



**T. C.**

**ORDU ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇAY (*Camellia sinensis* L.)’DA ORGANİK GÜBRELERİN  
VERİM, KALİTE KRİTERLERİ VE ANTİOKSİDAN  
AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİLERİ**

**AYSEL ÖZCAN AYKUTLU**

**DOKTORA TEZİ**

**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**ORDU 2023**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Aysel ÖZCAN AYKUTLU

**Bu tez, Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı (DOKAP) tarafından finanse edilen "Organik Gübrelerin Çay Bitkisinde Verim ve Tıbbi Öneme Sahip Parametreler Üzerinde Etkisinin Araştırılması" isimli proje ile desteklenmiştir.**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

### ÇAY (*Camellia sinensis* L.)’DA ORGANİK GÜBRELERİN VERİM, KALİTE KRİTERLERİ VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Aysel ÖZCAN AYKUTLU

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ, 191 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Şevket Metin KARA)

Son yıllarda, kimyasal gübrelerin çevre, doğal kaynakların sürdürülebilirliği ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinden dolayı inorganik gübrelere alternatif olarak organik gübre kullanımı dünya genelinde giderek artmaktadır. Bu bağlamda, organik gübrelerin çayda verim ve kalite kriterleri üzerine etkilerinin belirlenmesi son derece önem arz etmektedir. Bu çalışma, çay (*Camellia sinensis* L.) bitkisinde farklı organik gübrelerin yaş yaprak verimi, toplam fenolik madde, kafein ve kateşin bileşikleri, antioksidan aktivite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, farklı rakımlardaki üç lokasyonda (Pazar, Musadağı ve Ortapazar) kurulan deneme alanlarında iki yıl yürütülmüştür. Çalışmada çay üretiminde geleneksel olarak kullanılan inorganik gübrenin (25-5-10) yanı sıra 3 adet katı organik gübre (K1, K2 ve K3), 2 adet sıvı organik gübre (S1 ve S2) ve 1 adet sıvı+katı organik gübre (S+K) kombinasyonu uygulanmış ve taze çay yaprakları üç sürgün döneminde (mayıs-haziran, 1. hasat; temmuz-ağustos, 2. hasat ve eylül-ekim, 3. hasat) hasat edilmiştir. Denemelerde, sürgün dönemi bazında ve toplam olarak yaş çay yaprak verimleri belirlenmiş, taze çay yapraklarında toplam fenolik madde, kafein ve kateşin bileşikleri, antioksidan aktivite analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçları, yaş yaprak veriminde, kontrole kıyasla inorganik gübrede %100’e ve katı organik gübrelerde %74’e varan oranlarda artışlar olduğunu ortaya koymuştur. Sıvı organik gübrelerin ve sıvı+katı organik gübre kombinasyonunun yaş yaprak verimi üzerine etkisi genellikle kontrolden farksızdır. Çay yapraklarının kafein içeriğinde, inorganik gübre ve katı organik gübre uygulamalarında %29 civarında artış kaydedilmiştir. Genel olarak, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve kateşin bileşiklerinde en fazla artış sıvı+katı organik gübre kombinasyonunda gerçekleşmiştir. Hasat dönemlerine, rakıma ve yıllara bağlı olarak farklı form ve içerikteki organik gübrelerin yaş yaprak verimi, kalite kriterleri ve antioksidan aktivite üzerine etkisi değişiklik göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kafein, Kateşin, Organik Gübre, Sürgün Dönemleri, Toplam Fenolik Madde, Vermikompost, Yarasa Gübresi, Yaş Yaprak Verimi

## ABSTRACT

### EFFECTS OF ORGANIC FERTILIZERS ON YIELD, QUALITY CRITERIA AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN TEA (*Camellia sinensis* L.)

Aysel ÖZCAN AYKUTLU

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES

FIELD CROPS

PHD THESIS, 191 PAGES

(SUPERVISOR: Prof. Dr. Şevket Metin KARA)

In recent years, the use of organic fertilizers, as an alternative to inorganic fertilizers, has been increasing worldwide due to the negative effects of chemical fertilizers on the environment, sustainability of natural resources and human health. In this context, the determination of the effects of organic fertilizers on yield and quality criteria in tea is extremely important. This study was conducted to determine the effects of different organic fertilizers on fresh leaf yield, total phenolic substances, caffeine and catechin compounds, and antioxidant activity in tea (*Camellia sinensis* L.) plant. The two-year research was carried out at three locations (Pazar, Musadağı and Ortapazar) with different altitudes. In the study, in addition to the inorganic fertilizer (25-5-10) traditionally used in tea production, 3 solid organic fertilizers (K1, K2 and K3), 2 liquid organic fertilizers (S1 and S2) and 1 liquid + solid organic fertilizer combination (S+K) were applied and fresh tea leaves were harvested in three shooting periods (may-june, 1st harvest; july-august, 2nd harvest and september-october, 3rd harvest). In the experiments, fresh tea leaf yields were determined based on shooting period and in total annual, and total phenolic substances, caffeine and catechin compounds, and antioxidant activity analyzes were performed in fresh tea leaves. As a result of the research, fresh leaf yield increased by up to 100% with inorganic fertilizer and 74% with solid organic fertilizers compared control with no fertilizer application. The effect of liquid organic fertilizers and the combination of liquid + solid organic fertilizer on fresh leaf yield is generally not different than the control. In terms of caffeine content, an increase of around 29% was recorded in inorganic fertilizers and solid organic fertilizers. In general, total phenolic substances, antioxidant activity and catechin compounds increased the most in the liquid + solid organic fertilizer combination. The effects of organic fertilizers in different form and content on fresh leaf yield, quality criteria and antioxidant activity varied depending on harvest periods, altitude and years.

**Keywords:** Bat Guano, Caffeine, Catechin, Fresh Leaf Yield, Organic Fertilizer, Shooting Periods, Total Phenolic Substance, Vermicompost

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın yürütülmesi ve yazımı esnasında bilgi ve tecrübeleriyle bana rehberlik eden ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen kıymetli danışman hocam Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Şevket Metin KARA'ya, hem akademik hayatım boyunca hem de doktora çalışmamda daima destek ve yardımları ile bana yol gösteren değerli hocam Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Fatih SEYİS'e, değerli vakitlerini ayırarak benimle bilgi ve deneyimlerini paylaşan tez izleme komitesi üyesi değerli hocam Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özbay DEDE'ye teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Çalışma hayatımda göreve başladığım günden bu yana ve tezimin her aşamasında katkılarıyla yanımda olan çalışma arkadaşım Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Emine YURTERİ'ye, doktora tezimin arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden mezun olan öğrencilerimize destekleri için teşekkür ediyorum.

Hayatım boyunca attığım her adımda ve aldığım her kararda yanımda olan, yürüdüğüm bu yolda maddi ve manevi en büyük fedakarlığı gösteren, varlıklarına şükrettiğim canım annem Zahide ÖZCAN, babam Sabri ÖZCAN, anneannem Feride YILDIZ, kardeşlerim H. İbrahim, H. Kübra ve F. Ferdağ ÖZCAN'a, yaşamımı anlamlandıran, sonsuz şükür sebeplerim ve bu süreçteki en büyük güç kaynaklarım sevgili eşim Hammaç Mustafa AYKUTLU ve biricik oğlum Eymen AYKUTLU'ya en içten duygularıyla teşekkür ediyorum.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	I
<b>ÖZET</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	IV
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	V
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	VII
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	VIII
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	XII
<b>EKLER LİSTESİ</b> .....	XIII
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	10
2.1 Çay Hakkında Genel Bilgiler.....	10
2.2 Çay Çeşitleri.....	12
2.2.1 Siyah Çay.....	14
2.2.2 Yeşil Çay.....	14
2.2.3 Oolong Çay.....	15
2.2.4 Beyaz Çay.....	16
2.3 Çayın İşlenmesi.....	16
2.4 Çayın Sağlığa Faydaları.....	18
2.5 Çayın Kimyasal İçeriği.....	20
2.6 Çay Bitkisinde Organik Gübreleme.....	36
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	49
3.1 Materyal.....	49
3.1.1 Deneme Materyali.....	49
3.1.2 Deneme Alanlarının Yeri ve Deneme Süresi.....	49
3.1.3 Deneme Alanlarının Toprak Özellikleri.....	51
3.1.4 Deneme Alanlarının İklim Özellikleri.....	52
3.2 Yöntem.....	55
3.2.1 Arazi Çalışmaları.....	55
3.2.2 Laboratuvar Çalışmaları.....	60
3.2.2.1 Örneklerin Analize Hazırlanması.....	60
3.2.2.2 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini.....	61
3.2.2.2.1 Ekstraksiyon.....	61
3.2.2.2.2 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	62
3.2.2.2.3 FRAP Metodu ile Antioksidan Aktivite Tayini.....	63
3.2.2.3 Kafein ve Fenolik Bileşiklerin HPLC ile Analizi.....	64
3.2.2.3.1 HPLC Analizleri İçin Ekstraksiyon.....	64
3.2.2.3.2 Kateşin (C, EC, EGC, EGCG) ve Kafein Tayini.....	64
- Standart Maddelerin Hazırlanması ve Kalibrasyon.....	66
3.2.3 Verilerin Değerlendirilmesi.....	66
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	67
4.1 Hasat Dönemleri Yaş Yaprak Verimi.....	67
4.2 Toplam Yaş Yaprak Verimi.....	79
4.3 Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	86
4.4 Antioksidan Aktivite.....	96

4.5 Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktiviteye İlişkin Tartışma ...	105
4.6 Kafein Miktarı .....	108
4.7 Kateşin (C) Miktarı .....	118
4.8 Epikateşin (EC) Miktarı .....	127
4.9 Epigallokateşin (EGC) Miktarı .....	136
4.10 Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarı.....	145
4.11 Kafein ve Kateşin (C, EC, EGC ve EGCG) Miktarlarına İlişkin Tartışma .....	154
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>160</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>163</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>182</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ ... .....</b>	<b>186</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 2.1</b>	Farklı Çay Çeşitlerine Ait Üretim Aşamaları .....	17
<b>Şekil 2.2</b>	Çay Yaprağında Bulunan Bazı Önemli Kateşin Bileşiklerinin Molekül Yapıları.....	22
<b>Şekil 3.1</b>	Çay ( <i>C. sinensis</i> L.) Bitkisi Taze Yaprakları (a), Hasat Olgunluğuna Erişen Çay Sürgünleri (b).....	49
<b>Şekil 3.2</b>	Pazar Lokasyonunda Kurulan Denemeden Bir Görünüm .....	50
<b>Şekil 3.3</b>	Musadağı Lokasyonunda Kurulan Denemeden Bir Görünüm .....	50
<b>Şekil 3.4</b>	Ortapazar Lokasyonunda Kurulan Denemeden Bir Görünüm .....	51
<b>Şekil 3.5</b>	Deneme Alanlarında Parselizasyonların Oluşturulması; Pazar Lokasyonu (a), Musadağı Lokasyonu (b), Ortapazar Lokasyonu (c,d).....	56
<b>Şekil 3.6</b>	Sıvı Gübre Hazırlığı (a), Sıvı Gübrelerin Uygulanması (b), Katı Gübrelerin Tartımı (c), Katı Gübre Uygulanması (d).....	58
<b>Şekil 3.7</b>	Çay Yapraklarının Toplanması (a,b) .....	59
<b>Şekil 3.8</b>	Parsellerden Toplanan Taze Çay Yaprakları (a,b).....	59
<b>Şekil 3.9</b>	Hasat Edilen Yaş Çay Yapraklarının Tartımı ve Parsellerdeki Yaprak Ağırlıklarının Kayıt Altına Alınması (a,b).....	60
<b>Şekil 3.10</b>	Çay Yaprağı Örneklerinin Alınması (a), Kese Kağıtları İçerisindeki Bitki Örnekleri (b).....	60
<b>Şekil 3.11</b>	Çay Yapraklarının Kurutulması (a), Kuru Çay Yapraklarının Öğütülmesi (b), Öğütülen Örneklerin Elekten Geçirilmesi (c,d), Toz Haline Getirilmiş Kuru Çay Yaprağı (e), Kilitli Poşetlerde Muhafaza Edilen Çalışma Örnekleri (f,g).....	61
<b>Şekil 3.12</b>	Ekstraksiyon Yapılacak Örneklerin Tartımı (a), Santrifüj Tüplerine Çözücü İlave Edilmesi (b), Ekstraksiyon Esnasında Su Banyosu Aşamasına Ait Görüntü (c), Santrifüjleme İşlemi (d), Ekstraksiyonu Tamamlanan Ekstraktlar (e), Analiz İçin Eppendorf Tüplere Aktarılan Ekstrakt Örnekleri (f).....	62
<b>Şekil 3.13</b>	Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini İçin Hazırlık Aşamaları (a,b,c), Analiz İçin Hazır Hale Getirilen Çalışma Örneklerine Ait Görüntüler (d,e), UV-vis Spektrofotometre Cihazı İle Absorbans Ölçümü ve Sonuçların Hesaplanması (f) .....	63
<b>Şekil 3.14</b>	Ekstraksiyon Yapılacak Örneklerin Tartılması (a), Ekstraksiyon İşlemine Ait Görüntü (b), Ekstraksiyonu Tamamlanan Karışımların Filtre Kağıdı İle Süzülmesi (c), Ekstraksiyon Sonrası Ekstrelerin Görüntüsü (d).....	64
<b>Şekil 3.15</b>	Kafein ve Kateşin Bileşiklerinin Tayini İçin HPLC Cihazına Yerleştirilen Örnekler (a), Analizlerin Gerçekleştirildiği HPLC Cihazlarına Ait Görüntü (b), HPLC Cihazına Enjeksiyon Verme Aşaması (c), HPLC Analiz Sonuçlarının Raporlanması (d).....	65



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 2.1</b>	Genç Çay Sürgününün Kimyasal Bileşimi ..... 20
<b>Çizelge 3.1</b>	Deneme Alanlarının Toprak Özellikleri ..... 52
<b>Çizelge 3.2</b>	Denemenin Yürütüldüğü Rize İlinin Pazar İlçesine Ait İklim Verileri... ..... 53
<b>Çizelge 3.3</b>	Denemenin Yürütüldüğü Rize İlinin Musadağı İlçesine Ait İklim Verileri..... 54
<b>Çizelge 3.4</b>	Denemenin Yürütüldüğü Rize İlinin Ortapazar İlçesine Ait İklim Verileri..... 55
<b>Çizelge 3.5</b>	Çalışmanın Yürütüldüğü Deneme Alanlarındaki Çay Bitkisine Uygulanan Gübrelere İlişkin Genel Bilgiler..... 57
<b>Çizelge 3.6</b>	Gübre Uygulamaları Sonrasında Deneme Alanlarında Gerçekleştirilen Hasat İşlemlerine Ait Tarihler ..... 59
<b>Çizelge 3.7</b>	HPLC Çalışma Koşulu ve Gradient Elusyon Programı..... 65
<b>Çizelge 3.8</b>	Kullanılan Standart Maddeler ve Ara Stok Çözeltilerin Konsantrasyonları..... 66
<b>Çizelge 4.1</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi ..... 67
<b>Çizelge 4.2</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimleri (kg/da) ..... 69
<b>Çizelge 4.3</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi ..... 70
<b>Çizelge 4.4</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimleri (kg/da) ..... 72
<b>Çizelge 4.5</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi ..... 73
<b>Çizelge 4.6</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimleri (kg/da) ..... 75
<b>Çizelge 4.7</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi ..... 80
<b>Çizelge 4.8</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimleri (kg/da) ..... 81
<b>Çizelge 4.9</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi ..... 82

<b>Çizelge 4.10</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimleri (kg/da).....	83
<b>Çizelge 4.11</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi .....	84
<b>Çizelge 4.12</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimleri (kg/da).....	85
<b>Çizelge 4.13</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Varyans Analizi .....	87
<b>Çizelge 4.14</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarları (mg GAE/g) .....	89
<b>Çizelge 4.15</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Varyans Analizi .....	90
<b>Çizelge 4.16</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarları (mg GAE/g) .....	92
<b>Çizelge 4.17</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Varyans Analizi .....	93
<b>Çizelge 4.18</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarları (mg GAE/g) .....	95
<b>Çizelge 4.19</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Antioksidan Aktivitelerin Varyans Analizi .....	96
<b>Çizelge 4.20</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprakların Antioksidan Aktiviteleri ( $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) .....	98
<b>Çizelge 4.21</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Antioksidan Aktivitelerin Varyans Analizi .....	99
<b>Çizelge 4.22</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprakların Antioksidan Aktiviteleri ( $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) .....	101
<b>Çizelge 4.23</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Antioksidan Aktivitelerin Varyans Analizi .....	102
<b>Çizelge 4.24</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprakların Antioksidan Aktiviteleri ( $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) .....	104

<b>Çizelge 4.25</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarlarının Varyans Analizi.....	109
<b>Çizelge 4.26</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarları (mg/g) .....	111
<b>Çizelge 4.27</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarlarının Varyans Analizi.....	112
<b>Çizelge 4.28</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarları (mg/g) .....	114
<b>Çizelge 4.29</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarının Varyans Analizi .....	115
<b>Çizelge 4.30</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarları (mg/g) .....	117
<b>Çizelge 4.31</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarlarının Varyans Analizi .....	118
<b>Çizelge 4.32</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarları (mg/g).....	120
<b>Çizelge 4.33</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarının Varyans Analizi .....	121
<b>Çizelge 4.34</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarları (mg/g).....	123
<b>Çizelge 4.35</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarının Varyans Analizi .....	124
<b>Çizelge 4.36</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarları (mg/g).....	126
<b>Çizelge 4.37</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarlarının Varyans Analizi .....	127
<b>Çizelge 4.38</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarları (mg/g) .....	129
<b>Çizelge 4.39</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarlarının Varyans Analizi .....	130
<b>Çizelge 4.40</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarları (mg/g) .....	132

<b>Çizelge 4.41</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarlarının Varyans Analizi .....	133
<b>Çizelge 4.42</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarları (mg/g) .....	135
<b>Çizelge 4.43</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarlarının Varyans Analizi .....	136
<b>Çizelge 4.44</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarları (mg/g) .....	138
<b>Çizelge 4.45</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarlarının Varyans Analizi .....	139
<b>Çizelge 4.46</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarları (mg/g).....	141
<b>Çizelge 4.47</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarlarının Varyans Analizi .....	142
<b>Çizelge 4.48</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarları (mg/g).....	144
<b>Çizelge 4.49</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarlarının Varyans Analizi .....	145
<b>Çizelge 4.50</b>	Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarları (mg/g).....	147
<b>Çizelge 4.51</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarlarının Varyans Analizi .....	148
<b>Çizelge 4.52</b>	Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarları (mg/g)...	150
<b>Çizelge 4.53</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarlarının Varyans Analizi .....	151
<b>Çizelge 4.54</b>	Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarları (mg/g)...	153

## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

---

<b>%</b>	: Yüzde
<b>°C</b>	: Derece Santigrat
<b>C</b>	: (+)-Kateşin
<b>da</b>	: Dekar
<b>dk</b>	: Dakika
<b>dw</b>	: Kuru ağırlık
<b>EC</b>	: (-)-Epikateşin
<b>EGC</b>	: (-)-Epigallokateşin
<b>EGCG</b>	: (-)-Epigallokateşin gallat
<b>FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O</b>	: Demir üç klorür hekzahidrat
<b>FeSO<sub>4</sub></b>	: Demir (II) sülfat
<b>FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O</b>	: Demir sülfat heptahidrat
<b>FRAP</b>	: Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (Ferric Reducing Ability of Plasma)
<b>g</b>	: Gram
<b>GAE</b>	: Gallik Asit Eşdeğeri
<b>HCl</b>	: Hidroklorik Asit
<b>HPLC</b>	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (High Liquid Pressure Chromatography)
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>K.O.</b>	: Kareler Ortalaması
<b>K.T.</b>	: Kareler Toplamı
<b>l</b>	: Litre
<b>m<sup>2</sup></b>	: Metrekare
<b>m</b>	: Metre
<b>M</b>	: Molar
<b>maks</b>	: Maksimum
<b>min</b>	: Minimum
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>mM</b>	: Milimolar
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>N</b>	: Normalite
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	: Sodyum karbonat
<b>nm</b>	: Nanometre
<b>Ort</b>	: Ortalama
<b>pH</b>	: Hidrojenin Gücü
<b>rpm</b>	: Dakikadaki devir sayısı
<b>SD</b>	: Serbestlik derecesi
<b>TPTZ</b>	: 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine
<b>UV-Vis Spektrofotometre</b>	: Ultraviyole Görünür Spektrofotometri (Ultraviyole Visible Spectrophotometers)
<b>v/v</b>	: Hacimce yüzde
<b>µl</b>	: Mikrolitre
<b>µM</b>	: Mikromolar

---

## EKLER LİSTESİ

### Sayfa

<b>EK 1:</b> Taze ay yaprağı rneklarine ait HPLC kromatogramları .....	183
--	-----

## 1. GİRİŞ

Çay bitkisi (*Camellia sinensis*, (L) O. Kuntze); tropik ve subtropik iklime sahip birçok ülkede yetiştirilen, *Theaceae* familyasının *Camellia* cinsine ait çok yıllık, her dem taze ve ekonomik açıdan oldukça önemli bir tarım ürünüdür (Elliot ve Whitehead, 1996; Zuo ve ark., 2002). Doğada normal şartlar altında orta büyüklükte bir ağaç formuna ulaşması mümkün iken, yetiştiriciliği esnasında maksimum genç sürgün elde edebilmek amacıyla budandığından kısa boylu çalimsı form almaktadır (Hajra, 2001).

