki hasat interaksyonu bakımından istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Tablo 11. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi C İçeriği (mg/g)

Bitki Kısımları	Çay Bahçesi -1				Çay Bahçesi -2				Çay Bahçesi -3			
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri			
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.
Kök	0.26 ^d	0.07 ^f	0.10 ^{ef}	0.14 ^c	0.84 ^c	0.32 ^e	0.30 ^{ef}	0.49 ^b	0.21 ^e	0.25 ^e	0.35 ^{de}	0.27 ^c
Sap	0.18 ^{de}	0.12 ^{ef}	0.05 ^f	0.11 ^c	0.35 ^e	0.35 ^e	0.36 ^{de}	0.35 ^c	0.17 ^e	0.28 ^{de}	0.28 ^{de}	0.24 ^c
Yaprak	0.91 ^b	0.06 ^f	0.78 ^c	0.58 ^b	0.50 ^d	0.16 ^f	0.30 ^f	0.32 ^d	0.32 ^{de}	0.72 ^b	0.71 ^b	0.58 ^b
Tomurcuk	1.84 ^a	1.87 ^a	0.85 ^{bc}	1.52 ^a	3.87 ^a	1.71 ^b	0.36 ^{de}	1.98 ^a	0.46 ^{cd}	1.58 ^a	0.64 ^{bc}	0.89 ^a
Hasat Ort.	0.80 ^a	0.53 ^b	0.44 ^c		1.39 ^a	0.63 ^b	0.33 ^c		0.29 ^c	0.71 ^a	0.50 ^b	
Blok Ort.	0.58	0.58	0.61		0.73	0.78	0.84		0.45	0.50	0.55	

Çay plantasyonundan ÇB-1 bahçesinden alınan örneklerdeki C içeriği 0.05-1.87 mg/g arasında değişim göstermiştir. Bitki kısımlarında C içeriği ortalaması 0.11 - 1.52 mg/g olurken, hasat dönemi ortalama değerler ise; 0.44 - 0.80 mg/g arasında bulunmuştur. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksyon ele alındığında; 2. hasat döneminde bitkinin tomurcuk kısmı (1.87 mg/g) en yüksek C içeriğine sahip olurken, en az C ise 3. Hasat döneminde bitkinin sap kısmında (0.05 mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 11.).

Çay plantasyonundan ÇB-2 bahçesinden alınan örneklerdeki C içeriğinin bitki kısımlarındaki değerlerden alınan ortalamalarda en yüksek değer tomurcukta 1.98 mg/g olurken en düşük değer ise 0.32 mg/g ile yaprak kısmında tespit edilmiştir. Hasat dönemindeki ortalama değerlerde ise bu durum en yüksek 1.39 mg/g ile 1. Hasatta gözlenirken en düşük değer de 0.33 mg/g ile 3. hasatta gözlenmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksyona bakıldığında, en yüksek C içeriğine 1. hasat döneminde bitkinin tomurcuk kısmında (3.87mg/g) rastlanırken, en az C içeriği ise 2. Hasat döneminde bitkinin yaprak kısmında (0.16 mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 11.).

Çay plantasyonundan ÇB-3 bahçesinden alınan örneklerdeki C içeriğinin bitki kısımlarından alınan ortalama değerlere bakıldığında zaman en yüksek C içeriği tomurcukta (0.89 mg/g) gözlenirken en düşük içeriğe ise bitkinin sap kısmında (0.24 mg/g) rastlanmıştır. Hasat döneminin ortalama değerlerine bakıldığında C içeriği en fazla 2. Hasatta (0.71 mg/g) gözlenirken, en az içeriği ise 1. Hasatta (0.29 mg/g) tespit edilmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksyon değerlerinde ise en yüksek değer 2.hasatta 1.58 mg/g ile bitkinin tomurcuk kısmında iken en düşük değer ise 1. hasatta 0.17 mg/g ile sap kısmında gözlenmiştir (Tablo 11.).