Çay bitkisinin yaprak ve tomurcuklarının toplanıp işlenmesiyle elde edilen bir ürün olan çay, dünyada sudan sonra en fazla tüketilen içecek konumundadır (Chang ve ark., 2000; Suteerapataranon ve ark., 2009; Onduru ve ark., 2012). Çay bitkisinin taze yapraklarından farklı işleme yöntemleri uygulanarak elde edilen siyah çay, yeşil çay, oolong çay, beyaz çay ve pu-erh çay gibi çay çeşitleri birbirinden görünüşleri, tatları, kimyasal içerikleri ve aromaları bakımından farklılık göstermektedirler (Owuor, 2001; Salman ve Özdemir, 2018). Bunlar içerisinde en çok bilinen ve yaygın olarak tüketilen çaylar siyah çay ve yeşil çay olup, dünyada üretilen çayın yaklaşık olarak %76'sını siyah çay, %22'sini yeşil çay oluşturmaktadır (Trevisanato ve Kim, 2000; Carloni ve ark., 2013).

Dünya'da çay bitkisinin Hindistan, Çin, Sri Lanka, Japonya, Kenya ve Türkiye başta olmak üzere 30 civarında ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır (Cabrera ve ark., 2006; Seyis ve ark., 2018). Siyah çay Güneydoğu Asya, Afrika, Hindistan ve Avrupa ülkeleri başta olmak üzere dünya genelinde yaygın olarak tüketilirken, yeşil çay tüketiminin başta Çin ve Japonya olmak üzere Uzakdoğu ülkelerinde daha fazla olduğu görülmektedir (Williges, 2004; Sumpio ve ark., 2006).

Çay, Türkiye'de 1600'lü yıllarda içecek olarak tüketilmeye başlamış ise de yetiştiriciliği için gösterilen birkaç teşebbüsün ardından ekonomik anlamda ilk üretimi 1938 yılında gerçekleştirilmiştir (Özdemir, 1992; Horuz ve Korkmaz, 2006). Günümüzde özellikle çay bitkisinin isteklerini karşılayabilecek ideal iklim koşullarına sahip Rize ili başta olmak üzere, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Gürcistan sınırından Fatsa'ya kadar uzanan alan içerisinde çay yetiştiriciliği yapılmaktadır (Kacar, 1992; Yurteri ve ark., 2019).

Kendine özgü aroması ve tadı ile dünyada en fazla talep edilen içeceklerden biri olan çayın polifenoller ve alkaloidler gibi maddeler barındıran biyokimyasal içeriği uzun yıllardır araştırılmaktadır. Taze çay yaprağı, yaprağın olgunluğuna bağlı olarak değişmekle beraber, önemli bir alkaloid olan kafeinin yanı sıra polifenol yapısındaki kateşin (C), epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC), epikateşingallat (ECG) ve epigallokateşingallat (EGCG) bileşiklerini içermektedir (Hour ve ark., 1999; Chan ve ark., 2007).

Çay, içerisindeki fenolik bileşik yapısında olan kateşinler sayesinde kuvvetli antioksidan özellik göstermektedir (Cao ve ark., 1996; Shimizu ve ark., 2011). Siyah ve yeşil çayda kalitenin belirlenmesi için değerli kriterlerden biri olan alkaloidlerin en önemlileri arasında yer alan kafein (Sharma ve ark., 2005), kas gevşetici ve uyarıcı gibi etkilerinden dolayı ilaç sanayinde kullanılmaktadır (Tabak, 2017).

Çayın insan sağlığı üzerine olumlu etkileri bağışıklık sistemini güçlendirici (Sharangi, 2009), antiviral (Song ve ark., 2005; Butler ve Wu, 2011), antioksidan (Sarica ve Diktaş, 2008) antibakteriyel (An ve ark., 2004), antikarsinogenik (Han ve ark., 1997; Katiyar ve Mukhtar, 1997; Bertolini ve ark., 2000; Weisburger ve Chung, 2002), antifungal (Mishra ve ark., 2013) ve kardiyovasküler riskleri düşürücü (Vita, 2003; Cooper ve ark., 2005) özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Çayın biyokimyasal içeriği üzerine bitkinin yaşı ve çeşit seçimi gibi bitkisel özellikler ile sıcaklık, güneşlenme, yağış, rakım gibi çevresel etmenler ve gübreleme, hasat zamanı, hasat sayısı ve sürgün dönemleri arasında geçen süre gibi bazı kültürel uygulamalar önemli etkilere sahiptir (Luczaj ve Skrzydlewska, 2005; Mokaya ve ark., 2018).

Çay yetiştiriciliği yapılan farklı ülkelerde, ekolojik faktörlere bağlı olarak yıl içerisinde çay toplama işlemi dokuz ila on bir ay boyunca sürmekte iken Türkiye’de çay yaprağı hasadı mayıs ayı ile ekim ayını kapsayan periyotta genellikle üç, bazı senelerde dört işlemle gerçekleştirilmektedir. Çay bitkisinde yeşil yaprak verimi en fazla birinci hasat döneminde elde edilmekte ve sürgün dönemi ilerledikçe çay verimi azalmaktadır (Horuz ve Korkmaz, 2006; Demir ve Bostan, 2021; Çatal ve ark., 2022). Sürgün dönemlerine bağlı olarak çay yaprağının biyokimyasal içeriğinin ve kalitesinin değiştiğini bildiren araştırma sonuçları birbirinden bazı farklılıklar göstermektedirler.



Türk yeşil çaylarının kimyasal kompozisyonu üzerine sürgün döneminin etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada (Balci ve Özdemir, 2016), antioksidan kapasite ile toplam fenolik madde, flavonoid ve bireysel kateşinlerin miktarlarında ilk sürgün döneminden üçüncü sürgün dönemine doğru bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, tohum ve klondan üretilmiş çaylarda yapılan analizlerde hasat dönemi ilerledikçe toplam polifenol içeriğinin azaldığı gözlemlenmiştir (Taban ve ark., 2001). Bu bulguları destekler nitelikte farklı sürgün dönemlerinde toplanan yeşil çay yaprağı ve siyah çay örneklerinde bazı kalite parametrelerinde en yüksek değerlerin birinci sürgün döneminde, en düşük değerlerin ikinci sürgün döneminde saptandığını bildiren çalışmalar mevcuttur (Özdemir ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2018). Ancak bu durumun aksine Ertürk ve ark., (2010) yapmış oldukları çalışmada; mayıs ayında hasat edilen taze çay sürgünlerinde düşük olan antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğinin temmuz ayından eylül ayına kadar geçen sürede artarak üçüncü hasatta en yüksek seviyeye ulaştığını ortaya koymuşlardır. Diğer taraftan, çay yapraklarındaki polifenollerin ilkbahar dönemine kıyasla yaz aylarında %1.4 oranında artış gösterdiği (Lin ve ark., 1996) ve ilkbahar ve yaz sonunda hasat edilen çayların diğer dönemlerde hasat edilen çaylardan daha kaliteli olduğu (Sun ve ark., 2021) bildirilmektedir.

Çayın doğal yaşam alanı subtropik ormanlardaki çalılıklar olmakla birlikte, çay günümüzde 42° Kuzey (Rusya) ile 27° Güney (Arjantin) boylamları arasında, deniz seviyesinden 2200 m'ye kadar değişen rakımlarda yetiştirilmektedir (Williges, 2004). Geniş adaptasyon kabiliyetine sahip ve dünyanın çeşitli yerlerinde yetişen bir bitki olmasına rağmen rakıma bağlı olarak çay veriminin değişimi ile ilgili oldukça sınırlı sayıda araştırma yapılmış ve çayın kalitesi üzerine rakımın etkisini ortaya koyan çalışmaların sayısı da kısıtlı kalmıştır. Hindistan'ın Darjeeling bölgesindeki farklı yüksekliklerden toplanan taze çay filizleri üzerine yapılan bir çalışmada (Chakraborty ve ark., 2015), düşük rakımlardan toplanan çay örneklerinde antioksidan aktivite ve toplam fenol içeriğinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Özdemir ve ark., (2018)'nin Türkiye'de yaptıkları bir araştırmada, incelenen parametrelerde rakıma bağlı olarak farklı değişimler gözlemlenmiştir. Farklı rakımlardaki İyidere (Deniz seviyesi-150 m) ve Taşçılar (200-600 m) bölgelerinden toplanıp işlenen Türk siyah çaylarında toplam fenol içeriği ve epigallokateşin gallat (EGCG) miktarının rakımdan etkilenmediği,

kafein içeriğinin yüksek rakımda daha fazla olduğu ve bireysel kateşinlerden epikateşin (EC) haricinde diğer bileşiklerin konsantrasyonlarının yüksek rakımda arttığı bildirilmiştir. Ayrıca Endonezya’da yürütülen bir çalışmada (Widyaningrum ve ark., 2015), yeşil çay yaprağı örneklerinde yüksek rakımdan düşük rakıma doğru inildikçe toplam fenolik madde içeriği azalırken, EGCG miktarı artış göstermiştir.

Çay verimi ve kalitesi üzerine etkili olan bir diğer etmen de gübrelemedir. Gübreleme; toprak verimliliğini korumak, bitkilere besin maddesi sağlayarak bitki gelişimini iyileştirmek ve böylece mahsul verimini artırmak amacıyla yapılan çok önemli bir tarımsal uygulamadır (Qiu ve ark., 2014). Optimum bitki büyüme-gelişmesi ve verimliliği sağlamak amacıyla toprağa yeterli miktarda besin maddesi takviyesi bütün bitkilerde olduğu gibi çay bitkisi için de hayati öneme sahiptir (Ulpathakumbura ve Gunapala, 2021). Çay üretiminde gübre uygulaması ile bitkinin yeterli ve dengeli şekilde beslenebilmesi sağlanmakta ve ayrıca çay sürgünlerinin uzaması ve yenilenme hızının iyileştirilmesi suretiyle taze çay yaprağı veriminde artış elde edilmektedir (Venkatesan ve Ganapathy, 2004b; Mokaya, 2016). Yeterli ve dengeli gübreleme ayrıca taze yaprakların lezzeti, görüntüsü ve aromasından sorumlu olan maddelerin sentezlenmesine tesir etmekte ve bu sayede çay kalitesini olumlu yönde etkilemektedir (Wanyoko ve ark., 1997).

Diğer taraftan, kimyasal gübreler ve bitki koruma ilaçları gibi kimyasalların gelişigüzel, uzun süreli ve aşırı kullanımı tarım topraklarının mikroflorasındaki bitki probiyotikleri veya yararlılarını olumsuz etkileyecek değişikliklere yol açabilmektedir (Kalia ve Gosal, 2011). Bunun yanı sıra, kimyasal gübrelerin kontrolsüz ve aşırı kullanımı, yüzey akış ve yıkanma yoluyla toprak ve su kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır (Mokaya, 2016). Yıllık olarak uygulanan inorganik NPK'nın sadece %25-50'sinin bitkiler tarafından alındığı, geri kalanının yıkanma, erozyon, denitrifikasyon veya buharlaşma gibi yollarla kaybolduğu veya toprak organik maddesinde hareketsiz hale geldiği bildirilmektedir (Roberts, 2008).

Buna karşılık organik gübreler çevre ve canlıların sağlığına yarar sağlamakta ve toprağın yapısını iyileştirerek bitki gelişimi ve verim artışına çok önemli katkılar sunmaktadırlar (Darnhofer ve ark., 2010; Willer ve ark., 2010). Organik gübreleme, çevre kirliliğini azaltarak bitkiler, insanlar ve hayvanlar başta olmak üzere bütün

ekosistemin yararlarını gözeten, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini hedefleyen bir uygulama olarak kabul edilebilir (Islam ve ark., 2017). Kimyasal gübrelere kıyasla organik gübre uygulamasında toprağın temel mikrobiyal organizmaları ve bu organizmaların moleküler ağ yapısı değişmekte, toprak mikrobiyal çeşitliliği artmakta ve toprağın ekosistem işlevi iyileşmektedir (Gu ve ark., 2019). Ayrıca toprak verimliliğini artırması, toprağın fiziksel özellikleri, toprağın su tutma kapasitesi ve toprak yapısını iyileştirmesi gibi sebeplerden ötürü organik gübrelere kimyasal gübre yerine kullanımı önerilmektedir (Islam ve ark., 2017). Ji ve ark., (2018) topraktaki organik madde artışının sadece topraktaki karbon ve besinlerin birikmesini desteklemekle kalmadığı aynı zamanda bakteri çeşitliliği ve topluluk yapısındaki farklılıkları da geliştirdiği ve bu durumun organik gübre takviyesi yapılan toprağın pH'sı, organik karbonu ve erişilebilir potasyumdaki artışla güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Uzun süreli organik gübre kullanımıyla çay bahçelerinde rizosfer ortamının iyileşmesi ve organik gübrelere yararlı bakterileri çayın rizosferine çekmesi, çay alanlarının organik gübrelere iyileştirilmesi için umut verici bir strateji olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 2019).

Organik gübreler, organik madde kaynağına bağlı olarak farklı oranlarda azot (N), fosfor (P), potasyum (K) ve diğer besin elementlerini içermektedirler. Organik gübrelere içeriklerinde; ahır gübresi, yeşil gübreler, kent artığı gübrelere, kompostlar ve diğer (et kombinasyonu artıkları, guanalar) organik madde kaynakları yer almaktadır. Organik tarım yönetmeliğine göre sertifika almış firmaların ürettiği veya ithal ettiği özel olarak üretilen gübreler organik tarımda kullanılmaktadır. Türkiye'de özel sektör tarafından üretilen birçok organik ticari gübrenin değişik isimler altında piyasada satışı bulunmaktadır. Aynı konvansiyonel tarımda kullanılan gübrelere olduğu gibi organik tarımda kullanılan gübrelere de katı ve sıvı formları mevcuttur (Aygün ve Acar, 2004). Organik tarımda kullanılan gübrelere ürün yelpazesi gün geçtikçe artmakta ve leonardit, humik asit, fulvik asit gibi materyallerin yanı sıra içeriklerinde farklı mikroorganizmalar, yosun ekstraktları ve enzimler ihtiva eden gübreler ticari olarak üretilmektedir (Okur ve ark., 2007). Ticari organik gübrelere verim ve kalite parametreleri üzerine olumlu etkileri olduğuna dair çalışmalara (Şahin, 2013; Moreira ve ark., 2014; Büyükfiliz, 2016) rastlanırken, bazı çalışmalarda (Demir ve ark., 2003;

Shirkhodaei ve ark., 2014; Günhan, 2020) bu gübrelerin belirtilen özellikleri etkilemediği kaydedilmiştir.

Bitkisel ve hayvansal kökenli tüm organik materyaller, gerekenin yapılması koşuluyla çay topraklarında verimli bir şekilde kullanılabilir. Çay tarımı için en önemli sorun olarak görülen birim alandan alınan verimin artırılması konusunda uzun vadeli başarı organik gübrelerin yeterli miktarda kullanılmasıyla mümkündür. Bu nedenle tüm organik gübrelerden en fazla düzeyde yarar sağlanması kaçınılmaz bir zorunluluktur (Kacar, 2010).

Farklı organik kökenli gübre uygulamalarının toprağın yapısını iyileştirmekle beraber taze çay yaprağı ve işlenmiş çaylarda kalite parametrelerini artırdığını gösteren bazı araştırmalar da mevcuttur (Han ve ark., 2018). Ancak organik gübrelemenin çay bitkisinde verime etkisi ile ilgili literatür desteği sınırlı sayıda kalmıştır (Ipinmoroti ve ark., 2011; Haorongbam ve ark., 2014; Qiu ve ark., 2014). Araştırma bulguları EGCG, EGC, ECG ve EC bileşikler dahil olmak üzere çay kalitesiyle bağlantılı önemli kateşin konsantrasyonlarının geleneksel tarımla üretilen çaya kıyasla organik çay ekstraktlarında belirgin şekilde daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Chin ve ark., 2010). Diğer taraftan karşılaştırmalı araştırmalarda, organik gübre uygulanan çay plantasyonlarında yaprak boyutlarının arttığı (Chong ve ark., 2008), kafein miktarının gübre içeriğinden etkilenmediği fakat toplam polifenol ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktivitenin organik gübre uygulanan yapraklardan elde edilen siyah çaylarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Shiwakoti ve ark., 2023). Ayrıca organik gübre uygulamasıyla bitki boyu ve dal sayısı artmakta (Islam ve ark., 2017) ve kimyasal gübreyle kıyasla organik gübrelemede çayın aroma bileşenleri ile amino asit miktarları da yükselmektedir (Sun ve ark., 2021).

Bazı bitkilerde kimyasal ve organik gübrelerin kıyaslandığı araştırma sonuçları göstermektedir ki; organik gübrelerin tek başına veya kimyasal gübrelerle birlikte uygulanması halinde yetiştiriciliği yapılan bitkilerin büyüme ve gelişmesinin yanı sıra protein, yağ ve nişasta içerikleri de artmaktadır (Ullah ve ark., 2008; Kakar ve ark., 2020). Buna uygun olarak, organik ve inorganik gübrelerin birlikte kullanımını içeren entegre toprak verimliliği yönetimi, çayda yüksek verim ve kaliteye ulaşmak için tavsiye edilmektedir (Tabu ve ark., 2015). Kimyasal içerikli NPK (25:5:5) gübresine

kıyasla, organik gübre materyallerinin tek başına ve üre ile kombinasyon halinde (organomineral gübre) kullanılması durumunda çay bitkisinin büyüme etkinliğinin arttığı ve buna ilaveten kanatlı ve inek gübrelerinin taban gübresi veya organomineral gübre olarak kullanılmasıyla çayın gelişme performansında (yüksek yaprak ve dal sayısı şeklinde) en fazla artışın sağlandığı rapor edilmektedir (Ipinmoroti ve ark., 2011). Saha ve ark. (2022) tarafından yürütülen bir çalışmada, gübre uygulanmayan kontrol grubuna göre, kimyasal gübre muamelesinin %1.42, organik gübre muamelesinin %5.44, kimyasal ve organik gübrelerin birlikte uygulanmasının %9.00'a varan oranlarda çay alanlarında verim artışı sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, gübrelemede organik gübre dozunun artması buna karşılık kimyasal gübre dozunun azalmasının çay veriminin artışında çok daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde bir başka saha araştırmasında (Qiu ve ark., 2014), tek başına veya kimyasal gübre ile karışım halinde organik gübre uygulaması yapıldığında çay verimi ve toplam fenol miktarının tek başına kimyasal gübre muamelesine göre önemli ölçüde yüksek çıktığı belirtilmiştir. Organik gübrelerin çayın kalite parametrelerine etkisi üzerine Türkiye'de yapılan az sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Yurteri ve ark., 2022).

Dünya'da katı gübreler en çok kullanılan gübre materyalleri olmakla birlikte özellikle ABD başta olmak üzere tarımsal açıdan ileri olan ülkelerde sıvı gübre kullanımı %40 civarındadır (Eraslan ve ark., 2010). Sıvı gübreler, bitkilerin ihtiyaç duydukları besin maddelerini sıvı formlarda içeren ve değişik ekipmanlarla toprağa püskürtülüp karıştırılarak veya özel bıçaklı aletlerle doğrudan toprağın içine istenilen derinlikte uygulanan sıvı materyallerdir. Sıvı gübre kavramından, günümüzde yaygın olarak tercih edilen katı gübrelerin yerine kullanılabilen ve doğrudan toprağa uygulanan sıvı gübre materyalleri anlaşılmalıdır. Katı gübrelerde olduğu gibi tek bir bitki besin elementi içeren basit sıvı gübrelerin yanında birden fazla besin elementi içeren kompoze sıvı gübreler de üretilmektedir (Kacar ve Katkat, 2007).

Organik bitkisel üretim için kullanılacak sıvı gübreler bitkilerden veya hayvansal gübrelerden hazırlanmaktadır. Bitki besin elementleri açısından zengin olan organik madde belirli bir süre suya yatırılarak, birkaç gün veya hafta suda bekletildikten sonra süzülüp ardından temiz su ile seyreltilerek sıvı gübre elde edilir (Taban ve Turan, 2012). Bitkiler tarafından hızlı bir şekilde alınması, kolay uygulanması, sıvı fazda olması nedeniyle toprağın ve bitki gövdesinin su kaybını

azaltması, bitkinin köklerine ve diğer aksamalarına zarar vermemesi ve etkisini daha hızlı göstermesi sebebi ile sıvı gübrelerin kullanımını katı gübrelere kıyasla daha avantajlıdır (Özyardımcı, 2021). Ayrıca düşük maliyetinden ötürü sıvı gübrelerin kullanımının artmasına paralel olarak araştırmacılar üretimdeki girdi masraflarını azaltmak için sıvı gübrelerin kullanımını önermektedir (Kaplan ve ark., 2000; Eraslan ve ark., 2010; Gökşen, 2019). Ancak sıvı gübrelerin kullanımında özel ekipman ve tecrübe gereksinimine ihtiyaç duyulması tercih edilebilirliklerini sınırlamaktadır (Kaplan ve ark., 2000). Sıvı organik gübreler, büyüme dönemleri içerisinde büyük oranda büyümeyi ve gelişmeyi teşvik etmek amacıyla uzun yıllar önce kullanılmaya başlamışsa da son yıllarda bu gübrelerin kullanımıyla ilgili önemli bir gelişme kaydedilmemiştir (Özyardımcı, 2021). Sıvı gübreler ile ilgili yürütülen araştırmalarda, verim ve verim unsurları üzerine olumlu etkileri bulunmakla birlikte kalite özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Akyol, 2013; Bademkiran ve ark., 2018; Ekin, 2022; Kulluk, 2022). Bu durumun aksine, sıvı gübre uygulamalarının verim ve kalite unsurları üzerine olumlu etkisinin bulunmadığını gösteren araştırma sonuçları da mevcuttur (Eyüboğlu ve ark., 1992; Turhan ve Sueri, 2002; Nazar, 2012).