4.6. Çay Plantasyonlarında Bitkinin Farklı Kısımlarında Bulunan Kafein Miktarı (mg/g)

Farklı çay plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) hasat edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) bitkisinin farklı kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin Kafein İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları 12’de, Duncan Testi sonuçları ise Tablo 13’de gösterilmiştir.

Tablo 12. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi İçin Kafein İçeriğine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	ÇB-1		ÇB-2		ÇB-3	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Blok	2	0.71	2.40	0.48	1.97	1.03	3.25
Hasat	2	159.96	542.96**	367.12	1501.17**	63.71	200.01**
Bitki Kısım	3	7855.87	26665.38**	6711.65	27443.96**	4477.34	14055.91**
Bitki Kısım*	6	51.28	174.05**	139.71	571.28**	53.09	166.69**
Hasat							
Hata	22	0.29		0.24		0.32	
Genel	35						

(*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$ hata sınırları içerisinde istatistiki olarak önemli

Tablo 12’ de görüldüğü gibi farklı çay plantasyonlarında Mayıs (1. Hasat), Temmuz (2. Hasat) ve Eylül (3. Hasat) aylarında hasat edilen çay bitkisinin farklı kısımlarında bulunan Kafein içeriğine ait varyans analizi sonucunda; Kafein (mg/g) miktarlarının her üç bahçede de hasat dönemi, bitki kısmı ve bitki hasat etkileşimi bakımından istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Tablo 13. Farklı Çay Plantasyonlarından (ÇB-1, ÇB-2 ve ÇB-3) Hasat Edilen Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinin Farklı Kısımlarının 3 Hasat Dönemi **Kafein İçeriği** (mg/g)

Bitki Kısımları	Çay Bahçesi -1				Çay Bahçesi -2				Çay Bahçesi -3			
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri			
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.
Kök	0.70 ^{gh}	1.43 ^g	0.06 ^h	0.73 ^d	0.67 ^h	0.70 ^h	0.48 ^h	0.62 ^d	0.44 ^g	0.36 ^g	0.86 ^{fg}	0.55 ^c
Sap	0.63 ^{gh}	4.79 ^f	0.59 ^{gh}	2.00 ^c	11.83 ^g	0.68 ^h	0.76 ^h	4.42 ^c	1.56 ^f	0.87 ^{fg}	0.31 ^g	0.92 ^c
Yaprak	38.07 ^d	43.89 ^c	36.38 ^c	39.45 ^b	42.47 ^c	38.88 ^c	37.53 ^f	39.63 ^b	41.13 ^b	41.52 ^b	34.42 ^d	39.02 ^b
Tomurcuk	66.16 ^a	66.31 ^a	50.47 ^b	60.98 ^a	68.30 ^a	61.59 ^b	40.26 ^d	56.72 ^a	33.02 ^e	47.98 ^a	38.10 ^c	39.70 ^a
Hasat Ort.	26.39 ^b	29.10 ^a	21.88 ^c		30.82 ^a	25.46 ^b	19.76 ^c		19.04 ^b	22.68 ^a	18.42 ^c	
Blok Ort.	25.51	25.92	25.94		25.12	25.40	25.51		19.82	19.94	20.38	

Çay plantasyonundan ÇB-1 bahçesinden alınan örneklerdeki Kafein içeriği 0.06-66.31mg/g arasında değişim göstermiştir. Bitki kısımlarında Kafein içeriği ortalaması 0.73 - 60.98 mg/g olurken, hasat dönemi ortalama değerler ise; 21.88- 29.10 mg/g arasında bulunmuştur. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon ele alındığında; 2. hasat döneminde bitkinin tomurcuk kısmı (66.31mg/g) en yüksek Kafein içeriğine sahip olurken, en az Kafein ise 3. Hasat döneminde bitkinin kök kısmında (0.06 mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 13.).

Çay plantasyonundan ÇB-2 bahçesinden alınan örneklerdeki Kafein içeriğinin bitki kısımlarındaki değerlerden alınan ortalamalarda en yüksek değer tomurcukta 56.72 mg/g olurken en düşük değer ise 0.62 mg/g ile kök kısmında tespit edilmiştir. Hasat dönemindeki ortalama değerlerde ise bu durum en yüksek 30.82 mg/g ile 1. Hasatta gözlenirken en düşük değer de 19.76 mg/g ile 3. hasatta gözlenmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyona bakıldığında, en yüksek Kafein içeriğine 1. hasat döneminde bitkinin tomurcuk kısmında (68.30 mg/g) rastlanırken, en az Kafein içeriği ise 3. Hasat döneminde bitkinin kök kısmında (0.48mg/g) tespit edilmiştir (Tablo 13.).

Çay plantasyonundan ÇB-3 bahçesinden alınan örneklerdeki Kafein içeriğinin bitki kısımlarından alınan ortalama değerlere bakıldığı zaman en yüksek Kafein içeriği tomurcukta (39.70 mg/g) gözlenirken en düşük içeriğe ise bitkinin kök kısmında (0.55 mg/g) rastlanmıştır. Hasat döneminin ortalama değerlerine bakıldığında Kafein içeriği en fazla 2. Hasatta (22.68 mg/g) gözlenirken, en az içeriği ise 3. Hasatta (18.42 mg/g) tespit edilmiştir. Bitki kısım x Hasat dönemi ikili interaksiyon değerlerinde ise en yüksek değer 2.hasatta 47.98 mg/g ile bitkinin tomurcuk kısmında iken en düşük değer ise 3. hasatta 0.31 mg/g ile sap kısmında gözlenmiştir (Tablo 13.).

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yürüttüğümüz çalışma sonucunda çay yaprağında miktar bakımından en fazla EGCG (34.75-96.12 mg/g) tespit edilmiş olup, ardından sırasıyla Kafein (34.42-43.89 mg/g), EGC (22.0-41.15 mg/g), EC (9.72-22.57 mg/g), GC (1.92-17.15 mg/g) ve C (0.06-0.91 mg/g) bileşikleri onu izlemiştir. Çay tomurcuklarında ise miktar bakımından en fazla EGCG (37.20-92.45 mg/g) tespit edilmiş olup, ardından sırasıyla Kafein (33.02-68.30 mg/g), EGC (16.77-27.72 mg/g), GC (0.86-19.26 mg/g), EC (10.33-18.78 mg/g) ve C (0.36-3.87 mg/g) bileşikleri onu izlemiştir. Araştırma bulgularımız ile daha önce çay kafein ve kateşinlerin tayin edildiği çalışmalarla genel olarak uyum sağlamaktadır (Burana-Osot ve Yanpaisan, 2012, Chebbi, 2022).