Kimyasal gübrenin sıvı formda uygulanması ile geleneksel uygulamaya göre çay bitkisinde yeni sürgün oluşumu %40 artmakta ve çay kalitesi daha üstün olmaktadır (Tsuji ve ark., 2001). Çay bitkisinde organik içerikli sıvı gübre uygulaması ile EGCG miktarı yükselirken, gübre muhteviyatında inorganik azot dozlarının artması EGCG miktarını azaltmaktadır (Hukom, 2020). Yapılan literatür araştırmalarında, sıvı formda organik gübreleme ile çay bitkisinde verim ve kalite unsurlarının değişimini bir bütün olarak inceleyen araştırma bulunmadığı tespit edilmiştir.

Bu kapsamda bahsi geçen eksikliklere ilaveten, söz konusu çalışmalar incelendiğinde denemelerde kullanılan organik gübrelerin işlenmemiş ürünler olduğu dikkat çekmektedir. Bu araştırma ile işlenmiş, diğer bir ifadeyle besin elementi açısından zenginleştirilmiş organik gübre uygulanan çay alanlarındaki verim ve kalite parametrelerinin değişimi hususuna ilk kez değinilecektir.

Farklı içerik ve formlara sahip organik gübrelerin taze çay yapraklarında verim, kalite parametreleri ve antioksidan aktivite üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanan bu çalışma, farklı rakımdaki  lokasyonda kurulan deneme alanlarında yürütülmüştür. Çalışmada, iki yıl boyunca üç sürgün döneminde toplanan taze çay yapraklarının birim alan verimleri ile yıllık toplam verim miktarları tespit edilmiş ve ayrıca toplam fenolik madde, polifenolik bileşikler ve kafein içerikleri ile antioksidan aktivitelerindeki değişimler incelenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1 Çay Hakkında Genel Bilgiler

Çay bitkisinin sistematik sınıflandırılması *Angiosperma* sınıfı, *Theaceae* familyası, *Camellia* cinsi şeklinde tanımlanmış olup, *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze bitkinin yaygın şekilde kullanılan adlandırılması olarak kabul edilmektedir. Çay bitkisi, ekonomik anlamda yapraklarından yararlanılan, yıl boyunca yeşil kalabilen, yetiştirme koşullarına bağlı olarak yetmiş yıla kadar ürün elde edilen bodur ağaç yapısındadır. Çay bitkisine ait Çin çayı (*C. sinensis* var. *sinensis*), assam çayı (*C. sinensis* var. *assamica*) ve Kamboçya çayı (*C. sinensis* var. *cambodiensis*) isimleriyle adlandırılan üç farklı çeşit (varyete) mevcuttur (Chan ve ark., 2007; Kacar, 2010). Günümüzde çay tarımında tercih edilen çeşitler, *C. sinensis* ve *C. assamica* türlerinin melezleri olan Çin çayı ve assam çayı'dır. Subtropik bölgelerde yetiştirilmesi önerilen Çin çayı kuraklık ve diğer olumsuz koşullara nispeten daha dayanıklıdır (Hajiboland, 2017). Assam çayının ise kuraklığa ve elverişsiz şartlara toleransının daha düşük olması sebebiyle tropik bölgelerde yetiştiriciliği tavsiye edilmektedir (Williges, 2004). Ülkemizde *C. sinensis* var. *sinensis* olarak adlandırılan Çin varyetesi yetiştirilmektedir (Kacar, 1987). Siyah çay üretiminde tanen ve kateşinler açısından zengin içeriğe sahip olan assam çeşidi talep edilirken, yüksek verimli fakat kateşin ile kafein miktarı düşük olan (Gulati ve ark., 2003; Williges, 2004) Çin çeşidi yeşil çay üretiminin temel girdisini oluşturmaktadır (De Mejia ve ark., 2009).

Dünyada çay yetiştiriciliği tropik ve subtropik iklim şartlarının hüküm sürdüğü dolayısıyla yüksek yağış alan ve yağışın yıl içerisindeki dağılımının düzenli olduğu kuzey ve güney yarım kürelerde farklı enlem derecelerindeki bölgelerde yapılmaktadır (Caffin ve ark., 2004; Mahmutoğlu, 2012). Deniz seviyesinden 2200 metreye ulaşan rakım aralıklarının çay tarımı açısından uygun olduğu kabul edilmektedir (Hajiboland, 2017; Hatipoğlu, 2021).

Çay bitkisinin büyüme ve gelişimi iklim ve toprak faktörleri ile yetiştirme tekniği uygulamaları gibi birçok unsura bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Çay tarımı için yıllık ortalama bağıl nem oranının en az %70, hava sıcaklığının 18-30°C, toprak sıcaklığının 20-25°C ve toplam yağışın 2500-3000 mm, sıcaklığın -15°C'nin altında ve 40°C'nin üzerinde olmadığı koşullar gözetilmelidir (Nas ve Öksüz, 1987;



Mehra ve Baker, 2007). Diğer taraftan, toprak asitliği orta veya hafif asit (pH 4,5-6), besin elementleri açısından zengin, %2'nin üzerinde organik madde barındıran ve havalanması iyi olan topraklar çay bitkisinin ziraatı için ideal şartları taşımaktadır (Fung ve Wong, 2002; De Silva, 2007; Türkmen, 2007; Chen ve ark., 2015). Ülkemizde çay üretimi yapılan alanlarda yetiştiriciliğin ilk yıllarında bilinçsiz ve aşırı gübre kullanımı sonucu toprak asitliği olması gereken sınırın altına düşmüş ve bazı tedbirler alınmaya başlanmıştır. Bu kapsamda, çay toprakları için özel geliştirilmiş ve çiftçiler arasında çay gübresi olarak adlandırılan 25-5-10 kompoze gübre kullanımı yaygınlaşmış, toprağı ıslah etmek ve topraktan maksimum yararı sağlamak amacıyla kimyasal içerikli gübrelerin yanı sıra başta ahır gübresi olmak üzere organik gübrelerin kullanımı gündeme gelmiştir (Kacar, 2010).

Çay bitkisinin keşfi, M.Ö. 2737 yılında Çin İmparatoru Shen Nung'un tesadüf eseri sıcak suya düşen çay yapraklarının oluşturduğu renk değişimi ve aromayı görmesinin ardından karışımı içmesi ve beğenmesi sonucu başlamıştır (Fisunoğlu ve Besler, 2008). Yazımı milattan önceki tarihlere dayanan farklı kaynaklarda, çayın işlenmesi ve satışa sunulması gibi aşamalardan bahsedilerek M.Ö. 59 gibi çok eski bir tarihte çayın Çin'in çoğu bölgesinde yaşamın bir parçası haline geldiği belirtilmektedir (Hara, 1992; Caffin ve ark., 2004). Dünyada çay tarım alanlarının yaklaşık %86'sı Asya kıtasında yer almaktadır. Hindistan, Çin, Japonya ve Endonezya gibi Güneydoğu Asya ülkeleri başta olmak üzere Türkiye, Sri Lanka ve Kenya'nın üretim ve tüketimde üst sıralarda yer aldığı 30'dan fazla ülkede çay bitkisi sanayide hammadde olarak kullanılmaktadır (Nas ve Öksüz, 1987; Lin ve ark., 2003; Owuor ve ark., 2008).

Çayın ülkemizde üretilmesine ilişkin olarak daha önce gerçekleştirilen ve netice alınamayan bazı girişimlerin ardından "Halkalı Ziraat Mektebi Alisi" müdür vekili olan botanikçi Ali Rıza Erten, Batum civarında incelemelerde bulunarak çayın Rize ili ve civarında yetiştirilebileceği ile ilgili fikrini 1917 tarihinde rapor halinde sunmuş ve bu rapor TBMM tarafından 1924 yılında kanun haline getirilmiştir (Üstün ve Demirci, 2013). Bu şekilde 1924 yılında ilk çay fidanlarının üretimi ile başlayan süreçte çay yetiştiriciliği bölgede zamanla ticari açıdan önem kazanmış ve günümüzde büyük çoğunluğunun Rize ilinde yer aldığı çay tarlaları Doğu Karadeniz Bölgesinde tesis edilmiştir (Mendilcioglu, 2000; Alikılıç, 2016). Türkiye'de çay üretimi açısından ilk sırada yer alan Rize ilinin kalkınmasına büyük ölçüde katkıda bulunan en önemli

tarım ürünü çaydır. İlk çay fabrikası 1947 yılında 60 ton/gün kapasite ile Rize’de kurulmuş, 1971 yılında ise Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü çay sektöründe faaliyete başlamıştır (Müezzinoğlu, 2015; Türkyılmaz, 2015).

Çin, günümüzde Dünya’da ve Asya kıtasında en fazla çay üreten ülke konumuna sahiptir. Dünya genelinde 2021 verilerine göre; yaklaşık 5 milyar 300 bin hektar alanda, 28 milyar ton çay yaprağı üretilmekte olup, Çin’de 3 milyar 300 bin ha alanda 14 milyar ton çay yaprağı üretimi ile dünya toplam üretiminin yarısı gerçekleştirilmektedir. Hindistan yaklaşık 548 bin ha alandan elde edilen 5.5 milyar ton çay yaprağı ile dünya çay üretiminde ikinci sırada olup, yıllık çay yaprağı üretimi bakımından bunu sırasıyla Kenya (2 milyar 338 bin ton), Türkiye (1 milyar 450 bin ton) ve Sri Lanka (1 milyar 302 bin ton) takip etmektedir (Anonim, 2023). Dünya’da üretilen çayların büyük kısmını siyah çay oluşturmaktadır. Bunun yanında dünya piyasasında tüketici talebinin artması sonucu, siyah çayla birlikte yeşil çayın üretimi de hızla artmaktadır.

Dünya kuru çay üretiminde ilk beş ülke arasında yer alan ve dünya üretiminin %6’sını gerçekleştiren ülkemizin toplam dünya çay ihracatındaki payı %1’in altında kalmaktadır. Türkiye yıllık 3,96 kg tüketim ile Dünya’da kişi başı çay tüketiminin en fazla olduğu ülke konumundadır. Kişi başı çay tüketiminde üst sıralarda yer alan diğer ülkeler İrlanda ve İngiltere’dir. İrlanda’nın 2,191 kg/yıl, İngiltere’nin ise 1,89 kg/yıl kişi başı çay tüketimi bulunmaktadır. Bu ülkeleri sırasıyla Fas (1,217 kg/yıl), Rusya (0,977 kg/yıl) ve Japonya (0,968 kg/yıl) takip etmektedir. Türkiye’de yıllık toplam çay tüketim miktarı 319.621 ton/yıl olarak açıklanmıştır (Önçirak, 2019).

## 2.2 Çay Çeşitleri

*Camellia sinensis* L. yapraklarına uygulanan çeşitli işleme teknikleri sonrasında elde edilen son ürünlerdeki renk, aroma, tat ve kimyasal içerikteki farklılıklar değişik çay çeşitlerinin açığa çıkmasını sağlamaktadır (Sanderson ve Graham, 1973; Kacar, 1992). Bugüne kadar fermantasyon derecesine bağlı olarak geliştirilen yeşil, siyah, oolong, beyaz, sarı ve sonradan fermente edilmiş çaylar şeklinde altı ana ticari formun dahil olduğu farklı üretim süreçleriyle elde edilen üç yüzden fazla çay çeşidi üretilmiştir (Li ve ark., 2018). Ticari anlamda üretimi en fazla gerçekleştirilen çay grubuna mensup olan ürünlerden yeşil çay fermantasyona uğramazken, oolong çay

kısmen veya yarı fermantasyona tabi tutulmakta, siyah çay tamamen fermantasyon sürecinden geçmekte, beyaz çay ise oolong çaya benzer şekilde yarı fermantasyon ürünü olmakla birlikte aralarındaki fark üretim aşamasındaki bazı değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Wheeler ve Wheeler, 2004; Sajilata ve ark., 2008; Cooper, 2012; Li ve ark., 2018). Dünyada en yaygın üretilen bu çay çeşitleri arasında siyah çay %78, yeşil çay %20, oolong ve beyaz çay ise %2 üretim payına sahiptir. Siyah çay büyük çoğunlukta Orta Doğu, Batı Avrupa, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya ve bazı Asya ülkelerinde, yeşil çay Çin, Japonya ve Hindistan'da, oolong çay Güneydoğu Çin ve Tayvan'ın bazı bölgelerinde tüketilmektedir (Katiyar ve Mukhtar, 1996; Çelik, 2006).

Hasat edilen çay yaprağı işleme esnasında çok fazla kimyasal ve fiziksel değişikliğe uğramaktadır. Ortodoks, CTC (Crushing Tearing Curling) ve LTP (Lawrie Tea Processor) olarak adlandırılan yöntemlere bağlı olarak farklı kalitede siyah çaylar elde edilmektedir (Williges, 2004). Yeşil çay üretiminde öncelikle buhar verme (100°C) veya tavalama (300-350°C) işlemiyle yaş çay yaprağındaki oksidasyon enzimleri etkisiz hale getirilmekte ve buna bağlı olarak üretilen çayın rengi yeşil olmaktadır. Ardından kıvrırma ve kurutma işlemleri uygulanmakta ve böylece yeşil çay üretimi tamamlanmış olmaktadır. Beyaz çayda; yeşil çay, siyah çay ve oolong çaydan farklı olarak kıvrırma işlemi uygulanmaz. Fazla miktarda açılmamış tomurcuk içeren körpe sürgünler, oksidasyonu önlemek için toplandıktan hemen sonra sıcaklık uygulaması ile şoklanır. Soğutma işleminden sonra yapılan soldurmanın ardından çok hafif şekilde fermantasyon uygulanıp kurutulularak beyaz çay üretimi gerçekleştirilir. Oolong çay ve siyah çayın üretiminde ilk aşama olarak toplanan yaş çay yaprakları soldurulmaktadır. Bunu takip eden kıvrırma ve fermantasyon aşamalarında oksidasyon enzimlerinin faaliyetleri neticesinde yaş çay yaprağında yer alan fenolik bileşikler ve diğer yapıdaki maddeler oksitlenerek çayın kendine özgü kahverengi ya da kırmızı rengi almasını sağlamaktadır. Fermantasyon işlemi sonrasında fiziksel ve kimyasal özelliklerdeki değişimin yanı sıra duyusal tat ve aroma açığa çıkmaktadır. Yaş çay yaprağından üstün özelliklere sahip kuru çayların elde edilmesi esas olarak oksidasyon tepkimelerine dayanmaktadır (Kacar, 2010).

### 2.2.1 Siyah Çay

Siyah çay, dünyanın farklı bölgelerinde özellikle polifenol içeriği daha yüksek Assam çay çeşitlerinden toplanan yaprakların çeşitli işleme teknikleri kullanılmasıyla elde edilir. Hasat edilen yaş çay yaprakları soldurma, kıvrırma, fermantasyon (oksidasyon), kurutma ve sınıflandırma gibi süreçlerden geçmektedir (Wheeler ve Wheeler, 2004). Siyah çayın kendine özgü renk ve aromayı kazanmasına katkı sağlayan teaflavinler ve tearubiginlerin oluşturması için fermantasyon aşamasında çay kateşinlerinin polifenol oksidaz enzimiyle oksidasyonu ve polimerizasyonuna izin verilerek üretim gerçekleştirilir (Li ve ark., 2018).

Siyah çayın kateşin içeriği yeşil ve oolong çayların kateşin içeriğinden düşük olmakla beraber yaprak kuru ağırlığının %3 ila %10'unu oluşturmaktadır (Sajilata ve ark., 2008). Siyah çayda en fazla bulunan alkaloidlerden biri miktarı %3-4 civarında olan kafeindir. Yüksek polifenol ve kafein içeriğine sahip ve yeterli oranda polifenol oksidaz enzimi içeren çay yaprakları kaliteli siyah çay üretimi için idealdir.

### 2.2.2 Yeşil Çay

Yeşil çay, yaş çay yapraklarının işleme esnasında fermantasyona tabi tutulmamasına bağlı olarak ortaya çıkan nihai ürünlerdeki renk, aroma ve kimyasal kompozisyon gibi özelliklerin değişiklik içermesi sebebiyle siyah çaydan farklılık göstermektedir. Yeşil çay üretiminde taze çay yapraklarının bünyesindeki kateşinleri teaflavinler ve tearubiginler gibi türevlerine oksitleme yeteneğine sahip olan polifenol oksidaz enzimini etkisiz hale getirmek için hasadın hemen ardından yapraklar hızlı bir şekilde ısıtılmaktadır (Sajilata ve ark., 2008). Bu nedenle yeşil çayın kimyasal bileşimi taze çay yapraklarının kimyasal içeriğine benzemektedir (Chen ve ark., 2003). Çay yapraklarının fermantasyona uğramasını, diğer bir ifadeyle polifenolik bileşiklerin oksidasyonunu ve polimerizasyonunu engellemek amacıyla ısı işlem uygulandıktan sonra yapraklar yüksek sıcaklıklarda kurutulmaktadır (Katiyar ve ark., 2001; Zhen, 2002; Li ve ark., 2018). Japon tipi yeşil çay üretiminde yapılan işlem su buharı uygulaması şeklinde olurken, Çin tipi yeşil çay elde edilirken yapraklara kuru sıcak hava vermek için fırınlama (tavalama) yapıp ardından kurutmaya gönderilmektedir (Gökalp ve Çeper, 1990; Yamanishi, 1995). Yüksek oranda polifenol oksidaz enzimi varlığında bu enzimin aktivasyonunu engellemek amacıyla buharlaşma işlemi daha

uzun süreceği için bunun sonucunda daha çok klorofil kaybı oluşacak ve kaliteli yeşil çay üretimi gerçekleşmeyecektir. Bu sebepten ötürü, fazla miktarda polifenoloksidaz enzimi üreten çay klonları yeşil çay üretiminde tercih edilmemektedir (Albayrak, 2018). Assam hibritlerine kıyasla daha fazla amino asit içeren fakat daha az kateşin ve kafein içeriğine sahip Çin hibritlerinden yeşil çay üretilmektedir (Gulati ve ark., 2003).

Yeşil çay yapısında kuru yaprak ağırlığının %40'ını oluşturan kafein, fenolik asitler, teanin, aroma bileşenleri ile kuersetin, kamferol ve rutin gibi flavonol içeren çeşitli polifenolleri ihtiva etmektedir (Graham ve ark., 1992). Yeşil çayda en çok bulunan polifenolik bileşikler olan kateşinler epigallokateşingallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşingallat (ECG), epikateşin (EC), gallokateşin (GC) ve kateşin (C) bileşikler olup, bunlar kuru madde ağırlığının %30'unu oluşturmalarının yanı sıra suda en fazla oranda çözünen bileşiklerdir (Balentine ve ark., 1997; Boehm ve ark., 2009). Yeşil çay, oolong ve siyah çaya kıyasla daha yüksek polifenol içerisine sahiptir. Yeşil çayın insan sağlığı üzerine olan faydalarının çok büyük bir kısmından sorumlu olduğuna inanılan epigallokateşingallat (EGCG) bileşiği yeşil çaydaki toplam kateşinlerin yaklaşık %60'ını temsil etmektedir (Mukhtar ve Ahmad, 2000; Pasrija ve Anandharamakrishnan, 2015). Çay yapraklarının toplam fenol içeriğinin yüksek olması çayda kalite göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, yeşil çayın yüksek toplam fenol içeriği onu siyah ve oolong çaydan daha kaliteli hale getirmektedir (Chan ve ark., 2007). Yeşil çayın kalite içeriğinin diğer çaylardan daha yüksek olduğunun bir diğer işareti de antioksidan aktivitesinin fazla olmasıdır (Armoskaite ve ark., 2011).

### **2.2.3 Oolong Çay**

Oolong çay, çay yapraklarının güneş altında soldurulduktan sonra kısa süreli fermantasyona uğratılıp ardından kurutulması ile hazırlanmaktadır (Li ve ark., 2018). Polifenol oksidaz enzimi tarafından gerçekleştirilen oksidasyonun sınırlı tutularak yüksek ısıda ısıtma aşamasına geçilip fermantasyonun durdurulması nedeniyle oolong çay, yarı fermente çay olarak adlandırılmaktadır. Karakteristik olarak yeşil çay ve siyah çay arasında bir özelliğe sahip olan oolong çayın polifenol içeriği yeşil çaydan daha az, siyah çaydan ise daha fazladır (Provan ve ark., 2000; Sajilata ve ark., 2008). Oolong çayda kendine özgü çiçeksi ve meyvensi tarzda tatlı bir aroma oluşmaktadır

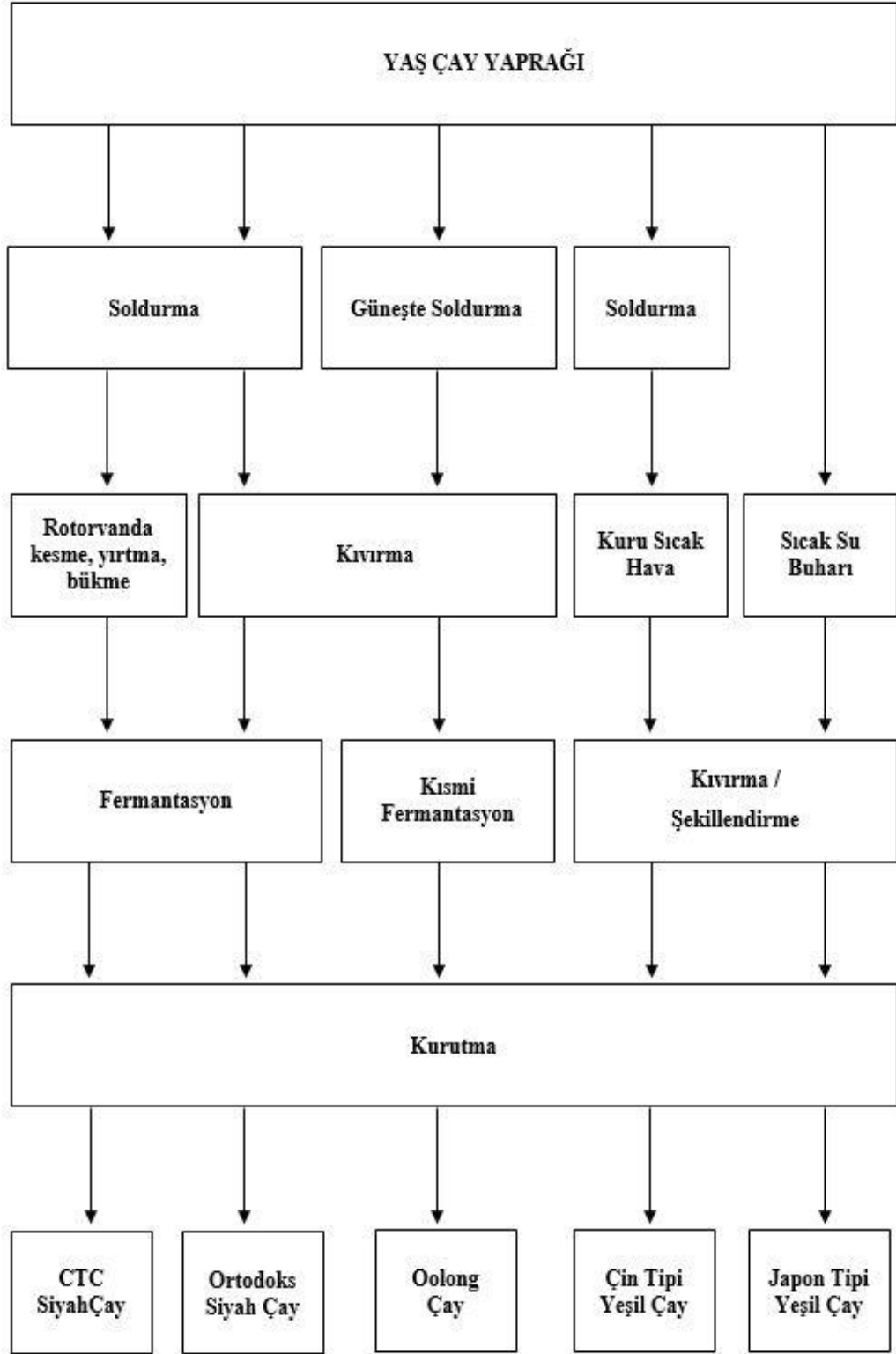
ki bunun sebebi işleme sürecindeki çay yapraklarının yaralama, güneşte soldurma gibi stres ve hasarlara maruz kalmasıdır (Gui ve ark., 2015).

#### **2.2.4 Beyaz Çay**

Diğer çay türleri gibi beyaz çay da *Camellia sinensis* L. bitkisinden elde edilmektedir. Ancak yapraklar tam olarak açılmadan ve tomurcuklar hala ince beyaz tüylerle kaplı iken toplanmakta ve bu nedenle "beyaz çay" adı verilmektedir. Beyaz çay, toplandıktan sonra oksitlenmez veya yuvarlama işlemine tabi tutulmaz, sadece soldurulur ve buharla kurutulur. Beyaz çay, en az miktarda işleme tabi tutulmakta ve bu nedenle, işleme sırasında oksitlenmeyen veya maksimum miktarda yok edilmeyen polifenol içermektedir. Beyaz çay, güçlü antioksidanlar içermekte ve yeşil çaydan bile daha faydalı olabilmektedir (Sajilata ve ark., 2008; Akbulut ve ark., 2020).

#### **2.3 Çayın İşlenmesi**

Hasattan sonra yaş çay yapraklarında meydana gelecek herhangi bir ezilme veya oluşabilecek hasarlar erken aşamada istenmeyen kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonları başlatabileceği için bu durumu önlemek amacıyla yapraklar mümkün olan en kısa sürede fabrikaya özenle taşınmalıdır (Hara ve ark., 1995). Çay üretimi, elde edilecek nihai ürüne bağlı olarak değişmekle beraber genel olarak soldurma, kıvrırma, fermentasyon ve kurutma gibi 4 farklı işlem sonucunda gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.1). Siyah çay üretiminde bütün aşamalar takip edilirken, oolong çay üretiminde soldurma işlemi güneş ışığında gerçekleştirilmekte ve kıvrırmadan çıkan çay yaprakları kısmi olarak fermentasyona uğratılmaktadır. Yeşil çay üretiminde ise farklı olarak fabrikaya gelen yaş çay yaprakları sıcak su buharı (Japon tipi yeşil çay) veya soldurmanın ardından kuru sıcak hava (Çin tipi yeşil çay) uygulaması şeklinde doğrudan sıcaklığa tabii tutulmakta ve fermentasyon işlemi uygulanmamaktadır. Siyah çayın işlenmesinde Ortodoks yöntemi dünyada ve Türkiye’de diğer yöntemlere göre daha yaygın şekilde uygulanmaktadır. Dünyada toplam siyah çayın %54’ü Ortodoks yöntemine göre üretilmektedir (Kacar, 2010). Ancak son yıllarda Türkiye’de CTC, rotorvane ve Çaykur yöntemi adı verilen kombine (rotorvane + ortodoks + rotorvane) sistem uygulamasının kullanımı artmaktadır (Sari ve Velioglu, 2013).



**Şekil 2.1** Farklı Çay Çeşitlerine Ait Üretim Aşamaları (Hilal ve Engelhardt, 2007)

## 2.4 Çayın Sağlığa Faydaları

Yeşil ay, ağlar boyunca Hindistan, Çin, Japonya ve Tayland gibi lkelerde Ayurveda, Unani ve Homeopati gibi çeşitli geleneksel tıp sistemlerinde şifalı bitki olarak kullanılmıştır (Mishra ve ark., 2013).

Gıdalarda bulunan fenolik bileşiklerin özellikle flavonoidlerin insan sağlığı açısından çok önemli rol oynadığı düşünölmektedir (Ho, 1994). Yeşil ay, kateşin, polifenoller ve özellikle EGCG açısından zengindir. Epigallokateşin gallat (EGCG)'ın serbest radikalleri temizleme aktivitesini doğrulayan ve çay kateşinlerinin C ve E vitaminleri, tokoferol ve karotenden daha iyi antioksidanlar olduğunu açıklayan çalışmalar mevcuttur (Vinson ve ark., 1995; Craig, 1999). Genel olarak yeşil çay, daha yüksek EGCG içeriği nedeniyle antioksidan aktivite açısından siyah çaydan daha üstündür (Akbulut ve ark., 2020). EGCG kanser hücrelerinin büyümesini engellemenin yanında sağlıklı dokulara zarar vermeden kanser hücrelerini öldüren güçlü bir antioksidandır (Shu ve ark., 2003; Xu ve ark., 2003). Yeşil ay tüketimi, kanser, romatoid artrit, yüksek kolesterol, kardiyovasküler hastalıklar, enfeksiyon ve bozulmuş bağışıklık fonksiyonu gibi tıbbi durumlara yarar sağlamaktadır (Mishra ve ark., 2013).

Kafein, merkezi sinir sistemini etkileyip beyindeki kılcal damarları genişletmesi ve kan akışını hızlandırması sebebiyle insanların kendilerini canlı hissetmesini, yorgunluklarının azalmasını ve din kalmalarını sağlamaktadır. Ayrıca kafein ilaç endüstrisinde hafif baş ağrıları ve migren ağrılarının önlenmesinde kullanılan ağrı kesici tabletlerde yer almaktadır. Diğer taraftan astım, safra kesesi hastalığı, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu tedavisinde de kafeinden yararlanılmaktadır (Tabak, 2017). Kafein tüketimi ile böbreklerde meydana gelen büyük değişiklikler sonrasında idrar söktürücü bir etki ortaya çıkmaktadır. Kafein böbrekte kan akışını arttırmanın yanı sıra sodyum ve suyun geri emilimini de engelleyebilmektedir (Sharangi, 2009). Kafein ve metabolitleri vücutta birikmez, ancak demetile edilir, oksitlenir ve esas olarak metilürik asit formunda atılır (Stagg ve Millin, 1975).

Yanagimoto ve ark., (2003) yeşil, oolong ve siyah çaylardan elde edilen uçucu ekstraktların antioksidan, antiinflamatuvar ve antibakteriyel etkiye sahip olduklarını ve



yeşil çay ekstraktının incelenen özellikler bakımından en güçlü aktiviteyi sergilediğini açıklamışlardır.

Fujiki (1999) Japonya'da 8000'den fazla kişi ile yaptığı çalışmada iki farklı sonuç bildirmiştir. İlk olarak, günde en az 10 bardak yeşil çay tüketiminin kanserin başlamasında gecikmeye neden olduğu belirtilmiştir. İkinci olarak, evre I ve II meme kanseri hastaları üzerinde yapılan araştırmalarda, günde beş bardaktan fazla yeşil çay tüketen hastaların günde dört bardaktan az yeşil çay tüketen hastalara göre hastalığın nüks etme oranının daha düşük ve hastalısız geçirilen dönemin daha uzun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Miura ve ark., (2001) tarafından çay ekstraktının kronik alımı ile gerçekleştirilen araştırmaya göre muhtemelen çayın güçlü antioksidatif aktivitesi yoluyla plazma LDL kolesterolünü azaltıp, plazma HDL kolesterolünü ise artırmak suretiyle damar sertliğinin ve özellikle koroner arter hastalığının gelişimini önlediği kanısına varılmıştır.

Yang ve ark., (2004) tarafından çay tüketiminin hipertansiyon üzerindeki koruyucu etkilerinin araştırıldığı çalışmada; deneklerin %39.8'i 1 yıl veya daha uzun süre 120 ml/gün yeşil veya oolong çay tüketmeye devam etmiş ve bu bireylerde 1 yıldan az çay içen veya hiç çay içmeyenlere kıyasla hipertansiyon gelişme riskinin anlamlı oranda düştüğü belirtilmiştir.

Song ve ark., (2005) yeşil çay kateşinlerinin influenza virüsü üzerine antiviral etkisini inceledikleri çalışmada yeşil çaydan elde edilen kateşinlerin hücre kültüründe influenza virüsünü inhibe etme yeteneklerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, EGCG ve ECG'nin güçlü inhibitörler olduğu, EGCG'nin en etkili sonucu verdiği belirtilmiştir. Ayrıca, kateşin gruplarının antiviral aktivite üzerinde önemli rol oynadığı saptanmıştır.

Shimizu ve ark., (2010) akciğer kanseri bulaşmış hücreler enjekte edilen fareler üzerinde yaptıkları deneylerde, farelere yeşil çay kateşini içeren su vererek tümör üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, yeşil çay kateşini uygulanan farelerde 6 ila 24 saat sonra akciğer metastazı birikiminin önemli ölçüde bastırıldığı ve akciğerli hücre sayısının kontrol grubuna göre önemli ölçüde azaldığı görülmüştür.

George ve ark., (2008) diyetlerde yer alan polifenolik bitki kaynaklı bileşiklerin kanseri önleyici özelliklere sahip olduğunu gösteren önemli deneysel

kanıtların olduğunu rapor etmektedirler. Siyah çayın deri kanserini önlediğini, yeşil çayın ise kadınlarda meme ve mide kanserine, erkeklerde prostat kanserine karşı etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

## 2.5 Çayın Kimyasal İçeriği

Doğal fenoller ve polifenoller, bitkilerde doğal olarak bulunan bileşiklerdir. Polifenoller içerisinde “flavonoidler” olarak adlandırılan bir grup, sağlığa katkıda bulunma potansiyeline sahip olmaları nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Polifenollerin doğal kaynaklarından bir tanesi de çaydır (Dey ve ark., 2012).

Çayın tadını ve sağlık üzerindeki etkilerini belirleyen fitokimyasal yapısı (Tablo 2.1) aynı zamanda çayda kalite kriteri olarak dikkate alınmaktadır. Kurutulmuş çay, yaklaşık %20-40 polifenolik bileşikler, %2-5 amino asitler ve %3-5 kafein içermektedir (Yang, 2005). Çay yaprağının kuru ağırlığının genel olarak %30'unu oluşturan çay polifenollerini çayın ana bileşenleridir. Çayın polifenolik içeriğini flavanoller, flavandioller, flavonoidler ve fenolik asitler oluşturmaktadır.

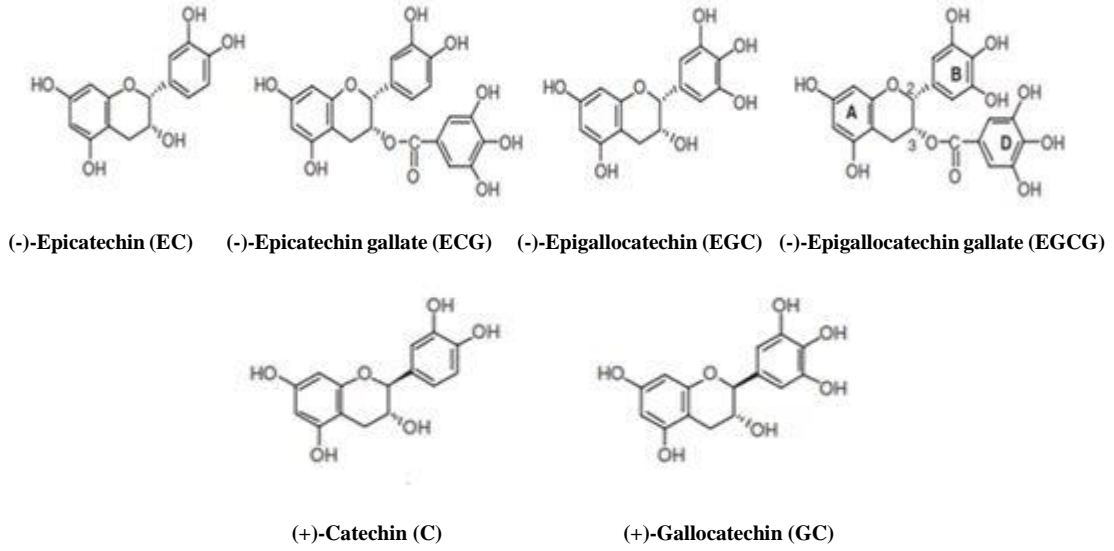
**Çizelge 2.1** Genç Çay Sürgününün Kimyasal Bileşimi (Kaur ve ark., 2014)

Madde	Miktar g/100g (kuru ağırlık bazında)
Flavanoller	
(-)-Epigallocatechin 3-gallate (EGCG)	9-13
(-)-Epigallocatechin (EGC)	3-6
(-)-Epicatechin 3-gallate (ECG)	3-6
(-)-Epicatechin (EC)	1-3
Gallocatechin (GC)	1-2
(+)-Catechin (C)	1-2
Flavonoller ve diğer glikozidler	3-4
Leukoantosyaninler	2-3
Fenolik asitler: teogallin ve diğerleri	4
Toplam polifenoller	27-40
Kafein	3-4
Amino asitler	
Teainin	2
Diğerleri	2
Karbonhidratlar	4
Organik asitler	0.5
Uçucu maddeler	0.01
Polisakkaritler	
Nişasta	2-5
Diğerleri	12
Protein	15
Kül	5
Selüloz	7
Lignin	6
Lipidler	3

Yaş çay yaprağındaki polifenollerin çoğu (yaklaşık %50-70), (+)-kateşin (C), (-)- kateşin gallat (CG), (-)- epikateşin (EC), (-)- epikateşin gallat (ECG), (-)- epigallokateşin (EGC), (-)- gallokateşin (GC), (-)- gallokateşin gallat (GCG) ve epigallokateşin gallat (EGCG) bileşiklerini içeren ve kateşinler olarak adlandırılan monomerik flavanollerdir (Mukhtar ve Ahmad, 2000; Li ve ark., 2018). Çay kateşinlerinden (-)-EGCG, (-)-EGC, (-)-ECG ve (-)-EC, (+)-GC ve (+)-C, taze çay yaprağında doğal olarak bulunmaktadır (Wright ve ark., 2000). Polifenoller ve kafein çayın önemli kalite kriterleri olup bu bileşiklerin oranı ve miktarı çayların tadı ve kalitesine etki etmektedir (Lin ve ark., 1998). Çaya acılık ve burukluk katarak çayın karakteristik tadının oluşmasını sağlayan maddeler polifenolik bileşikler, amino asitler ve kafeindir (Yamanishi, 1995).

Yeşil çay, *Camellia sinensis* L. yapraklarının dehidrasyonu yoluyla elde edilirken polifenol bileşikleri oksidasyona uğramaktadır. Bu nedenle yeşil çay, kateşin grubundan (Şekil 2.2) monomerik polifenollerini yüksek konsantrasyonlarda içermektedir (Çelik, 2006). Bugüne kadar çay çeşitleri üzerinde yapılan araştırmalarda EGCG ve toplam kateşin içeriği bakımından en yüksekten en düşüğe doğru beyaz çay, yeşil çay, oolong çay ve siyah çay şeklinde sıralama yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Yen ve Chen, 1995; Cabrera ve ark., 2003; Lin ve ark., 2003; Akbulut ve ark., 2020).

Avustralya'da genç çay filizlerinden toplanan taze yaprakların analizlerine göre kuru maddede 101.0 mg/g miktara sahip EGCG bileşiği ana flavanol olarak belirlenirken, EGC (32.5 mg/g), ECG (31.0 mg/g) ve EC (15.0 mg/g) diğer önemli flavanoller olarak tespit edilmiştir (Yao ve ark., 2004). Benzer şekilde, Aucamp ve ark. (2000)'nin kurutulmuş taze çay yapraklarında yaptıkları çalışmada, kateşinlerin sıralamasının EGCG (78.77 mg/g), EGC (25.68 mg/g), ECG (15.18 mg/g), EC (6.73 mg/g), C (0.87 mg/g) şeklinde olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda taze çay yaprağında kuru ağırlığın %10'una tekabül eden EGCG'nin ana bileşik olduğunu, bunu ECG (%2.8), EGC (%1.7) ve EC (%0.8) bileşiklerinin takip ettiğini belirten çalışma da bulunmaktadır (Jin ve ark., 2014).



**Şekil 2.2** Çay Yaprağında Bulunan Bazı Önemli Kateşin Bileşiklerinin Molekül Yapıları (Keleşoğlu, 2012)

Canlılarda serbest radikal oluşumunu önleyerek *in vivo* ve *in vitro* oksidatif reaksiyonları bloke eden ve “antioksidan” adı verilen doğal bileşikler bulunmaktadır. Antioksidanlar, oksidatif reaksiyonların düzenlenmesini sağlayan kontrol ajanlarıdır. Gıdalarda A, E ve C vitaminleri ve selenyum minerali gibi yaygın antioksidanlar mevcuttur. Polifenol yapısındaki bileşiklerin çoğunun antioksidan aktiviteye sahip olduğu kanıtlanmıştır. Yeşil ve siyah çaydan elde edilen polifenoller, kimyasal ve biyokimyasal testlerin sonuçlarına göre, etkili antioksidanlar olarak açıklanmış, yeşil çay polifenollerinin butillenmiş hidroksiyanozil (BHA), butillenmiş hidroksitoluen (BHT), askorbik asit ve E vitamini gibi geleneksel antioksidanlardan daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Harbowy ve ark., 1997).

En yüksek antioksidan içeriğe sahip olan beyaz çay ve yeşil çayı sırasıyla oolong çay ve siyah çay takip etmektedir (Roginsky ve ark., 2003). Çay kateşinlerinin antioksidan aktivitelerinin epigallokateşin gallat (EGCG)> epigallokateşin (EGC)> epikateşin gallat (ECG)> epikateşin (EC) şeklinde sıralandığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, bu sıralamanın epigallokateşin gallat (EGCG)> epikateşin gallat (ECG)> epikateşin (EC)> epigallokateşin (EGC) veya epigallokateşin gallat (EGCG)= epigallokateşin (EGC)> epikateşin gallat (ECG)= epikateşin (EC)> kateşin (C) olarak rapor edildiği araştırmalar da mevcuttur (Luczaj ve Skrzydlewska, 2005; Sarıca ve Diktaş, 2008). Kateşinlerin arasında toplam kateşin miktarının yaklaşık yarısını

karşılıyan ve en güçlü kateşin olan epigallokateşin gallat'ın antioksidan aktivitesi C ve E vitaminlerinden yaklaşık 25-100 kat daha güçlüdür (Khan ve ark., 2008).

Yeşil ve siyah çayın kalitesini belirlemede önemli bileşikler arasında yer alan kafein, teofilin ve teobromin çay alkaloidlerini oluşturan başlıca metil ksantinlerdir. Çay alkaloidleri içerisinde kuru ağırlığın yaklaşık %3-4'ünü oluşturan kafein, çayda en fazla bulunan metilksantin bileşimidir ve çay polifenolleri ile kompleks oluşturarak çayın tadını olumlu yönde etkilemektedir (Taylor ve McDowell, 1993; Obanda ve ark., 1997). Kafein gastrointestinal sistem tarafından hızla emilmekte ve merkezi sinir sistemi için bir uyarıcı görevi görmektedir (Botwright, 1997). Kafein miktarı çay bitkisinin bütün organlarında eşit düzeyde değildir ve ilk yapraktan alt yapraklara doğru gidildikçe kafein oranı azalmaktadır (Mammadov, 2014). Siyah çay üretiminde kafein içeriği fazla olan Çin hibrit çeşitlerinin kullanılmasından dolayı siyah çayın kafein içeriği diğer çaylardan daha yüksektir (Astill ve ark., 2001).

Goto ve ark., (1996) yeşil çaydaki bireysel kateşinler ve kafein içeriğini tespit ettikleri araştırmada 6 farklı yeşil çay örneği kullanmışlardır. Analiz edilen yeşil çay örneklerinin kafein miktarı %3.07-3.87 aralığında bulunmuştur. Bireysel kateşinlerden epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC) ve epigallokateşin gallat (EGCG) bileşikleri sırasıyla %0.45-1.11, %1.64-4.39, %5.94-9.26 arasında değerler almışlardır.