Goto vd., (1996), yeşil çayda yapmış oldukları araştırmada kafein %3.07-3.87 epikateşin (EC) %0.45-1.11, epigallokateşin (EGC) %1.64-4.39 ve epigallokateşin gallat (EGCG) %5.94-9.26 değerlerini elde etmişlerdir. Karori ve ark. (2014), Kenya yeşil çay örneklerinde yapılan araştırmada EGCG %2.58-6.625, EGC %1.490-6.255, EC %0.845-3.280 ve C %0.320-2.690 değerleri arasında sonuçlara ulaşılmıştır. Burana-Osot ve Yanpaisan (2012), yapmış oldukları araştırmada ise kafein içeriği kuru çay örneğinde 5.81-27.62 mg/g değerleri arasında değişkenlik gösterirken, epigallokateşin gallat 5.19-58.21 mg/g, epigallokateşin 2.80-52.48 mg/g, epikateşin 0.74-11.58 mg/g, epikateşin gallat 1.01-16.45 mg/g ve kateşin 0.09-6.10 mg/g miktarlarda tespit edilmiştir. Sağlam ve Türkyilmaz (2007) tarafından siyah çay, yeşil çay ve beyaz çay çeşitlerine yapılan çalışmada epigallokateşin %0.040-4.212, kateşin %0.000-0.115, epigallokateşin gallat %0.096-9.154, epikateşin %0.091-0.920 ve kafein %1.718-3.640 değerleri arasında belirlenmiştir. Özdemir vd., (2006), yeşil çay yaprağında kafein miktarını 1.640-2.145 g/100g aralığında belirlenirken, kateşin bileşikleri içerisinde EGCG (4.510-7.310 g/100g) en yüksek miktarda belirlenmiş ve bunu sırasıyla EGC (1.290-2.385 g/100g), EC (0.350-0.795 g/100g) ve C (0.370-0.520 g/100g) bileşikleri takip etmiştir. Lin vd., (1996), çalışmasında genç yaprak, yaşlı yaprak ve gövdesinde yapılan analizlere göre sırasıyla EGCG bileşiği %2.83, %1.02 ve %0.32, EGC bileşiği %1.29, %0.84, %0.38, EC bileşiği %0.44, %0.28, %0.20 ve C bileşiği %0.14, %0.07, %0.03 olarak tespit edilmiştir. Chebbi (2022)

yapmış olduğu çalışmada yeşil çayların bireysel fenolik bileşik miktarları (mg/g KM) Taze çay yaprağında; EGC $17,47 \pm 1,39$ EGCG $57,52 \pm 0,43$ ECG $8,67 \pm 0,76$ olarak elde edilirken Yeşil çay 1 numunesinden; EGC $8,27 \pm 0,10$ EGCG $14,14 \pm 0,92$ ECG $1,48 \pm 0,07$, Yeşil çay 2 numunesinden; EGC $25,41 \pm 1,22$ EGCG $46,94 \pm 2,70$ ECG $3,73 \pm 0,01$ olarak elde edilmiştir. Khokhar (1997), çalışmasında Çin yeşil çayında EGC 163 mg/l, EC 47 mg/l, EGCG 263 mg/l ve ECG 44 mg/l şeklinde gözlenirken, Japon yeşil çayında ise EGC 287 mg/l, EC 94 mg/l, EGCG 408 mg/l ve ECG 59 mg/l olarak bulunmuştur.