Lin ve ark., (1996) çay bitkisinin farklı kısımlarındaki kateşin içerikleri üzerine yürüttükleri çalışmada bitkinin genç yaprakları, yaşlı yaprakları ve gövdesine ait örneklerde analizler gerçekleştirmişlerdir. İçeriği belirlenen EGCG bileşiği genç yaprakta, yaşlı yaprakta ve gövdede sırasıyla %2.83, %1.02, %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.

Botwright (1997)'ın kontrollü şartlar altında çevre faktörlerinin çayın hasat zamanı, verimi ve kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirdiği çalışmada birinci hasatta 123 mg/g olan toplam fenolik içeriği ikinci hasatta önemli ölçüde artarak 141 mg/g'a çıkmıştır.

Obanda ve ark., (1997) 15 adet yüksek verimli klondan iki yaprak ve bir tomurcuğu temsil edecek şekilde aldıkları yaş çay yapraklarına ait örneklerde flavanol kompozisyonu, kafein ve toplam polifenol içeriğini araştırmışlardır. Epigallokateşin

78.10–269.30  $\mu\text{mol/g dm}$ , kateşin 0.03–47.20  $\mu\text{mol/g dm}$ , epikateşin 36.20–57.90  $\mu\text{mol/g dm}$ , epigallokateşin gallat 132.30–256.60  $\mu\text{mol/g dm}$  ve kafein 27.6–45.1  $\text{g/kg dm}$  arasında değişmiştir. Araştırmacılar, çalışma sonuçlarına dayanarak epikateşin gallat (ECG), epigallokateşin gallat (EGCG) ve kafein içeriğini çayda kalite göstergeleri olarak açıklamışlardır.

Khokhar ve ark., (1997) çay kateşinlerinin belirlendiği bir HPLC yöntemi oluşturmak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada siyah çay, yeşil çay ve oolong çay örneklerindeki kateşinleri belirlemişlerdir. Farklı çaylardaki kateşin seviyeleri incelendiğinde; epigallokateşin (EGC) <5 mg/l ile 287 mg/l, epikateşin (EC) 17 mg/l ile 94 mg/l ve epigallokateşin gallat (EGCG) 18 mg/l ile 408 mg/l aralığında bulunurken bu çayların hiçbirinde kateşine rastlanmamıştır.

Manzocco ve ark., (1998) tarafından çay ekstraktlarının antioksidan özelliklerinin incelendiği çalışmada yerel marketlerden satın alınan siyah çay ve yeşil çay örneklerinin kuru yapraklarında toplam fenolik madde miktarı tayin edilmiştir. Toplam fenol içeriği yeşil çay örneğinde 953.84 mg GAE/L, siyah çay örneğinde ise 801.16 mg GAE/L oranında bulunmuştur.

Lee ve Ong (2000) tarafından yeşil çay, oolong çay ve siyah çay çeşitlerine ait, ticari olarak temin edilen sekiz adet çay numunesinde kateşinlerin içeriği yüksek performanslı sıvı kromatografisi ve kılcal elektroforez ile karşılaştırılarak analiz edilmiştir. HPLC analizleri neticesinde EGCG içeriği 0.30 ile 35.46 mg/g, EGC içeriği 0.60 ile 36.53 mg/g ve EC içeriği 0.49 ile 8.59 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Provan ve ark., (2000) yüksek performanslı sıvı kromatografi kullanarak, yeni geliştirilen izokratik elüsyon sistemi ile farklı çay örneklerinde kateşinler, kafein ve gallik asit tayini yapmışlardır. Örneklerde epigallokateşin, kateşin, kafein, epigallokateşin gallat ve epikateşin bileşiklerine ait değerler sırasıyla 0.90-36.2 mg/100 ml, 0.50-1.41 mg/100 ml, 22.9-38.2 mg/100 ml, 0.95-32.6 mg/100 ml ve 1.45-9.54 mg/100 ml olarak belirlenmiştir.

Astill ve ark., (2001) siyah çay ve yeşil çay infüzyonlarının kafein ve polifenol içeriğini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla ürünün ve hazırlama esnasındaki değişkenlerin katkılarını değerlendiren kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla ilk olarak iki ana ticari çay ürünü olan siyah çay (55 adet) ve yeşil çay (95 adet)

örneklerinden hazırlanan %70 metanol ekstraktlarında analizler yapılmıştır. Toplam fenol içeriği yeşil çayda %11.9-25.2 (ortalama %17.5), siyah çayda %7.3-21.9 (ortalama %14.4) ve kafein miktarı yeşil çayda %1.18-3.66 (ortalama %2.69), siyah çayda %2.21-3.97 (ortalama %3.23) seviyelerinde değişmiştir. Çay ürününün ait olduğu kökenleri değerlendirmek amacıyla farklı orijinlerden yeşil ve siyah çay ürünlerinde metanol ekstraksiyonları hazırlanmış ve kimyasal kompozisyonlarına bakılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; yeşil çay ve siyah çayın toplam fenol içeriği sırasıyla %13.75-20.43 ve %9.03-16.22, kafein miktarı ise aynı sıra ile %2.33-2.85 ve %2.41-3.69 aralığında belirlenmiştir. Ayrıca çay üretimi aşamalarında yaprak bileşimindeki değişiklikleri ortaya koymak için Assam çayının (*Camellia sinensis* Var. *assamica*) taze yapraklarından yeşil çay ve siyah çay üretimi esnasında örnekler alınarak içerikleri tayin edilmiştir. Araştırma verilerine dayanarak toplam fenol içeriğinin yeşil çayda %23.69-25.05, siyah çayda %17.13-25.16, ve kafein miktarının yeşil çayda %3.18-3.82, siyah çayda %3.18-3.75 değerleri arasında değiştiği bildirilmiştir.

Khokhar ve Magnusdottir (2002) Birleşik Krallık'ta yaygın olarak tüketilen çayların toplam fenol, kateşin ve kafein içeriklerini belirlemek amacıyla süpermarketlerden poşet çaylar ve çay yaprakları olarak bu örneklerde analizler gerçekleştirmişlerdir. Siyah çaylarda 80.5-134.9 mg/g dm ve yeşil çaylarda 87-106.2 mg/g dm değerleri arasında toplam fenol içeriği tespit edilmiştir. Kafein miktarı siyah çaylarda 22-28 mg/g dm, yeşil çaylarda ise 11-20 mg/g dm aralığında bulunmuştur.

Zuo ve ark., (2002) tarafından yeşil çay, oolong çay, pu-erh çay ve siyah çay çeşitlerine ait sekiz çay örneğinde kafein ve kateşin bileşiklerinin tayini yapılmıştır. Kafein içeriği 7.44 mg/g-29.6 mg/g, EGCG içeriği 1.99 mg/g-62.4 mg/g, EGC içeriği 5.71 mg/g-37.6 mg/g ve EC içeriği 1.36 mg/g-10.3 mg/g arasında değişmiştir.

Cabrera ve ark., (2003)'ün antioksidan aktiviteye sahip çay bileşenleri üzerine yaptıkları çalışmada, farklı coğrafi kökene sahip olan fermente edilmiş (siyah ve kırmızı), yarı fermente (oolong) ve fermente edilmemiş (yeşil) 45 adet çay örneği ile çalışılmıştır. Analiz edilen numunelerde gallik asit, kafein ve dört ana kateşin bileşiğinin seviyelerinin yanı sıra antioksidan aktiviteler de incelenmiştir. Analiz sonucunda epigallokateşin gallat 1.4 mg/g-103.5 mg/g, epigallokateşin 3.9 mg/g-45.3

mg/g, epikateşin gallat 0.2 mg/g-45.6 mg/g, epikateşin 0.6 mg/g-21.2 mg/g ve kafein içeriği ise 7.5 mg/g-86.6 mg/g arasında değişmiştir. Veriler doğrultusunda yeşil çayın hem oolong hem de siyah çaydan daha yüksek kateşin içeriğine sahip olduğu ve fermantasyon süreci ile kateşin seviyelerinin önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir.

Liang ve ark., (2003) siyah çay kalitesini belirleyebilmek amacıyla çay infüzyonlarının kimyasal kompozisyonunu analiz etmişlerdir. Çalışmada 17 siyah çay örneğinde kafein, EGC, C, EC ve EGCG sırasıyla 36.0-58.7 mg/g, 0.33-4.94 mg/g, 0.90-8.54 mg/g, 0.36-8.18 mg/g ve 0.72-11.90 mg/g aralığında tespit edilmiş, polifenol içeriği ise 24.8 ile 131 mg/g değerleri arasında belirlenmiştir.

Pomponio ve ark., (2003) mikroemülsiyon elektrokinetik kromatografisi kullanarak organik yeşil çayın da dahil olduğu farklı yeşil çay örneklerinde kafein ve bireysel kateşin içeriğini belirlemiştir. Organik yeşil çaylarda C, EC, EGC ve EGCG miktarlarını sırasıyla 0.50-1.020 mg/g, 4.00-16.20 mg/g, 13.00-19.30 mg/g ve 18.00-22.80 mg/g, diğer yeşil çaylarda ise aynı sıralama ile 2.00-2.05 mg/g, 17.05 mg/g, 65.00-66.00 mg/g ve 39.84-40.00 mg/g bulmuşlar ve kafein miktarını organik yeşil çayda 21.20-21.72 mg/g olarak, diğer yeşil çaylarda ise 16.10-18.36 mg/g aralığında tayin etmişlerdir.

Nishitani ve Sagesaka (2004) piyasadan tedarik edilen yeşil, oolong ve siyah çay numunelerinde fenolik bileşikler, kafein ve kateşin bileşiklerini tespit etmişlerdir. Örneklerde EGCG içeriği %4.91-%8.71, EGC içeriği %1.13-%6.27, EC içeriği %0.32-%0.97, C içeriği %<0.006-%0.22 ve kafein içeriği %2.51-%3.62 aralığında değişmiştir.

Ilgaz ve ark., (2005) ilk hasatta elde edilen çaylardan üretilen tasnif edilmemiş yeşil çayların ortalama polifenol değerini %31.1 olarak tespit etmişlerdir. Bununla beraber çalışmada, ÇAYKUR'a ait 6 farklı yeşil çay (ortalama %31.4) ile piyasada bulunan değişik kökenlere sahip 6 farklı yeşil çayın (ortalama %30.7) polifenol içeriği karşılaştırılmıştır.

Luximon-Ramma ve ark., (2005)'nın ticari olarak temin edilen dokuz adet siyah çay çeşidinde flavonoidler ile antioksidan kapasiteleri belirledikleri çalışmada eş zamanlı olarak tomurcuk içeren taze çay yaprağı mart ayı içerisinde toplanıp ekstrakte edilmiş ve incelenmiştir. Siyah çay örneklerinin toplam fenolik içeriği 62 mg GAE/g



dw ile 107 mg GAE/g dw aralığında değişmiş, taze çay yaprağının toplam fenolik içeriği ise 184 mg/g dw gallik asit eşdeğerliğinde tespit edilmiştir. Siyah çay örneklerinde kateşin 929-2052 µg/g, epikateşin 5606-12,601 µg/g, epigallokateşin 303-1793 µg/g ve epigallokateşin gallat 3916-7284 µg/g arasında bulunmuştur. Taze çay yaprağının ise kateşin, epikateşin, epigallokateşin ve epigallokateşin gallat bileşiklerini sırasıyla 2.64 µg/g, 17.02 µg/g, 15.07 µg/g ve 25.38 µg/g düzeylerinde içerdiği bildirilmiştir.

Sharma ve ark., (2005)'nin HPLC ile çay biyokimyasallarını tespit ettikleri bir çalışmada, çay örnekleri farklı ekstraksiyon sürelerinde, farklı çözücüler kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Farklı çözücülerin kullanıldığı ekstraksiyon örneklerinde gerçekleştirilen biyokimyasal analizler neticesinde kafein 8.5-46.0 mg/g dw, EGCG 4.0-59.2 mg/g dw, EGC 1.0-37.0 mg/g dw, EC 1.0-14.5 mg/g dw ve kateşin 1.0-1.38 mg/g dw değerleri arasında bulunmuştur.

Özdemir ve ark., (2006) sürgün dönemi ve rakıma bağlı olarak taze çay yaprağı ile farklı sınıf çayların polifenolik madde değişimlerini incelemiştir. Kurutulmuş yeşil çay yaprağında kafein miktarı 1.640-2.145 g/100g aralığında değişmiş ve toplam fenolik madde içeriği 10.145-16.000 g/100g değerleri arasında gerçekleşmiştir. 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. Siyah çay örneklerinde kafein bileşigi en düşük 1.505 g/100g, en yüksek 2.490 g/100g oranında bulunmuş ve toplam fenolik madde miktarı 3.790 ile 8.355 g/100g düzeylerinde değişmiştir. Siyah çay numunelerinin içerdiği C, EC, EGC ve EGCG miktarları sırasıyla 0.115-0.260 g/100g, 0.230-0.375 g/100g, 0.540-0.845 g/100g ve 0.635-1.100 g/100g olarak bildirilmiştir.

Chan ve ark., (2007) *Camellia sinensis* var. *assamica*'dan toplanan taze sürgün, genç yaprak ve yaşlı yapraklarda antioksidan aktiviteyi belirlemek amacıyla analizler gerçekleştirmişlerdir. Toplam fenolik içeriği 5836 mg GAE/100g ile 7666 mg GAE/100g değerleri arasında bildirilmiştir. FRAP metoduna göre belirlenen antioksidan aktivite tayininde 21.3 mg GAE/g ile 55.6 mg GAE/g aralığında değişim göstermiştir.

Karori ve ark., (2007) siyah, yeşil, oolong ve beyaz çay çeşitlerini içeren on iki farklı ticari çay örneğinin fenolik bileşenleri, toplam polifenol içeriği ve antioksidan aktivitelerini kıyaslamışlardır. Çalışmanın sonucunda yeşil çay numunelerinin en yüksek kateşin, toplam polifenol ve toplam antioksidan aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır. Çay çeşitlerinin epigallokateşingallat ve epigallokateşin içeriği yüksek miktarda bulunurken, epikateşin ve kateşin miktarlarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kenya ticari çaylarının kateşin bileşiklerine ait veriler incelendiğinde; epigallokateşin gallat içeriği yeşil çayda %3.11-6.78, siyah çayda %1.43-2.82, epigallokateşin içeriği yeşil çayda %4.91-5.47, siyah çayda %3.07-5.91, epikateşin içeriği yeşil çayda %0.98-1.56, siyah çayda %0.25-0.79, kateşin içeriği ise yeşil çayda %0.30-0.43, siyah çayda %0.20-0.37 aralığında değişmiştir. Çay ekstraktlarının toplam kateşin içeriklerinin antioksidan aktiviteleri üzerine önemli etki gösterdiği buna bağlı olarak yüksek düzeyde kateşin bileşikleri ihtiva eden çay ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin de yüksek çıktığı belirtilmiştir. Genel olarak yeşil çaylar (%73.31-77.22) siyah çaylara (%71.19-73.31) kıyasla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olsa da siyah çayın işlenmesi sırasında kateşinlerin farklı maddelere dönüşümünün siyah çayların antioksidan aktivitesini etkilemediğini belirlemişlerdir. İlâveten araştırmacılar çayın yaygın olarak tüketilmesinde doğal olarak antioksidan özelliklere sahip maddeler içermesinin önemli rol oynadığını ve çayın insan sağlığına katkıda bulunabileceğini ifade etmişlerdir.

Sağlam ve Türkyılmaz (2007) tarafından siyah çay, yeşil çay ve beyaz çay çeşitlerine ait 18 çay örneğinin kateşin içerikleri ve kafein miktarları belirlenmiştir. 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.

Türkmen (2007) farklı hasat dönemlerinde toplanan ve farklı kıvrırma yöntemleri uygulanarak işlenen yedi sınıf siyah çay örneğinde fenolik maddelerin ve alkaloid bileşiklerin miktar ve dağılımını araştırmıştır. Bu örneklerin yanı sıra siyah çaylar ile farklılıkları inceleyebilmek amacıyla taze çay filizleri ve ÇAYKUR poşet çayında da analizler gerçekleştirilmiştir. Siyah çay örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 47.05 ile 83.40 mg GAE/g aralığında bulunurken kafein miktarı 17.51 ile 26.26 mg/g, epigallokateşin gallat içeriği 0.25 ile 3.16 mg/g değerleri arasında tespit

edilmiştir. Taze çay filizlerinde kafein (29.12 mg/g, 37.40 mg/g), EGC (29.62 mg/g, 47.11 mg/g), C (1.64 mg/g, 2.58 mg/g), EC (14.68 mg/g, 16.01 mg/g) ve EGCG (87.69 mg/g, 130.46 mg/g) bileşikleri belirlenmiştir.

Alarcón ve ark., (2008) farklı bitkilere ait infüzyonların antioksidan kapasitesini belirledikleri çalışmada siyah çay, yeşil çay ve beyaz çay örneklerinin ekstraktlarında toplam fenol içerikleri ve antioksidan özellikleri değerlendirmişlerdir. Toplam fenol miktarı siyah çayda 553 mg GAE/L ve 677 mg GAE/L, yeşil çayda 517 mg GAE/L, beyaz çayda 445 mg GAE/L olarak bulunmuştur. Antioksidan kapasitesi (ORAC-FL) siyah çaylarda 2329 mg/L ve 2957 mg/L, yeşil çay ve beyaz çayda ise sırasıyla 2086 mg/L, 1721 mg/L tespit edilmiştir.

Anesini ve ark., (2008) Arjantin’de yetiştirilen ve sanayileştirilen sekiz markaya ait on iki adet yeşil ve siyah örneğinin toplam polifenol içeriği ve in vitro antioksidan kapasitesini belirlemişlerdir. Analiz sonucunda yeşil çayın polifenol konsantrasyonu siyah çaydan daha yüksek bulunmuştur. Yeşil çayda %21.02-%14.32 GAE değerleri arasında polifenol içeriği tespit edilmiş olup siyah çayda ise polifenol konsantrasyonu %17.62-%8.42 GAE aralığında değişmiştir.

Hajimahmoodi ve ark., (2008)’nın yeşil çayların toplam antioksidan kapasitesinin demir indirgeme antioksidan güç testi ile belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada beş adet yeşil çay örneğinin metanol ile ekstraksiyonunu yaparak antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik madde içeriklerini tespit etmişlerdir. Antioksidan aktiviteleri 0.554 mmol Fe<sup>II</sup>/g ile 3.082 mmol Fe<sup>II</sup>/g aralığında ve toplam fenol içerikleri 0.030 g GA/ g ile 0.196 g GA/ g değerleri arasında bulunmuştur.

Ercisli ve ark., (2009) Türkiye’de yetiştirilen çay bitkisine ait Derepazarı 7 isimli klondan 2005 ve 2006 yıllarında üç hasat döneminde toplanan taze çay yaprağı örneklerinde toplam fenolik, antioksidan aktivite, bitki besin elementleri ve yağ asitlerini analiz etmişlerdir. Antioksidan aktivite tayininde hasat zamanlarının en yüksekten en düşüğe doğru sıralaması 2. hasat (%89.27), 3. hasat (%85.17) ve 1. hasat (%84.43) şeklinde olmuştur. Toplam fenolik madde içeriğine göre hasat zamanları 2. hasat (80.69 µg GAE/mg)> 3. hasat (62.88 µg GAE/mg)> 1. hasat (59.44 µg GAE/mg) olarak sıralanmıştır.

Komes ve ark., (2009) beş çay türünün (beyaz, sarı, yeşil, oolong, siyah) dört farklı yöntem ile kafein içeriği ve antioksidan kapasitelerini tespit etmişlerdir. Çay ekstraktlarında antioksidan aktivite yeşil çay, oolong çay ve siyah çayda sırasıyla 10.20 mM Fe(II), 4.16 mM Fe(II) ve 9.02 mM Fe(II) oranlarında bulunmuştur. Kafein içeriği bakımından sıralamanın siyah çay (%2.79)> oolong çay (%2.77)> yeşil çay (%2.35) şeklinde olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar çalışma verilerine göre, kafeinin antioksidan kapasitesinin neredeyse yok denecek kadar az olduğunu ve çayın genel antioksidan özelliklerine katkıda bulunmadığını belirtmişlerdir.

Erol ve ark., (2010) yedi farklı sınıf Türk siyah çayının polifenol ve alkaloid içerikleri ile antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Çalışmada polifenollerden, epigallokateşin gallat (1.06-3.16 mg/g dw) ve epikateşin gallat (0.73-2.54 mg/g dw) bileşikleri incelenmiştir. Kafein miktarı 23.16-26.26 mg/g dw değerleri arasında bulunmuştur. Antioksidan aktivite içeriği en düşük 8.23 g askorbik asit/100 g, en yüksek 8.84 g askorbik asit/100 g olarak bildirilmiştir.

Hanay (2011) Çaykur'dan temin edilen mayıs ayı üretimine ait farklı sınıflardaki siyah çay örnekleri ile piyasadan temin edilen yeşil çay örneğinin sıcaklık ve süreye bağlı olarak deme geçen etken madde miktarlarını belirlemiştir. Çalışmada farklı sıcaklık ve sürelerde ekstrakte edilen örneklerin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları, bu maddelerin bileşenleri ile kuru madde ve ekstrakt verimi ve antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Yeşil çay örneklerindeki fenolik ve flavonoid içeriğinin siyah çay örneklerindeki kıyasla daha yüksek olduğu ve antioksidan aktivite açısından da en yüksek sonuçların yeşil çayda tespit edildiği bildirilmiştir. Siyah çay örneklerinde (+)-C, (-)-EGC, (-)-EGCG, (-)-EC miktarları sırasıyla 2.65-4.50 mg/g, 2.57-14.45 mg/g, 0.73-3.47 mg/g, 1.97-5.35 mg/g olarak belirlenirken yeşil çayda ise sonuçlar aynı sıralama ile 5.76-13.61 mg/g, 5.72-9.60 mg/g, 25.64-47.59 mg/g, 4.23-6.95 mg/g aralığında değişmiştir. Kuru ağırlık üzerinden analizleri yapılan siyah ve yeşil çay örneklerinde kafein miktarları sırasıyla 25.28-46.47 mg/g, 27.85-30.70 mg/g arasında bulunmuştur. Siyah çay ve yeşil çay örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 25.63-122.35 mg/g değerleri arasında tespit edilmiştir. Antioksidan aktiviteleri incelendiğinde IC<sub>50</sub> değerlerine ait sonuçlar siyah çayda 0.69-1.78 mg/g DPPH, yeşil çayda ise 0.22-1.03 mg/g DPPH aralığında belirlenmiştir.

Taheri ve ark., (2011) tarafından beyaz, yeşil ve siyah çaydan elde edilen su ekstraktlarının antioksidan aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada toplam fenol içeriği ile antioksidan aktivite analizleri gerçekleştirilmiştir. Beyaz çay, yeşil çay ve siyah çay örneklerinde toplam fenol içerikleri sırasıyla 34.5 mg/g dw, 24.3 mg/g dw ve 18.4 mg/g dw olarak bulunmuştur. FRAP metoduna göre tespit edilen antioksidan aktivite içerikleri yine aynı sırayla 0.77 mmol Fe/ml, 0.58 mmol Fe/ml ve 0.42 mmol Fe/ml olarak açıklanmıştır.

Wei ve ark., (2011) çeşit ve çevre tarafından etkilenen çay (*Camellia sinensis* L.)'ın kateşin içeriğini araştırmışlardır. On farklı lokasyonda yetiştirilen üç çay çeşidinin toplam ve bireysel kateşin içerikleri belirlenmiştir. Çeşitler üzerinden ortalaması alınarak 10 lokasyondaki kateşinlerin ortalamaları oluşturulmuştur. Bu hesaplama ile elde edilen veriler ışığında; epigallokateşin 13.3-20.4 mg/g, kateşin 3.4-22.7 mg/g, epigallokateşin gallat 41.5-59.6 mg/g, epikateşin 4.0-7.3 mg/g aralığında tayin edilmiştir.

Burana Osot ve Yanpaisan (2012) Japonya, Tayland ve Çin'de üretilen 30 adet yeşil çayın kafein ve kateşin miktarlarını belirlemişlerdir. Kafein içeriği kuru çay örneğinde 5.81-27.62 mg/g değerleri arasında değişkenlik göstermiştir. Buna karşılık, 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 kuru çay aralığında değişen miktarlarda tespit edilmiştir.

Dey ve ark., (2012) Hindistan'da bulunan beş markaya ait çay örneğinin toplam polifenol içeriği ve antioksidan aktivite miktarı üzerine bir çalışma yapmışlardır. Örneklerin toplam polifenol içeriği 20.7 mg GAE/g ile 36 mg GAE/g arasında kaydedilmiştir. Araştırmacılar tarafından antioksidan aktivite ve toplam polifenol içeriği arasında pozitif yönde ve yüksek oranda korelasyon olduğu ifade edilmiştir.

Izzreen ve Fadzelly (2013) *Camellia sinensis* bitkisinin farklı kısımlarından (taze sürgün, genç ve olgun yapraklar) toplanan örneklerde fitokimyasal özellikler ve antioksidan aktiviteyi belirlemişlerdir. Çalışmada taze yapraklar belirtilen üç olgunluk seviyesinde toplanıp farklı fermantasyon süreçlerine tabi tutularak yeşil ve siyah çaylar elde edilmiştir. Toplam fenolik içeriği yeşil çayda 63.87-80.27 mg GAE/ g dw, siyah çayda 56.63-76.93 mg GAE/ g dw aralığında değişmiştir. FRAP metodu ile tayin

edilen antioksidan aktivite yeşil çayda 13.03-14.83  $\mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/\text{ml}$ , siyah çayda 12.40-14.33  $\mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/\text{ml}$  değerleri arasında tespit edilmiştir.

Karori ve ark., (2014) Kenya çay çeşitlerinde toplam fenol, antioksidan aktivite ve polifenolik içerik belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada Çay Araştırma Enstitüsü'nde bulunan 25 farklı çay klonundan yaş çay yaprakları almış ve minyatür çay fabrikasında her bir klondan yeşil çay ve siyah çay üretimi gerçekleştirmişlerdir. Yeşil çay örneklerinin toplam polifenol içeriği %19.70-26.12 ve antioksidan aktivitesi (AA) %88.30-94.05, siyah çay örneklerinin toplam polifenol içeriği %14.96-23.21 ve antioksidan aktivitesi %84.10-91.10 aralığında değişmiştir. Yeşil çay örneklerinde bireysel kateşinlerden EGCG, EGC, EC ve C bileşiklerinin miktarı sırasıyla %2.58-6.625, %1.490-6.255, %0.845-3.280, %0.320-2.690, siyah çay örneklerinde ise aynı sıralama ile %0.295-1.485, %0.505-4.065, %0.175-1.300, %0.0425-2.235 değerleri arasında sonuçlara ulaşılmıştır.

Chakraborty ve ark., (2015) farklı yüksekliklerden elde ettikleri çay yapraklarının antioksidan potansiyelini değerlendirdikleri çalışmada, taze çay yapraklarının antioksidan aktivitesi ile toplam fenol içeriğini incelemişlerdir. Hindistanda bulunan Darjeeling tepesinin altı farklı irtifasında (6900, 5800, 4500, 2500 ve 500 fit) yer alan çay plantasyonlarından taze çay yaprakları toplanmış ve kurutulan numunelerde analizler tamamlanmıştır. Antioksidan aktivitenin tayin edildiği ABTS radikal yakalama metodunda rakımlara göre miktarların değişimi; 2500 (301.33  $\mu\text{m GAE/g}$ ) > 500 (290.28  $\mu\text{m GAE/g}$ ) > 3600 (267.69  $\mu\text{m GAE/g}$ ) > 6900 (186.94  $\mu\text{m GAE/g}$ ) > 5800 (182.03  $\mu\text{m GAE/g}$ ) > 4500 (176.90  $\mu\text{m GAE/g}$ ) sıralamasında belirlenmiştir. Toplam fenol içeriği açısından rakımlar kademeli olarak azaldıkça (sırasıyla 6900, 5800, 4500, 3600, 2500 ve 500 fit), gallik asit eşdeğerlikleri taze yaprakta 11.48, 12.00, 11.76, 12.90, 13.23 ve 12.97  $\mu\text{m GAE/g}$  oranlarında tespit edilmiştir.

Widyaningrum ve ark., (2015) yeşil çay yapraklarının toplam fenolik madde ve epigallokateşin gallat içeriğine rakımın etkisini incelemişlerdir. Araştırmada 1000 m altı rakım (500-1000 m), 1000-2000 m rakım (1540 m) ve 2000 m üzeri rakımlı (2000-2050 m) üç bölgeden çay yaprakları toplanmıştır. Toplam fenolik içeriği ve EGCG konsantrasyonu sırasıyla 2000 m üzeri rakımda 900.87 mg/g GAE ve %22.35,

1540 m rakımda 847.85 mg/g GAE ve %26.18, 500-1000 m rakımda 818.51 mg/g GAE ve %25.85 miktarlarında belirlenmiştir.

Atalay ve Erge (2017) beyaz, yeşil ve siyah çay örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlemek üzere araştırma yapmışlardır. Toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivite açısından en yüksek değerler yeşil çaydan elde edilirken bunu sırasıyla beyaz çay ve siyah çay cinsleri takip etmiştir. Toplam fenolik içeriği yeşil çayda 105.16 mg/g, beyaz çayda 83.61 mg/g, siyah çay cinslerinde 61.94 mg/g ve 58.2 mg/g olarak bulunmuştur. Antioksidan aktivite miktarı yeşil çayda 9.7 µM TE/g, beyaz çayda 8.45 µM TE/g, siyah çay cinslerinde 2.75 µM TE/g ve 4.35 µM TE/g belirlenmiştir. Epigallokateşin gallat en yüksek yeşil çayda (44.71 mg/g) en düşük siyah çayda (3.86 mg/g), epigallokateşin en yüksek yeşil çayda (39.44 mg/g) en düşük beyaz çayda (2.31 mg/g), epikateşin en yüksek yeşil çayda (6.99 mg/g), en düşük siyah çayda (1.27 mg/g), kafein ise en yüksek beyaz çayda (35.83 mg/g), en düşük yeşil çayda (17.37 mg/g) tespit edilmiştir.

Efe (2017) ticari olarak satılan 10 adet siyah çaydan alınan örneklerde farklı demleme sürelerinin kimyasal bileşimler üzerine etkisini araştırmıştır. Siyah çay örneklerinin DPPH serbest radikal giderim aktivitesine ait IC<sub>50</sub> değerleri 23.91 µg/mL ile 65.35 µg/mL, ABTS katyon radikali giderim aktivitesine ait IC<sub>50</sub> değerleri ise 6.38 µg/mL ile 14.78 µg/mL arasında değişim göstermiştir. Toplam fenolik madde içeriklerinin ortalama değerleri, 115.43 mg GAE/g ile 185.63 mg GAE/g aralığında ve ortalama toplam fenolik madde içeriği 147.51 mg GAE/g düzeyinde tespit edilmiştir. Çay örneklerinin ortalama kateşin (C), epikateşin gallat (ECG), epigallokateşin (EGC), epigallokateşin gallat (EGCG) ve kafein içerikleri sırasıyla; 1.05 mg/g, 5.58 mg/g, 0.49 mg/g, 3.54 mg/g ve 25.98 mg/g miktarlarında bulunmuştur.

Özdemir ve ark., (2018) iki farklı yükseltiden üç sürgün döneminde hasat edilen çay yapraklarını “ÇAYKUR” standartlarına uygun olarak yedi farklı derecede siyah çay haline getirmiş ve bu örneklerde toplam fenolik içerik ile kafein ve kateşinlerin miktarını tespit etmişlerdir. Toplam fenolik içeriği farklı sürgün dönemine göre 4.75 ile 6.97 g GAE/100g aralığında değişmiştir. Sürgün dönemleri dikkate alındığında kateşin bileşiklerinin miktarı; EGCG 0.819-0.976 g/100g, EGC 0.661-0.785 g/100g, EC 0.274-0.329 g/100g ve C 0.176-0.284 g/100g arasında bulunmuştur.

Kafein içeriği ise en yüksek 1. sürgün döneminde (2.17 g/100g), en düşük 3. sürgün döneminde (1.81 g/100g) belirlenmiştir.

Ofluoğlu (2019) 2. sürgün döneminde ÇAYKUR'a ait 4 çay fabrikasından yaş çay yaprakları temin ederek bunlardan üretilen yeşil çaylarda kalite parametrelerini incelemiştir. Yeşil ay üretimi esnasında 3 farklı üretim aşamasından örnekler alınarak değerlendirilmiştir. Toplam polifenol değerleri %11.52 ile %17.81 aralığında değerirken kafein değerleri %1.18 ile %2.59 arasında saptanmıştır.

Wakamatsu ve ark., (2019) tarafından farklı hasat dönemlerinde yeşil çaydaki kateşin ve kafein içeriklerinin belirlendiği çalışmada, rafine ve rafine olmayan yeşil çay örneklerinde çalışılmıştır. Analizler sonucunda miktar olarak epigallokateşin gallat 136.97 ile 233.78, epigallokateşin 28.39 ile 53.2, epikateşin 7.98 ile 16.3 ve kateşin 2.11 ile 9.5  $\mu\text{M}$  aralıklarında bulunurken kafein içeriği 40.73 ile 288.5  $\mu\text{M}$  değerleri arasında tespit edilmiştir.

Aluthgamaa ve ark., (2020) yabani ay (*Camellia sinensis*) ile Sri Lanka'da yetiştirilen çay çeşitlerini kıyasladıkları çalışmada fizikokimyasal ve organoleptik özellikleri değerlendirmişlerdir. En yüksek toplam fenolik içerik, toplam flavonoid içeriği ve en yüksek ABTS+ serbest radikal yakalama aktivitesi, diğer ticari çeşitlere göre yabani çayda kaydedilmiştir. Toplam polifenol içeriği yabani çayda 149.5 mg GAE/ g iken ticari çeşitlerde 112.4 mg GAE/ g ile 114.5 mg GAE/ g arasında ve antioksidan aktivite miktarı yabani ayda 1.1 IC<sub>50</sub> (mg trolox/ g) iken ticari çeşitlerde 2.5 IC<sub>50</sub> (mg trolox/ g) ile 2.8 IC<sub>50</sub> (mg trolox/ g) aralığında değermiştir.

Yadav ve ark., (2020) farklı bölgelerden toplanan beş çeşit çay klonunun tomurcuk, 1. yaprak ve 2. yapraklarını ayrı ayrı hasat ettikten sonra bu örneklerden yeşil çay ve siyah çay hazırlamışlardır. ay numunelerinde fitokimyasal profil, kimyasal içerik, antioksidan aktivite ve duyuşal parametrelere bakılmıştır. En yüksek içeriğe sahip çay klonundan elde edilen yeşil çay ve siyah çay örneklerinin toplam polifenol, kafein ve antioksidan içerikleri (IC<sub>50</sub>) sırasıyla 590.5-570 mg GAE/g kuru ekstrakt, %2.85-%2.94 ve 45.15-51.88  $\mu\text{g/mL}$  olarak belirlenmiştir.

Deka ve ark., (2021) tarafından siyah ayın CTC yöntemine göre işlenmesi esnasındaki aşamalarda antioksidan aktivite ile ana kateşinler ve kafeinin miktarındaki değeriklikler saptanmıştır. Üretilen siyah çay numunelerindeki toplam polifenol içeriği



133.6 ile 167.6 mg/g aralığında değerler vermiştir. antioksidan aktivite (FRAP) taze yapraklarda 4.71 mM Fe<sup>+2</sup> ile 7.21 mM Fe<sup>+2</sup>, siyah çaylarda 1.80 mM Fe<sup>+2</sup> ile 3.26 mM Fe<sup>+2</sup> arasında değişim göstermiştir. Antioksidan aktivite üzerine toplam fenolik içeriğin etkisinin kateşinler ve teavinlerden daha fazla olduğu bildirilmiştir. İşleme sırasında kafein içeriği %18 oranında artış göstermiştir.

Demir ve Bostan (2021) ay alanlarının güneşlenme durumu ve sürgün dönemlerine bağlı olarak yaş çay yaprağında verim ve kalite parametrelerinin değişimini incelemişlerdir. İncelenen zellikler sonrası ortalama yaş çay verimi 2.183 ile 2.445 g/ocak aralığında belirlenmiştir. Ortalama toplam polifenol içeriği %14.221-%18.281, ortalama kafein miktarı %2.331-%2.487 değerleri arasında tespit edilmiştir.

Hatipoğlu (2021) piyasada satılan siyah, yeşil ve beyaz çaylardaki kateşin düzeylerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada 3 adet siyah çay çeşidi, 3 adet yeşil çay çeşidi ve 3 adet beyaz çay çeşidinde epigallokateşin gallat, epikateşin gallat, epikateşin ve epigallokateşin düzeylerini mg/g kuru ağırlık olarak tespit etmiştir. Siyah ay numunelerinin EGCG, EGC ve EC içeriklerine ait ortalama sonuçlar sırasıyla 5.33 mg/g, 3.25 mg/g, 1.55 mg/g iken yeşil çay numunelerinin EGCG, EGC ve EC içeriklerine ait ortalama sonuçlar sırasıyla 29.75 mg/g, 10.43 mg/g, 7.00 mg/g ve beyaz çay numunelerinin EGCG, EGC ve EC içeriklerine ait ortalama sonuçlar sırasıyla 38.22 mg/g, 4.28 mg/g, 2.54 mg/g olarak bulunmuştur.

Rahman ve ark., (2021)'nın siyah ve yeşil çayın biyoaktif bileşikleri ve antioksidan aktivitelerini karşılaştırdıkları araştırmada piyasadadan satın alınan farklı markalara ait siyah çay ve yeşil çay örneklerinde toplam fenolik içerik ve kafein miktarını hesaplamışlardır. Ortalama toplam fenolik içerik siyah çayda 242.46 mg GAE/g, yeşil çayda 763.41 mg GAE/g kuru ekstrakt olarak llmştir. Ortalama kafein miktarı siyah çay ve yeşil çay için sırasıyla 32.63 ppm ve 24.36 ppm oranlarında tespit edilmiştir.

Znblcan (2021) piyasada satışa sunulan farklı içeriklere sahip yeşil çay numunelerinin etanol ve su ekstraktlarında antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarlarını araştırmıştır. Antioksidan kapasiteleri belirlenen örneklerin DPPH inhibisyonu %55.21 ile 95.67 aralığında, drogda toplam fenolik madde içeriği %1.30 ile %4.01 değerleri arasında belirlenmiştir.

Sürücü (2022) tarafından yeşil çayın farklı miktar ve sürelerde demlenmesi ile elde edilen infüzyonlarda antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fenolik bileşikler belirlenmiştir. Antioksidan aktivite analizi sonrasında inhibisyon değerleri %28.51 ile 47.95 aralığında belirlenirken, toplam fenolik madde miktarı 1.593 mg GAE/ml ile 3.561 mg GAE/ml arasında bulunmuştur. Tüm örneklerde en fazla bulunan bileşik epigallokateşin gallat olurken minimum 645.87 mg/L ve maksimum 1344.34 mg/L konsantrasyonlarında tespit edilmiştir. Diğer tayin edilen fenolik bileşiklerden epikateşin ile kateşin için sırasıyla 177.29 mg/L ile 366.71 mg/L ve 3.81 mg/L ile 36.82 mg/L aralıklarında sonuç alınmıştır.

Thennakoon ve ark., (2022) Sri Lanka'da yaptıkları çalışmada farklı sınıflara ait 20 adet siyah çay örneği ile farklı işleme yöntemleri sonrası elde edilen 10 adet yeşil çay örneğinde toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite tayinlerini gerçekleştirmişlerdir. Toplam fenolik içeriği siyah çay örneklerinde 40.54 mg GAE/g ile 246.34 mg GAE/g, yeşil çay örneklerinde 73.91 mg GAE/g ile 193.60 mg GAE/g arasında bulunmuştur. Antioksidan aktivite (FRAP metoduna göre) açısından siyah çay örnekleri 19.32 mg TE/g ile 203.96 mg TE/g, yeşil çay örnekleri 46.88 mg TE/g ile 309.89 mg TE/g aralığında tayin edilmiştir.

Ye ve ark., (2022) büyük yapraklı siyah çay varyetelerinin kalite bileşenleri üzerine farklı hasat mevsimlerinin etkilerini araştırmıştır. Toplam polifenol içeriği 64.30 ile 174.70 mg/g aralığında, kafein miktarı 27.20 ile 40.50 mg/g değerleri arasında tespit edilmiştir.

## **2.6 Çay Bitkisinde Organik Gübreleme**

Çay bitkisinde verim ve kalite kavramları birbiriyle yakın ilişkilidir. Çay hasadı kriteri olarak kabul edilen “bir tomurcuk ve üç yapraktan” daha fazla miktarda yaş çay toplandığı zaman kalite düşmektedir. Çay hasadı sonrasında elde edilen sonuçlar, verim ve kalite arasındaki uzlaşmaya bağlı olarak değişmektedir (Botwright, 1997).

Çay'da verimi ve kaliteyi etkileyen unsurlar; bitkinin genetik yapısı, çevre faktörleri ve kültürel uygulamalar gibi ana başlıklar altında toplanmaktadır. Sıcaklık, yağış, güneşlenme, rakım, toprak özellikleri gibi çevre faktörleri ile budama, gübreleme, hasat yöntemi ve hasat dönemi (hasat zamanı ve sıklığı) gibi kültürel uygulamalar çayın kalitesini belirleyen başlıca faktörler olup çay yapraklarının

kimyasal kompozisyonu üzerinde de önemli etkilere sahiptirler (Özdemir ve ark., 1993; Owuor ve ark., 2008). Türkiye’de taze çay yaprağının hasadı genellikle mayıs ayında başlayıp ekim ayının sonuna kadar sürmekte ve bu zaman aralığında üç veya bazen dört kez sürgün dönemi oluşmaktadır. Çay yaprağında kalite parametrelerinin yetiştirme yükseklikleri ve sürgün dönemlerine bağlı olarak değişim gösterdiği belirtilmektedir (Özdemir ve ark., 2018).

İhtiyaç duydukları besin maddelerini bünyelerinde yeterli miktarda ihtiva edemeyen bitkilerin büyüme ve gelişmesi zamanla azalmakta ve bir müddet sonra tamamen durmaktadır. Bu sebeple önemli besin elementlerinin gübre uygulaması ile takviye edilmesi gerekmektedir. Çay plantasyonlarında üretim maliyeti ile çay verimi ve kalitesine katkıda bulunan en önemli tarımsal girdilerden biri gübredir. Gübre girdisinin çay üretimi artışına katkısı %41 gibi oldukça yüksek bir oranda olmaktadır (Shen ve ark., 1990). Çay fidanlarının sağlıklı bir şekilde gelişmesi ve yüksek verim elde edilmesi için yıl boyunca belirli aralıklarla yeterli ve dengeli bir gübreleme yapılması gerekmektedir. Gübre uygulamasının sürgün uzatma oranı ve rejenerasyon hızı üzerindeki etkileri çay verimini olumlu yönde etkilemektedir (Ulpathakumbura ve Gunapala, 2021).