Luximon-Ramma vd., (2005) yapmış oldukları çalışmada tomurcuk içeren taze çay yaprağında kateşin $2.64 \mu\text{g/g}$, epikateşin $17.02 \mu\text{g/g}$, epigallokateşin $15.07 \mu\text{g/g}$ ve epigallokateşin gallat $25.38 \mu\text{g/g}$ düzeylerinde içerdiği bildirilmiştir. Obanda vd., (1997), çalışmasında iki yaprak ve bir tomurcuğu temsil edecek şekilde aldıkları örneklerde Epigallokateşin $78.10\text{--}269.30 \mu\text{mol/g dm}$, kateşin $0.03\text{--}47.20 \mu\text{mol/g dm}$, epikateşin $36.20\text{--}57.90 \mu\text{mol/g dm}$, epigallokateşin gallat $132.30\text{--}256.60 \mu\text{mol/g dm}$ ve kafein $27.6\text{--}45.1 \text{ g/kg dm}$ değerleri arasında belirlenmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz kafein ve kateşin bileşiklerine ait değerler daha önce yapılan araştırma sonuçlarında belirtilen aralıklar ile genel olarak uyumlu bulunmuştur. Ancak bazı araştırmalarda kafein değerlerinde benzerlik gözlenmezken kateşin değerlerinde benzerlik gözlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada iki farklı numune tahininden birincisinde EGC ve EGCG değerlerinde uyum bulunamazken alınan ikinci numunede bulunan EGC ve EGCG değerlerinde ise uyum gözlenmiştir. (Chebbi, 2022, Burana-Osot ve Yanpaisan, 2012). Yapılan araştırmalarda gözlenen verilerle çalışmamızda elde edilen verilerin uyuşmaması yeşil çaydaki kafein ve kateşinlerin çayın türüne, yetiştirme koşullarına, hasat zamanına, depolama şartlarına gibi birçok nedenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Alikılıç, D. (2016). Çay'ın Karadeniz Bölgesi İçin Önemi ve Tarihi Seyri. *Journal of Black Sea Studies*, 21, 269-280.
- Anonim, (2016). Çay raporu 2015.
https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=25738&tipi=
- Ashihara, H., Deng, W. W., Mullen, W. and Crozier, A. (2010). Distribution and biosynthesis of flavan-3-ols in *Camellia sinensis* seedlings and expression of genes encoding biosynthetic enzymes. *Phytochemistry*, 71(5-6), 559-566.
<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.01.010>
- Astill, C., Birch, M.R., Dacombe, C., Humphrey, P.G., Martin, P.T., (2001). Factors affecting the caffeine and polyphenol contents of black and green tea infusions. *J. Agric. Food Chem.* 49: 5340-5347.
- Atalay, D. and Erge, H. S. (2017). Beyaz, Yeşil ve Siyah Çayların (*Camellia Sinensis*) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 42 (5), 494-504.
- Avcı N., (2006). *Mikrodalga teknolojisi ile üretilen yeşil ve siyah çaylarda toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik madde miktarlarının incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Balcı Torun, F., Özdemir, K. S., Mavuş, R. and Torun, M. (2021). Siyah Çay Üretim Atıklarından Konsantre Çay Ekstraktı Üretiminde Krema Oluşum Koşullarının ve Bileşiminin Belirlenmesi. *Gıda*, 46(2), 339-350
<https://doi.org/10.15237/gida.GD20145>
- Balci F, Özdemir F (2016). Influence of shooting period and extraction conditions on bioactive compounds in Turkish green tea. *Food Sci Technol (Campinas)* 36: 737-743.
- Benzie, I.F.F., Szeto, Y.T. (1999). Total Antioxidant Capacity of Teas By The Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay. *J Agric Food Chem.* 64: 633-636.
- Burana-Osot, J., and Yanpaisan, W. (2012). Catechins and caffeine contents of green tea commercialized in Thailand. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*. 22(17), 1-7.
- Cabrera C, Artacho R, Gimenez R. (2006). Beneficial effects of green tea-a review. *J Am Col Nutr* 25(2): 79-99.
- Carloni, P., Tiano, L., Padella, L., Bacchetti, T., Customu, C., Kay, A. and Damiani, E. (2013) Antioxidant Activity of White, Green and Black Tea Obtained from

the Same Tea Cultivar. *Food Research International*, 53, 900-908.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.057>

Chebby, H., (2022). *Farklı hasat döneminde toplanmış taze çay yaprağının biyhoaktif bileşiklerinin optimize edilerek belirlenmesi ve in-vitro biyoerişebilirliğinin araştırılması*. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Chen, D.Y. Shen and J.F. Yin, (2011). Effects of chemical components on the amount of green tea cream. *Agr. Sci. China*, 10(6): 969-974.

Cooper, R., Morré, D. J. and Morré, 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.
<https://doi.org/10.1089/acm.2005.11.521>

Çelik, F., (2006). “Çay (*Camellia sinensis*); içeriği, sağlık üzerindeki koruyucu etkisi ve önerilen tüketimi”. *Türkiye Klinikleri Journal Medical Science* 26: 642-648.

Damiani, E., Bacchetti, T., Padella, L., Tiano, L. and 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.

Deka, H., Barman, T., Dutta, J., Devi, A., Tamuly, P., Kumar Paul, R. and Karak, T. (2021). Catechin and caffeine content of tea (*Camellia sinensis* L.) leaf significantly differ with seasonal variation: A study on popular cultivars in North East India. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103684.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103684>

Elmas, C., ve Gezer, C. (2019). Çay bitkisinin (*Camellia sinensis*) bileşimi ve sağlık etkileri. *Akademik Gıda*, 17(3), 417-428.
<https://doi.org/10.24323/akademik.gida.647733>

Fisunoğlu, M., Besle, H., T. (2012) *Çay ve Sağlık İlişkisi*. Sağlık Bakanlığı Yayın No 727(2).

Goto, T., vd. (1996). Simultaneous analysis of individual catechins and caffeine in green tea. *Journal of Chromatography A*. 749(1-2), 295-299

Gübür, S. (2015). *Basit Karbonhidrat İçeriği Yüksek Diyetle Beslenen Sıçanlarda Yeşil Çayın Antioksidan Etkisinin İncelenmesi*. Doktora Tezi, Başkent Üniversitesi

Güzeldir, K. (2015). *Yeşil Çayın (Camellia sinensis (L.) Kuntze) Fitoterapideki Yeri ve Önemi*. Yüksek Lisans Tezi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Gazi Üniversitesi. Ankara.

- Hayat, K., Iqbal, H., Malik, U., Bilal, U. and Mushtaq, S. (2015). Tea and its consumption: benefits and risks. *Critical Reviews Food Science Nutrition*, 55(7), 939-54. <https://doi.org/10.1080/10408390903586412>
- Hirata, K., Kenei, S., Hiroyuki, W., Ryo, O., Koutaro, T., Minoru, Y. and Shunichi, H., Junichi, Y. (2004). Black tea increases coronary flow velocity reserve in healthy male subjects. *American Journal of Cardiology*, 93, 384-88. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2004.02.035>
- Jung, M. H., Seong, P. N., Kim, M. H., Myong, N. H., & Chang, M. J. (2013). Effect of green tea extract microencapsulation on hypertriglyceridemia and cardiovascular tissues in high fructose-fed rats. *Nutrition research and practice*, 7(5), 366-372.
- Kaçar, B. (2010) *Çay-çay bitkisi, biyokimyası, gübrelenmesi, işleme teknolojisi*, Ankara: Nobel yayın.
- Kadiroğlu, P. and Dıblan, S. (2017). Comparison of Bioactive and Antimicrobial Properties of Black and Green Teas. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32 (1), 13-18.
- Khokhar, S., Magnusdottir, S.G.M., (2002). Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. *J. Agric.Food Chem.* 50: 565-570.
- Khokhar, S., Venema, D., Hollman, P. C. H., Dekker, M. and Jongen, W. (1997). A RP-HPLC method for the determination of tea catechins. *Cancer Letters*, 114, 171-172.
- 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
- 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.
- Lee, A. H., Su, D., Pasalich, M. and Binns, C. W. (2013). Tea consumption reduces ovarian cancer risk. *Cancer Epidemiology*, 37 (1), 54-59. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2012.10.003>
- Liang YR, Lu JL and Zhang LY (2002). Comparative Study Of Cream In Infusions Of Black Tea and Green Tea [*Camellia Sinensis* (L.) O. Kuntze]. *J Food Sci Technol.*, 37: 627-634
- Lin, Y.-L., vd. (1996). Composition of polyphenols in fresh tea leaves and associations of their oxygen-radical-absorbing capacity with antiproliferative actions in fibroblast cells. *Journal of agricultural and food chemistry*. 44(6), 1387-1394