Çay bitkisi, uygun büyüme ve gelişme için önemli miktarda makro ve mikro besin maddelerine ihtiyaç duymaktadır. Azot, potasyum, fosfor ve magnezyum gibi mineraller temel besin maddeleri olup bunların eksiklikleri çayın verimini ve kalitesini olumsuz etkilemektedir (Islam ve ark., 2017). Yapraktan faydalanılan bir bitki olan çay için, azot muhtemelen bitki beslemedeki çeşitli temel elementler arasında anahtar elementtir. Bu nedenle, çay bitkisinin vejetatif büyümesinde azot büyük önem taşır (Hajra, 2001). Ayrıca klorofil oluşumunu ve güçlü vejetatif büyümeyi teşvik etmesinin yanı sıra bitki şekerlerini, amino asit biyosentezini ve ikincil metabolitlerin verimini de desteklemektedir (Mukhopadhyay ve Mondal, 2014). Çay için azottan sonra en önemli besin maddesi olan potasyum, birçok enzimatik işlemin aktivasyonuna, bitkinin hidrasyonuna ve bitkide mineral dengesinin korunmasına yardımcı olmaktadır (Shaheen ve ark., 2015). Araştırmacılar, potasyum gübrelemesi sonrasında çay polifenollerinin miktarında artışlar kaydetmişlerdir (Ruan ve ark., 1999; Venkatesan ve Ganapathy, 2004a). Belirli bir noktaya kadar artan azot ve potasyum seviyelerine paralel olarak çay verimi de belirgin bir şekilde artmaktadır (Barbora, 1996). Diğer

tarafından çay plantasyonlarında yeni odun oluşumu ve bitkilerinin köklerinin büyümesi için fosfor gereklidir (Hajiboland, 2017).

Çay alanlarının genişlemesiyle birlikte bazı çay üreticileri ekonomik fayda sağlamak için çok miktarda kimyasal gübre kullanmış ve bunun sonucunda öncelikle üretim maliyetleri artmıştır. Diğer taraftan, topraktaki besin maddeleri oranlarında dengesizlik, çay kalitesinde düşüş, toprak organik madde içeriğinin azalması, toprak asitlenmesi ve su kirliliği gibi olumsuz değişiklikler meydana gelmiştir (Maltas ve ark., 2013). Kimyasal gübreler başlangıçta bitkisel üretimi artırmakta fakat kademeli bir şekilde gübre kullanım etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu sebeple toprak verimliliği gözetilmeden gelişigüzel ve aşırı miktarda kimyasal gübre kullanımı, yalnızca toprak besin rezervlerinin tükenmesine neden olmakla kalmaz aynı zamanda toprak-bitki sisteminin biyolojik eko dengesini de bozmaktadır (Singh ve ark., 2011). Sonuç olarak; tarımsal kimyasal girdilerin yoğun ve gelişigüzel kullanımı tarım sisteminde toprak verimliliği ve su mevcudiyetinin azalması ile farklı kirlilik biçimlerinin artması gibi çevresel bozulmalara yol açarak tarım sistemini sürdürülemez ve verimsiz hale getirmektedir (Khanal, 2013).

Organik tarım, toksik etkili olan kimyasal ilaçlar ve gübreler kullanılmadan, 5262 sayılı Organik Tarım Kanunu'nda belirtildiği şekilde "toprak, su, bitki, hayvan ve doğal kaynaklar kullanılarak organik ürün veya girdi üretilmesi ya da yetiştirilmesi, doğal alan ve kaynaklardan ürün toplanması" ve hasattan ithalat/ihracatına kadar geçen süreçteki bütün işlemlerde kontrol ile sertifikasyona tabii tutularak gerçekleştirilen üretim faaliyetlerini kapsamaktadır. Organik tarım, toprak ile birlikte ekosistemi ve insan sağlığını koruyan bir üretim sistemidir. Organik ürünler, toksik kimyasallar, antibiyotikler, sentetik hormonlar, genetik modifikasyonlar ve kanalizasyon atığı içermezler ve ayrıca gıdanın bütünlüğü ile ekolojik uyumu korumak ve biyolojik çeşitliliği desteklemek için yapay bileşenler, koruyucular veya ışınlama olmaksızın minimum düzeyde işlenirler (Kamau ve ark., 2015).

Organik çay tarımı ve üretimine ilk kez 1983 yılında Sri Lanka'da başlanmıştır. Ardından Hindistan, Japonya, Tanzanya, Çin ve Kenya'da organik çay tarımı faaliyetlerine geçilmiştir. Artan sayıda çay üreten ülke, üretilen çayın kalitesini artırmak ve sağlık yararlarını sürdürmek için organik çay yetiştirme programlarına

katılmaktadır (Hajiboland, 2017). Dünya’da organik çay tarımının öneminin artmasının ardından ülkemizde de çay alanındaki faaliyetleri geliştirmek adına organik çay tarımı ile ilgili çalışmalara başlanmıştır. Bu amaçla ÇAYKUR tarafından 2006 yılında başlatılan çalışma ile Artvin/Borçka, Rize/Hemşin ve Rize/Çamlıhemşin bölgeleri organik çay tarım alanları olarak belirlenmiş ve 3 yıl süren kademeli geçişin ardından bölge toprakları kimyasal gübreden tamamıyla arındırılmıştır. ÇAYKUR’a bağlı olarak 2009 yılında hizmete açılan Hemşin Organik Çay Fabrikası bünyesinde üretilen organik çay ürünleri piyasada yerini almıştır. (Önçirak, 2019). Türkiye’de 2019 yılında 31 bin ton organik yaş çay yaprağı ve 6 bin ton organik kuru çay üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2019).

Organik tarım sayesinde hava, toprak ve su kirliliği azalmakta, bitkiler, hayvanlar ve insanların karşılıklı bağımlılığı optimize edilmektedir. Organik tarım uygulamasında sürdürülebilirliğin artmasına bağlı olarak şimdiki ve gelecek nesillere kaliteli ürünlerin sağlanması güvence altına alınmaktadır. Organik tarımda temel besin kaynakları hayvan gübresi, kompost ve yeşil gübredir. Organik çay yetiştiriciliği, havayı, suyu ve toprağı kirletmeden ekosistemi ve doğal yaşam alanını koruyarak tüketici için güvenli çayların sürdürülebilir bir şekilde üretilmesini sağlamaktadır. Organik çay üretiminde organik madde kaynakları arasında hayvan gübreleri, bitki artıkları, kompost ve yeşil gübreler yer almaktadır (Sultana ve ark., 2014). Organik gübre kullanımı, herhangi bir mahsülün besin gereksinimlerini destekleyecek organik madde kaynağını en iyi şekilde sağlamaktadır (Saha ve ark., 2022).

Organik ve inorganik gübrelemenin etkilerini karşılaştırmak amacıyla çay alanlarında kurulan denemelerde, organik gübre uygulamasının toprağın fiziksel ve kimyasal içeriğini zenginleştirdiği, toprak mikrobiyal aktivitesi ile enzim seviyesini artırdığı, çay bitkisinin büyümesini teşvik ettiği, biyoçeşitliliğe katkı sağladığı ve çay (taze yaprak ve siyah çay) verimi ile kalitesini yükselttiğine dair sonuçlar rapor edilmiştir (Qiu ve ark., 2014; Mokaya, 2016; Ji ve ark., 2018; Lin ve ark., 2019).

Gübreleme programlarının çayın yaprak verimi ve kalitesine etkisi üzerine odaklanmış çalışmalara ait raporlar uygulanan gübre dozları ve gübre içeriğinin (organik veya inorganik) verim ve kaliteye etkisine ilişkin birbiriyle çelişkili bulgular içermektedir. Ancak bu bağlamda yapılan çalışmaların tamamında çay verimi ve

kalitesi bakımından gübre ilave edilmeyen kontrol uygulamasından diğer muamelelere göre daha düşük sonuçlar alınması çay yetiştiriciliğinde gübre uygulamasının son derece önemli olduğunu gözler önüne sermektedir. Konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalara ait sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Ruan ve ark., (1999) farklı çay çeşitlerinde potasyum ve magnezyum içeren değişik dozlarda gübre uygulaması yaparak bu uygulamaların kalite bileşenleri üzerine etkilerini incelemiştir. Dört yıl boyunca üç lokasyonda yürütülen araştırmada ilgili yılların ilkbahar ve sonbahar çay sezonlarında taze çay yaprakları toplandıktan sonra siyah çay, oolong çay ve yeşil çay elde edilmiş ve kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Gübreleme potasyum ( $K_2O$ ) 150 kg/ha/yıl (K1) ve 300 kg/ha/yıl (K2) olarak iki dozda, magnezyum ( $MgSO_4.H_2O$ ) ise 35 kg/ha/yıl olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Siyah çay örneklerinde kafein miktarı ilk yıl en düşük K1Mg uygulamasının sonbahar hasadında (27.06 mg/g), en yüksek K2Mg uygulamasının ilkbahar hasadında (37.95 mg/g), son yıl en düşük kontrol uygulamasının sonbahar hasadında (31.50 mg/g), en yüksek K2Mg uygulamasının ilkbahar hasadında (40.74 mg/g) belirlenmiştir. Polifenol içeriği ilk yıl en düşük K2Mg uygulamasının sonbahar hasadında (222.2 mg/g), en yüksek yalnız K2 uygulamasının ilkbahar ve sonbahar hasatlarında (275.0 mg/g), son yıl en düşük kontrol uygulamasının sonbahar hasadında (310.5 mg/g), en yüksek K2Mg uygulamasının sonbahar hasadında (356.8 mg/g) elde edilmiştir. Yeşil çay örneklerinde kafein miktarı en düşük kontrol uygulamasının sonbahar hasadında (27.03 mg/g), en yüksek K2Mg uygulamasının ilkbahar hasadında (40.47 mg/g) saptanmıştır. Polifenol içeriği en düşük K1Mg uygulamasının sonbahar hasadında (239.4 mg/g), en yüksek K1 uygulamasının ilkbahar hasadında (266.4 mg/g) tespit edilmiştir. Araştırmacılar potasyumlu gübre uygulamasının çay çeşitlerinde kafein miktarını arttırdığını ve ayrıca çay yapraklarındaki polifenol içeriğinin de potasyum uygulaması ile yükseldiğini bildirmişlerdir.

Tsuji ve ark., (2001) çay plantasyonunda bitkilerin taç gövdesi altından sıvı gübre uygulaması yaparak çayın verim ve kalite parametrelerindeki değişimi incelemiştir. Çalışmada kullanılan sıvı gübre (üre) parsellere 25 g/m<sup>2</sup> ve 50 g/m<sup>2</sup> miktarlarında uygulanmış, 69 g/m<sup>2</sup> dozunda uygulama yapılan konvansiyonel katı gübre ile karşılaştırılmıştır. Toplanan yeni sürgünün verimi geleneksel gübre parselinde 759 g/m<sup>2</sup> bulunmuş sıvı gübre parsellerinde verim, 25 gN/m<sup>2</sup> uygulanan

parselde geleneksele göre %142 (1,074 g/m<sup>2</sup>) ve 50 gN/m<sup>2</sup> uygulanan parselde ise geleneksele göre %160 (1,215 g/m<sup>2</sup>) oranlarında artış göstermiştir.

Venkatesan ve Ganapathy (2004a) CTC siyah çay kalitesi üzerine farklı dozlardaki azotlu ve potasyumlu gübre uygulamasının etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan çay klonundan iki yetiştirme sezonu boyunca gübre uygulamaları sonrasında dört hasat döneminde yaş çay yaprakları toplanmış ve siyah çay olarak işlenmiştir. Toplam polifenol miktarı en düşük N<sub>0</sub>K<sub>0</sub> ve N<sub>150</sub>K<sub>0</sub> uygulamalarında ortalama %21.4, en yüksek N<sub>450</sub>K<sub>375</sub> uygulamasında ortalama %31.4, kafein içeriği ise en düşük N<sub>450</sub>K<sub>0</sub> uygulamasında ortalama %2.87 en yüksek N<sub>450</sub>K<sub>375</sub> uygulamasında ortalama %3.67 seviyelerinde tespit edilmiştir.

Horuz ve Korkmaz (2006) üç farklı sürgün döneminde (I. sürgün: 10 Mayıs, II. sürgün: 1 Temmuz ve III. sürgün: 25 Eylül) hasat edilen çayın verimi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Yaş çay verimi bakımından hasat dönemleri I. hasat (650 kg/da) > 2. hasat (550 kg/da) > 3. Hasat (300 kg/da) olacak şekilde sıralanmıştır. Hasat edilen çayın miktarı, I. sürgün dönemi ile kıyaslandığında II. sürgün döneminde %15.38 ve III. sürgün döneminde ise %53.84 oranlarında azalmıştır.

Sarwar ve ark., (2007) farklı azotlu gübreleme yapılan üç yaşındaki çay bitkilerinin büyüme ve gelişimini takip etmiş, hasat dönemlerinde bitki boyu, bitki taç yapısı, taze çay yaprağı verimi ve siyah çay verimindeki değişimleri incelemişlerdir. Azot kaynağı olarak amonyum sülfat (T2), kalsiyum amonyum nitrat (T3), üre (T4) ve nitrofos (T5) içeren gübreler kullanılmıştır. Taze yaprak verimi (kg/da) bakımından azotlu gübrelerin etkileri; T2 (423.87) > T5 (409.17) > T4 (403.50) > T3 (393.25) > T1 (316.75) sıralamasında belirlenmiştir.

Sedaghathoor ve ark., (2009) çay bitkisinde gübrelemenin verim ve kalite üzerindeki tepkisini araştırmışlardır. Ana parsellerde azotlu (üre ve amonyum sülfat) ve potasyumlu (potasyum sülfat ve potasyum klorür) gübreler, alt parsellerde magnezyum ve mikro besin elementleri (çinko ve bakır) içeren gübreler uygulanmıştır. Sonuçlar mikrobelerin verim üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu (istatistiki olarak p<0.05 seviyesinde) ortaya koymuş, verimi arttırmak için en iyi uygulamanın magnezyum sülfat + çinko sülfat olduğu bildirilmiştir. Mikrobelerin + N + K muamelesi kafein yüzdesini arttırmıştır.

Chin ve ark., (2010) Malezya’da organik tarım ve konvansiyonel tarım alanlarında çay fidanlarının kalite özelliklerini karşılaştırmışlardır. Seçilen alanlardan toplanan taze çay yaprakları kurutulularak kafein ve ana polifenollerinin içeriği tespit edilmiştir. Organik tarım alanından toplanan çay örneklerinde epikateşin, epigallokateşin, epigallokateşin gallat ve kafein içeriği sırasıyla 7.13 mg/g, 27.98 mg/g, 97.64 mg/g ve 65.23 mg/g olarak bulunmuştur. Buna karşılık konvansiyel tarımla yetiştiriciliği yapılan taze çay örneklerinde epikateşin, epigallokateşin, epigallokateşin gallat ve kafein içeriği ise sırasıyla 5.35 mg/g, 27.26 mg/g, 47.18 mg/g ve 67.99 mg/g olarak belirlenmiştir.

Ipinmoroti ve ark., (2011) tarafından Nijerya’da yapılan bir çalışmada araziye yeni dikilen çay çeliklerine inorganik ve organik kökenli gübre uygulamasının çay bitkisinin gelişimi üzerine yansımaları incelenmiştir. Deneme alanında, gübre uygulaması olmayan kontrol grubu, inorganik bazlı NPK (25:5:5) gübresi ve organik gübre olarak kakao kabuğu, çay lifi, inek gübresi, kümes hayvanı (kanatlı) gübresi ile muamele edilen parseller oluşturulmuştur. İki yıl boyunca organik ve organomineral (organik madde kaynakları ve üre ile oluşturulan) uygulamaların gerçekleştirildiği deneme alanlarında bitki boyu, bitki çevresi, yaprak ve dal sayısı ölçümleri ile büyüme parametrelerinin değişimi izlenmiştir. Organik deneme alanında ilk yıl bitki boyu (cm), bitki genişliği (cm), yaprak sayısı ve dal sayısı açısından kimyasal gübreleme ile sırasıyla; 19.9, 4.45, 195, 37 değerlerine ulaşılmış, organik gübrelemeler sonrasında sırasıyla; 17.9-29.8, 4.34-5.19, 206-260, 37-40 aralıklarında sonuçlara ulaşılmıştır. İkinci yıl ise kimyasal gübre uygulamasında bitki boyu 104.5 cm, yaprak sayısı 633 ve dal sayısı 40 şeklinde bulunmuş organik gübrelerin uygulanması ile bitki boyu 94.3-107.8 cm, yaprak sayısı 711-909 ve dal sayısı 42-48 değerleri arasında tespit edilmiştir. Büyümenin ilk yılında bitki boyu, yaprak sayısı ve dal sayısında kontrole kıyasla organik gübreler ve NPK için sırasıyla %12.6-87.4, %3.23-7.6 ve %12.5-25 ikinci yıl %61.2-84.3, %9.89-57.8 ve %11.1-33.3 daha iyi gelişme sağlanmıştır.

Haorongbam ve ark., (2014) tarafından inorganik gübre, biyo-gübre (*Azolla* sp) ve inek gübresi kullanılarak hazırlanan altı farklı muamelenin (T1: yalnızca organik gübre (kontrol), T2: yalnızca azolla, T3: inek gübresi, T4: Azolla+inorg.g., T5: Azolla+inek g., T6: Azolla+inorg.g.+inek g.), deneme programı içerisinde üç tekrarlı olacak şekilde uygulaması gerçekleştirilmiştir. En yüksek verim T6 uygulamasından



(461.1 kg/ha/yıl) elde edilirken bunu sırasıyla T5 (459.13 kg/ha/yıl), T4 (458.25 kg/ha/yıl), T1 (456.5 kg/ha/yıl), T2 (455.4 kg/ha/yıl) ve T3 (454.1 kg/ha/yıl) uygulamaları takip etmiştir.

Qiu ve ark., (2014) organik ve inorganik gübreler ile programlanan gübreleme rejimlerinin çay verimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Altı farklı muamele (kontrol: uygulama yapılmayan, NPK: kimyasal gübre, 1/2NPKOM: yarı kimyasal + yarı organik, OM: organik gübre, 1/2NPKOM+L: baklagil gübresi ilave edilmiş yarı yarıya organik + kimyasal gübre, NPKL: baklagil gübresi ilave edilmiş kimyasal gübre), belirlenen çay plantasyonuna uygulanmıştır. Tüm uygulamalar arasında çay verimleri (kg/ha) bakımından sıralama 1/2NPKOM+L (6772) > OM (5495) > 1/2NPKOM (5220) > NPKL (5102) > NPK (3696) > Kontrol (2309) şeklinde gerçekleşmiştir. Kontrol işlemi ile karşılaştırıldığında organik gübre içeren dört işlem çay üretimini önemli ölçüde arttırmıştır. Maksimum çay verimi 1/2NPKOM+L muamelesinde gözlenmiş ve kontrol muamelesinden neredeyse iki kat daha yüksek bulunmuştur.

Kamau ve ark., (2015) Darjeeling çayı plantasyonun fizyolojik aktiviteleri ve verimi üzerine yaptıkları çalışmada, NPK ve organik gübrenin (koyun gübresi) farklı oran (4:1, 8:1) ve miktarlarda (60, 120, 180, 240 kgN/ha) uygulanması ile bu gübrelerin tek başlarına kullanımı sonucunda elde edilen verileri karşılaştırmışlardır. Her iki yılda da 180 kgN/ha miktarında uygulanan 4:1 oranında DAP gübresi ile zenginleştirilmiş organik gübre (7328 ve 4601 kg/ha siyah çay), NPKS (25:5:5:5)'den (6134 ve 4398 kg/ha siyah çay) önemli ölçüde daha yüksek verime sahip bulunmuştur. İki zenginleştirilmiş organik gübre için ortalama verim 5020 kg/ha siyah çay (4:1 oranında) ve 5096 kg/ha siyah çay (8:1 oranında) miktarlarında belirlenmiş ve NPKS gübrelemesinin ortalama verimi (4569 kg/ha siyah çay) diğerlerinden daha düşük tespit edilmiştir.

Mokaya (2016) tarafından organik ve inorganik gübrelerin değişen oranlarda uygulandığı denemede klonal çayın yeşil yaprak ve siyah çay verimleri araştırılmıştır. Farklı dozlarda organik (Rutuba) gübre ve NPK (26.5.5) gübresinin iki yıl boyunca denenmesinin ardından aktarılan verilere göre; kümülatif yeşil yaprak ve siyah çay verimi bakımından aynı sıralamalar elde edilmiş olup, en yüksek 625 kg Rutuba/ha + 625 kg NPK/ha uygulamasında sırasıyla 13031 kg/ha ile 2932 kg/ha, en düşük kontrol

uygulamasında sırasıyla 4133 kg/ha ile 930 kg/ha ve ardından 625 kg Rutuba/ha uygulamasında sırasıyla 5368 kg/ha ile 1207 kg/ha miktarlarında tespit edilmiştir. En yüksek değerlere sahip olan 625 kg Rutuba/ha + 625 kg NPK/ha muamelesinde yeşil yaprak veriminin birinci sezonda 6587 kg/ha iken ikinci sezonda 6444 kg/ha seviyesine ve siyah çay veriminin ise birinci sezonda 1482 kg/ha iken ikinci sezonda 1450 kg/ha düzeyine düştüğü bildirilmiştir.

Islam ve ark., (2017) farklı dozlarda uygulanan organik gübrelemenin çayın gelişimine etkisini araştırmıştır. Çalışmada kontrol muamelesi ile birlikte organik formdaki gübrenin 5 farklı dozu (kg/acre) (T0: kontrol, T1: 400, T2: 500, T3: 600, T4: 700, T5: 800) 2 yıl boyunca uygulanmış, her iki yılda bitki boyu, yaprak sayısı, dal sayısı ve yaprak alanı verileri tespit edilmiştir. İlk yıl bütün parametreler açısından en yüksek sonuçlar T4 uygulamasında elde edilmiş ve bunu sırasıyla T5> T3> T2> T1 > T0 uygulamaları izlemiş olup ikinci yıl içinde benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Birinci ve ikinci yılda bitki boyu (cm), yaprak sayısı, dal sayısı ve yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) açısından en yüksek değerler T4 (50.00-52.00, 39.67-17.75, 7.67-6.29, 48-45.94), en düşük değerler ise T0 (34.67-39.00, 29.33-11.46, 3.33-3.63, 32-37.17) uygulamalarından elde edilmiştir.