- 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.
- Lorenzo, J. M., Eduardo, P. and Munekata, S. (2016). Phenolic compounds of green tea: health benefits and technological application in food. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(8), 709-719. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.06.010>
- Luo, Ç., Zhang, J., Li, B.H., Wu, T. D., Geng, D., Corke, H., Wei, X., Gan, R. (2020). Green extraction of antioxidant polyphenols from green tea (*Camellia sinensis*) 9 (9) 785.
- Luximon-Ramma, A., vd. (2005). Characterization of the antioxidant functions of flavonoids and proanthocyanidins in Mauritian black teas. *Food Research International*. 38(4), 357-367.
- Miura, Y., Chiba, T., Tomita, I., Koizumi, H., Miura, S., Umegaki, K., Hara, Y., Ikeda, M., Tomita, T. (2001). Tea catechins prevent the development of atherosclerosis in apoprotein e-deficient mice. *Biochemical and Molecular Action of Nutrients*, 131, 27-32. <https://doi.org/10.1093/jn/131.1.27>
- Nechuta, S., Shu, X. O., Li, H. L., Yang, G., Ji, B. T., Xiang, Y. B., Cai, H., Chow, W. H., Gao, Y. T. and Zheng, W. (2012). Prospective cohort study of tea consumption and risk of digestive system cancers: results from the shanghai women's health study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(5), 1056- 1063. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.031419>
- Nishitani, E., Sagesaka, Y. M., (2004). Simultaneous determination of catechins caffeine and other phenolic compounds in tea using new HPLC method. *J. Food Comp. Anal.* 17: 675-685.
- Obanda, M., Owuor, P. O. and Taylor, S. J. (1997). Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of kenyan black teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74(2), 209–215. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0010\(199706\)74:2<209::aid-jsfa7](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0010(199706)74:2<209::aid-jsfa7)
- Özdemir, F., vd. (2006). *Yaş çay ve işlenmiş farklı sınıf çayların sürgün dönemi ve rakıma bağlı olarak polifenolik madde değişimi* [TÜBİTAK-TOGTAG Proje Sonuç Raporu No:3286, (Basılmamış)].
- Pandey, K.B. and Rizvi, S.I. (2009) Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2, 270-278. <https://doi.org/10.4161/oxim.2.5.9498>.
- Rains, T.M., Agarwal, S. and Maki, K.C., (2011). Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 22(1), 1-7.
- Rashidinejad, A., Boostani, S., Babazadeh, A., Rehman, A., Rezaei, A., Akbari,, Alavijeh, S., Shaddel, R., and Jafari, S. M. (2021). Opportunities and

challenges for the nanodelivery of green tea catechins in functional foods. *Food Research International*, 142, 110186. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110186>

- Rhodes, L. E., Darby, G., Massey, K. A., Clarke, K. A., Dew, T. P., Farrar, M. D., Bennett, S., Watson, R. E. B., Williamson, G. and Nicolaou, A. (2013). Oral green tea catechin metabolites are incorporated into human skin and protect against UV radiation-induced cutaneous inflammation in association with reduced production of pro-inflammatory eicosanoid 12-hydroxyeicosatetraenoic acid. *British Journal of Nutrition*, 110(5), 891–900. <https://doi.org/10.1017/S0007114512>
- Sağlam, N., Türkyılmaz, K. (2007). *Ticari olarak piyasada satılan Türk ve yabancı kökenli çayların bazı fenolik madde ve kafein içeriklerinin belirlenmesi*. Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Rize.
- Saravanan, M., Maria John, K. M., Raj Kumar, R., Pius, P. K., Sasikumar, R., (2005). Genetic diversity of UPASI tea clones (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) on the basis of total catechins and their fractions. *Phytochem.* 66: 561-56
- Siripatrawan, U. ve Harte, B.R. (2010). Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food Hydrocolloids*, 24, 770–775.
- 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.
- Tosun, İ. ve Karadeniz, B. (2005). Çay ve Çay Fenoliklerinin Antioksidan Aktivitesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 78-83.
- Turkmen, N., Sarı, F. and Velioglu, Y. S. (2009). Factors Affecting Polyphenol Content and Composition of Fresh and Processed Tea Leaves. *Akademik Gıda*, 7(6), 29-40
- Türkmen N., (2007). *Farklı Sınıf Çaylarda Kıvırma Proseslerinin ve Değişik Hasat Dönemlerinin Çayın Fenolik Madde ve Alkaloid Bileşimine Etkisi*. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Ünalın, D. (2022). *Yeşil çay yaprağından fenolik maddelerin box-behnken deneme deseni kullanılarak ekstraksiyonu ve çay polifenollerıyla zenginleştirilmiş kraker üretiminin araştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- Üstün, Ç.a ve Demirci, N. (2013). Çay Bitkisinin (*Camellia Sinensis* L.) Tarihsel Gelişimi ve Tıbbi Açından Değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 3(3), 5-12.

- Vadim, I. R., Waheed, M., Kalinovsky, T., Aleksandra, N. and Matthias, R. (2007). AntiAtherogenic effects of a mixture of ascorbic acid, lysine, proline, arginine, 85 cysteine, and green tea phenolics in human aortic smooth muscle cells. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 49(3), 140-145. <https://doi.org/10.1097/FJC.0b013e3180308489>
- Wang, J., Zhang, W., Sun, L., Yu, H., Ni, Q. X., Risch, H. A. and Gao, Y. T. (2012). Green tea drinking and risk of pancreatic cancer: a large-scale, population-based case-control study in urban shanghai. *Cancer Epidemiology*, 36(6), 354-358. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2012.08.004>
- Wolfram, S., Wang, Y. and Thielecke, F. (2006). Anti obesity effects of green tea: from bedside to bench. *Molecular Nutrition Food Research*, 50, 176-87. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200500102>
- Wright, L. P., Mphangwe, N. I. K., Nyirenda, H. E. and Apostolides, Z., (2000). Analysis of the theaflavin composition in black tea (*Camellia sinensis*) for predicting the quality of tea produced in Central and Southern Africa. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(13), 1823-1830. <https://doi.org/10.1002/js>
- Xu P, Chen H, Wang YQi, D., (2012). Hochstetter, Zhou T, and Wang YF. Oral Administration of Puerh Tea Polysaccharides Lowers Blood Glucose Levels and Enhances Antioxidant Status in Alloxan-Induced Diabetic Mice. *Journal of Food Science*. 77(11): H246-H256.
- Xu, N., Chen, Z., (2002). Green tea, black tea and semi-fermented tea. In: *Tea: Bioactivity and Therapeutic Potential*. pp. 35-57. Zhen, Y., Eds., Boca Raton, FL, USA.
- Yang, Y., Lu, F., Wu, J., Wu, C. and Chang, C. (2004). The protective effect of habitual tea consumption on hypertension. *Archives of Internal Medicine*, 164, 1534-40. <https://doi.org/10.1001/archinte.164.14.1534>
- Yılmaz, C., Konuş, M., Fidan, C., Ergin, D., Çetin, D., Dilek, Z., Akbaş, Y., Çiçek, N., Sultanoğlu, M. ve Elasan, E. (2021). Su Kalitesi ve Demleme Şeklinin Bitkisel Çaylarda Toplam Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(5), 921-929. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.834691>
- Yoshida, Y., Kiso, M., Goto, T., (1999). Efficiency of the extraction of catechins from green tea. *Food Chem*. 67: 429-433.
- Zhang, H., Qi, R. and Mine, Y. (2019). The impact of oolong and black tea polyphenols on human health. *Food Bioscience*, 29, 55-61. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.03.009>
- Zheng, X. Q., Nie, Y., Gao, Y., Huang, B., Ye, J. H., Lu, J. L. and Liang, Y. R., (2018). Screening the cultivar and processing factors based on the flavonoid

profiles of dry teas using principal component analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, 67, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.016>

Zhong, L., Furne, J. K. and Levitt, M. D. (2006). An extract of black, green, and mulberry teas causes malabsorption of carbohydrate but not of triacylglycerol in healthy volunteers. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(3), 551-5. <https://doi.org/10.1093/ajcn/84.3.551>