Nyabundi ve ark., (2017) mevsimsel ve çevresel değişimlere bağlı olarak çay çeşitlerinde verim bileşenlerinin değişimini takip etmişlerdir. Çay yetiştiriciliği yapılan üç lokasyonda yürütülen denemede yirmi klon kullanılarak çay gelişimi ve verim unsurlarının mevsimlere göre verdiği tepkiler değerlendirilmiştir. Genotip, lokasyon ve mevsimlerin sürgün yoğunluğu üzerindeki etkisi incelendiğinde Ocak-Mart döneminde 37.83-58.83 (sürgün/m<sup>2</sup>), Nisan-Haziran döneminde 48.89-77.00 (sürgün/m<sup>2</sup>), Temmuz-Eylül döneminde 53.67-81.44 (sürgün/m<sup>2</sup>), Ekim-Aralık döneminde 73.00-100.56 (sürgün/m<sup>2</sup>) değerleri elde edilmiştir. En fazla sürgün yoğunluğunun en yüksek rakıma sahip olan lokasyonda belirlendiği bildirilmiştir.

Ji ve ark., (2018) çay plantasyonunda sentetik N gübresi yerine organik ikamenin toprak bakterisi çeşitliliği ve topluluk üzerindeki etkilerini 10 yıl boyunca incelemişlerdir. Organik gübre olarak çiftlik hayvanı gübresinin denendiği çalışmada aynı miktarda N içeren kimyasal ve organik gübre (%25, 50, 75 ve 100 oranlarında N içeren organik gübre dozları) uygulamaları ile çay veriminin değişimi de

gözlemlenmiştir. Taze çay yaprağı verimi (kg/ha) bakımından muamelelerin sıralaması OM25 (6652.36)> NPK (6459.24)> OM75 (6227.24)> OM50 (6182.17)> OM100 (5362.34)> Kontrol (4216.03) olarak belirlenmiştir.

Han ve ark., (2018) Çin'deki iki eyalette yer alan hem organik hem de geleneksel çay bahçelerine sahip altı çiftlikten çay örnekleri toplamış ve organik üretimden elde edilen çay ile geleneksel yönetim sistemlerinden alınan çayın kalite özelliklerini kıyaslamıştır. Çalışmaya dahil edilen organik çay tarlalarında yalnızca kompost veya ticari gübre yapısında organik gübre (kolza tohumu küspesi ve hayvan gübresi gibi organik gübre verilen organik tarlalara 4500-9000 kg/ha hesabı yapılarak) kullanılırken geleneksel olarak yönetilen tarlalara 450 kg N ha<sup>-1</sup>, 225 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 225 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> seviyelerinde kimyasal gübre uygulanmıştır. Çay arazilerinden toplanan taze yaprakların fabrikalarda işlenmesi ile elde edilen yeşil çay örneklerinde kalite parametreleri belirlenmiştir. Toplam polifenol içeriği ve kafein miktarı organik yönetim sisteminde sırasıyla %22.6-31.8 ve %2.64-3.77 değerleri arasında bulunmuş, konvansiyonel yönetim sisteminde ise bu oranlar sırasıyla %18.1-29.1 ve %2.5-3.75 aralıklarında tespit edilmiştir. Üç çalışma çiftliğinden elde edilen organik çayların tamamında EGCG ve EGC konsantrasyonları geleneksel muadillerinden önemli ölçüde yüksek saptanmıştır. Diğer bireysel kateşin bileşiklerinin miktarında organik çaylarda nispeten daha yüksek bulunmuştur. EGCG içeriği organik çaylarda 66.5, 87.9 ve 69.9 g/kg, geleneksel çaylarda ise 57.9, 75.8 ve 51.3 g/kg seviyelerinde tespit edilmiştir.

Gao ve ark., (2020) çay yapraklarında kalite bileşenleri üzerine azaltılmış kimyasal gübre dozlarının etkisini belirlemiştir. Yürütülen denemede kontrol grubu (CK: 750 kg/ha) ile beraber farklı azot dozu içeriğine sahip dört adet gübre muamelesi (T1: 637.5 kg/ha, T2: 525 kg/ha, T3: 412.5 kg/ha, T4: 300 kg/ha) aynı çay yetiştirme sezonunda üç defa uygulanmıştır. Gübrelemeleri takip eden 3 hasat döneminde (ilkbahar çayı, yaz çayı, sonbahar çayı) çay yaprakları toplanmış ve kafein içerikleri tespit edilmiştir. Kafein (%) içeriğine gübrelemenin etkisi ilkbahar çaylarında T1 (3.42)>T4 (3.19)>T3 (3.17)>CK (3.14)>T2 (3.10), yaz çaylarında CK (4.14)>T2 (3.93)>T3 (3.54)>T1 (3.47)>T4 (3.27), sonbahar çaylarında ise CK (3.84)>T1 (3.62)>T3 (3.59)>T2 (3.52)>T4 (3.33) olarak yansımıştır.

Hukom (2020) farklı dozlarda azot ilave edilen sıvı gübre uygulamalarına ve mevsimlere bağlı olarak çay sürgünlerindeki epigallokateşin gallat içeriğinin değişimini araştırmıştır. Bu amaçla hazır çay plantasyonunda kurulan denemede bir yıl boyunca her sürgün toplama işleminden 10 gün sonra sıvı gübre (organik besin elementleri içeren sıvı organik gübre ile hidroponik mineral solüsyonların karışımından oluşan) uygulaması yapılmıştır. Kontrol grubu ve azot içermeyen sıvı gübre uygulaması (0 N) ile beraber sırasıyla 2,33 N, 7,00 N, 11,67 N içeren sıvı gübre uygulamaları denemede yer almıştır. Yağışlı mevsime kıyasla kuru mevsimdeki EGCG içerikleri daha yüksek bulunmuştur. En yüksek EGCG içeriği kuru mevsimde azot ilavesi içermeyen sıvı gübre uygulamasından (12.53 mg/g) elde edilmiştir. Kuru mevsimdeki gübre uygulamalarının EGCG içerikleri 0 N (12.53 mg/g) > 2,33 N (11.87 mg/g) > 7,00 N (11.06 mg/g) > 11,67 N (9.70 mg/g) > Kontrol (1.06 mg/g) şeklinde sıralanmıştır.

Wang ve ark., (2020) azaltılmış kimyasal gübre kullanımının çevresel ve ekonomik yönlerden faydalarını araştırmışlardır. Çalışmada; tek seferde kimyasal gübre azaltılması (SRCF), organik ve kimyasal gübrelerin kombinasyonu (CAOF) ve kontrollü salımlı gübre ikamesi (CRFS) olmak üzere üç farklı kimyasal gübre azaltma yöntemi değerlendirilmiştir. Bu üç yöntem içerisinde kombine gübrelerin (CAOF) yararlı olduğu, toprak besin maddeleri ile çay verimi ve kalitesini iyileştirdiği bildirilmiştir. Araştırmada yer alan yöntemler arasında %50 organik + %50 kimyasal gübre kombinasyonu (CAOF2) çay kalitesi ve verimi bakımından en iyi sonuçları vermiştir. Çeşitli gübre azaltma yöntemlerinin çevreye ve ekonomiye yönelik faydaları analiz edildikten sonra kombine uygulama dozları arasında yer alan CAOF2 (%50 organik + kimyasal) muamelesinin en iyi gübre azaltma işlemi olduğu ortaya çıkmıştır.

Hoang ve ark., (2021) mineral gübre dozları ve oranlarının çay verimi ve kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Ana parsellere ton başına 30, 40 ve 50 kg N/ha olacak şekilde üç gübre dozu ve alt parsellere 3:1:1 ve 3:1:2 oranlarında iki NPK uygulaması yapılmıştır. Sürgün yoğunluğu 279.3 ile 340.0 sürgün/m<sup>2</sup> aralığında, sürgün verimi 8.90 ile 10.88 ton/ha değerleri arasında değişmiştir. Değerlendirilen bu iki parametre verileri açısından en yüksek sonuçlar NPK oranı 3:1:1 ve ton başına 50 kg N olan mineral gübre uygulamasından elde edilmiştir.

Liu ve ark., (2021) kimyasal gübrenin azalan dozları ve farklı miktarlardaki organik gübre ile kimyasal gübre kombinasyonunun çay üretimi, besin maddeleri ve ekonomik faydalar üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Araştırmada potasyum sülfat içeren gübre (kontrol), çaya özel geliştirilen kimyasal gübrenin (NPK, 18-8-12) yüksek dozda uygulaması (T1), bu geliştirilen gübrenin azalan dozları + organik gübre kombinasyonları (T2, T3, T4) ve organik gübre (T5) muameleleri denenmiştir. Taze çay verimi (kg/hm<sup>2</sup>) bakımından uygulamaların sıralaması T1 (632.4)>T2 (607.8)>kontrol (596)>T3 (570.9)>T4 (514.0)>T5 (460) şeklinde bildirilmiştir. Kontrol uygulamasına kıyasla T1 %6.11 ve T2 %1.99 oranlarında verim artış sağlamıştır. Elde edilen sonuçlara dayanarak araştırmacılar özel gübrelerin organik gübrelerle birlikte uygulanmasının çay üretimini artırma, çay kalitesini iyileştirme ve maliyet tasarrufu sağlama hedeflerine ulaşabileceğini belirtmişlerdir.

Çatal ve ark., (2022) farklı organik gübreleri uyguladıkları denemede 3 dönem çay hasadı gerçekleştirmiş ve taze çay yaprağı veriminin değişimini incelemiştir. 2018 ve 2019 yılları için genel çay verimi en yüksek 1. biçimde (638.933-1035.333 kg/da), en düşük 3. biçimde (422.333-786 kg/da) elde edilmiştir. 2018 yılında organik gübreden alınan en yüksek çay verimi ortalama 655 kg/da, kontrolde 402.667 kg/da, 2019 yılında organik gübreden alınan en yüksek çay verimi ortalama 1076.111 kg/da, kontrolde ise 710 kg/da olarak bulunmuştur.

Saha ve ark., (2022), çay verimi ve toprak özellikleri üzerine organik ve inorganik kaynaklı gübrelerin etkilerini araştırmışlardır. Farklı organik gübre dozlarının (T3 (2 t/ha organik gübre), T4 (6 t/ha organik gübre)) yanı sıra kimyasal ve organik gübre kombinasyonları T5 (%85 NPK + 2 t/ha organik gübre), T6 (%85 NPK + 6 t/ha organik gübre), T7 (%70 NPK + 2 t/ha organik gübre), T8 (%70 NPK + 6 t/ha organik gübre)) ile kimyasal gübre (NPK) (T2) ve gübre uygulaması yapılmayan kontrol grubu (T1) 5 yıl boyunca denenmiştir. Siyah çay verimi açısından en yüksek sonuca T6 uygulamasında (1684 kg/ha) ulaşılmış bunu sırasıyla T5 (1667 kg/ha), T8 (1656 kg/ha), T7 (1652 kg/ha), T4 (1629 kg/ha), T3 (1595 kg/ha), T2 (1567 kg/ha), T1 (1545 kg/ha) muameleleri takip etmiştir.

Kang ve ark., (2022) toprak asitliğinin arttığı çay tarlalarında organik gübre olarak uygulanan farklı dozlardaki koyun gübresinin uzun süreli kullanımı (5 yıl) ile

çay verim ve kalitesinin değişimini incelemişlerdir. Aynı çay plantasyonunun beş farklı alanında kurulan denemede, 6 ton/hm<sup>2</sup>, 9 ton/hm<sup>2</sup>, 12 ton/hm<sup>2</sup>, 15 ton/hm<sup>2</sup> ve 18 ton/hm<sup>2</sup> miktarlarında koyun gübresi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları analiz edildiğinde koyun gübresi kullanımının çay verimine yardımcı olduğu, ancak aşırı koyun gübresi kullanımının çay verimini düşürdüğü belirtilmiştir. Bu duruma örnek olarak denemenin 3. Yılındaki verim değerleri (15 t/hm<sup>2</sup> (5634 kg/hm<sup>2</sup>)>12 t/hm<sup>2</sup> (4726 kg/hm<sup>2</sup>)>18 t/hm<sup>2</sup> (4425 kg/hm<sup>2</sup>)>9 t/hm<sup>2</sup> (4108 kg/hm<sup>2</sup>)>6 t/hm<sup>2</sup> (3725 kg/hm<sup>2</sup>)) paylaşılmıştır. Yapılan çalışma, çay kalitesini iyileştirmede koyun gübresi kullanımının faydalı olduğunu ortaya koymuştur. Koyun gübresi kullanılan yıllar ilerledikçe çay polifenol içeriği (Örneğin; 15 t/hm<sup>2</sup> dozunda çay polifenol içeriği 223,15 mg/g'dan 281,26 mg/g'a doğru) yükselmiştir. Ancak yüksek dozda koyun gübresi dozajı kullanıldığında (18 t/hm<sup>2</sup>) çay polifenol içeriği önce yükselmiş (239,28 mg/g'dan 252,38 mg/g'a doğru), ardından tekrar düşmüştür (226,17 mg/g). Denemenin son yılında çay polifenol içeriğinin 15 t/hm<sup>2</sup> (281.26 mg/g)>12 t/hm<sup>2</sup> (251.37 mg/g)>9 t/hm<sup>2</sup> (238.16 mg/g)>18 t/hm<sup>2</sup> (226.17 mg/g)>6 t/hm<sup>2</sup> (185.24 mg/g) sıralamasında gidişat gösterdiği bildirilmiştir.

Shiwakoti ve ark., (2023) çay bitkisinde bitki verimliliği ve hazırlanan siyah çaylardaki fitokimyasallar üzerine gübre uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada bitki başına, organik gübre olarak 200 g hesabı ile vermikompostlama ve inorganik gübre olarak 2.5 g üre + 5 g DAP + 1 g potas kombinasyonu verilmiştir. Denemede beş farklı çay varyetesi kullanılmış ve bunlardan elde edilen CTC siyah çayların DPPH serbest radikalleri süpürme aktiviteleri, kafein, toplam polifenol ve flavonoid içerikleri incelenmiştir. Taze çay yaprağında en yüksek kafein içeriği organik uygulamada %3.4 oranında, siyah çayda ise en yüksek kafein içeriği organik uygulamada %3.22, en düşük kafein içeriği ise yine organik uygulamada %2.17 miktarlarında tespit edilmiştir. Toplam polifenol içeriği; taze çay yaprağı için inorganik uygulamada en yüksek 632.58 mg GAE/g, organik uygulamada en yüksek 620.58 mg GAE/g seviyelerinde, siyah çay için inorganik uygulamada en yüksek 563.6 mg GAE/g (Takda 78), organik uygulamada en yüksek 600.3 mg GAE/g (Gumti) miktarlarında belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Deneme Materyali

Araştırmada, farklı içerikteki gübrelerin uygulandığı çay (*Camellia sinensis* L.) bitkisi üç farklı sürgün döneminde hasat edilmiş ve bitkisel materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1** Çay (*C. sinensis* L.) Bitkisi Taze Yaprakları (a), Hasat Olgunluğuna Erişen Çay Sürgünleri (b)

##### 3.1.2 Deneme Alanlarının Yeri ve Deneme Süresi

Araştırma, Rize ilinin farklı yükseltilere sahip üç ayrı lokasyonundaki hazır çay plantasyonlarında kurulan deneme alanlarında yürütülmüştür. İki yıl (2018 ve 2019 yılları) süresince gübreleme işleminin başladığı mart ayı ile hasat zamanının sona erdiği kasım aylarını kapsayan yetiştirme sezonlarında arazi çalışmaları tamamlanmıştır.

Farklı lokasyonlarda yürütülen denemelere ait koordinat bilgileri; Pazar lokasyonu (Şekil 3.2); 70 m rakım, 41°8'37" K 40°54'20" D, Musadağı lokasyonu (Şekil 3.3); 180 m rakım, 41°2'52" K 40°41'53" D, Ortapazar lokasyonu (Şekil 3.4); 500 m rakım, 40°57'55" K 40°28'35" D şeklindedir.



**Şekil 3.2** Pazar Lokasyonunda Kurulan Denemeden Bir Görünüm



**Şekil 3.3** Musadağı Lokasyonunda Kurulan Denemeden Bir Görünüm





**Şekil 3.4** Ortapazar Lokasyonunda Kurulan Denemeden Bir Görünüm

### **3.1.3 Deneme Alanlarının Toprak Özellikleri**

Tarla denemelerinin yürütüldüğü çay plantasyonlarında gübre uygulamaları yapılmadan önce 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve alınan örnekler Pazar ve Çamlıhemşin Ziraat Odası Başkanlıkları Şemsi Bayraktar Toprak ve Bitki Analiz Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir. Toprak analizlerinin sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Tahlil sonuçlarına göre; deneme yerlerinin toprakları killi-tınlı tekstür yapısında olup, genel olarak organik madde içeriği yüksektir. Fosfor miktarı, denemenin ilk yılında Pazar lokasyonunda orta, Musadağı ve Ortapazar lokasyonlarında düşük düzeyde iken ikinci yılda Pazar lokasyonunda yüksek, Musadağı ve Ortapazar lokasyonlarında ise orta seviyede olmuştur. Bütün lokasyonlarda 2018 yılında azot içeriği orta seviyede, potasyum miktarları yetersiz bulunurken, 2019 yılında hem azot hem de potasyum miktarları yükselmiştir. Bunların yanı sıra Çizelge 3.1 incelendiğinde deneme topraklarının kuvvetli asidik yapıda olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.1** Deneme Alanlarının Toprak Özellikleri

		YILLAR									
		2018					2019				
Lokasyonlar	pH	Organik Madde (%)	Azot (%)	Fosfor (kg/da)	Potasyum (kg/da)	pH	Organik Madde (%)	Azot (%)	Fosfor (kg/da)	Potasyum (kg/da)	
Pazar	3.62	2.41	0.125	18.59	109.00	4.02	2.66	0.201	24.36	117.00	
Musadağı	3.82	1.72	0.112	8.16	107.00	4.03	2.28	0.147	14.34	148.00	
Ortapazar	3.71	3.13	0.156	10.76	102.00	4.08	3.34	0.229	15.47	128.00	

### 3.1.4 Deneme Alanlarının İklim Özellikleri

Denemelerin yürütüldüğü lokasyonlarda 2018 ve 2019 yıllarına ait meteorolojik veriler Trabzon Meteoroloji 11. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir.

Rize ilinde Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. Karadeniz ikliminde; yazlar serin, kışlar ılıman ve her mevsim yağışlı geçmektedir. Toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalaması 2300 mm civarında olduğu Rize, Türkiye'nin en çok yağış alan ili olma özelliğine sahiptir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllara ait veriler lokasyon bazında Çizelge 3.2, Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Pazar lokasyonuna ait veriler incelendiğinde; 2018 yılında toplam yağış 2024.2 mm iken en yüksek yağış Aralık ayında, en düşük yağış Nisan ayında, 2019 yılında ise toplam yağış 1837.4 mm, en yüksek yağış Eylül ayında, en düşük yağış Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Denemenin birinci yılda aldığı yağış miktarı ikinci yıldan daha fazla olmuş ve yağış miktarları her iki yılda da uzun yıllar toplam yağış (2108.5 mm) ortalamasının altında kalmıştır. Ortalama sıcaklık değerleri 2018 yılında 15.7°C, 2019 yılında 14.9°C olmuş, uzun yıllar ortalama sıcaklık (13.8°C) değerine kıyasla 2018 ve 2019 yılları daha yüksek sıcaklık değerlerine ulaşmıştır. Ortalama nispi nem 2018 yılında %80, 2019 yılında %78.2 olarak ölçülmüş ve uzun yıllar ortalama nispi nem (%74.1) değeri ile karşılaştırıldığında denemenin iki yılı da daha nemli geçmiştir.

**Çizelge 3.2** Denemenin Yürütüldüğü Rize İlının Pazar İlçesine Ait İklim Verileri

Aylar	YILLAR								
	2018			2019			Uzun Yıllar (1985-2019)		
	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)
<b>Ocak</b>	7.9	76.4	213.8	7.9	68.5	146.0	6.1	70.4	188.5
<b>Şubat</b>	9.1	76.5	126.6	7.5	79.3	103.4	6.2	70.3	166.0
<b>Mart</b>	11.9	74.0	210.6	7.6	77.4	120.2	7.8	71.0	126.0
<b>Nisan</b>	12.2	75.5	64.0	11.1	78.7	107.2	11.3	73.0	75.8
<b>Mayıs</b>	18.3	83.6	123.2	17.5	76.3	27.6	15.4	75.8	85.4
<b>Haziran</b>	22.1	80.9	124.2	22.8	84.2	148.0	19.6	76.2	144.7
<b>Temmuz</b>	23.7	83.0	108.6	21.9	82.4	230.0	22.1	77.6	137.1
<b>Ağustos</b>	23.5	82.7	124.2	22.7	84.9	92.8	22.8	78.1	183.3
<b>Eylül</b>	20.9	82.4	71.6	19.6	84.1	400.2	19.5	77.3	258.6
<b>Ekim</b>	17.4	82.5	269.2	17.3	85.1	127.6	15.7	77.3	289.7
<b>Kasım</b>	12.4	81.3	209.8	13.2	68.5	166.4	11.1	71.9	225.3
<b>Aralık</b>	9.0	80.6	378.4	9.9	69.0	168.0	7.9	70.4	228.1
<b>Ortalama</b>	<b>15.7</b>	<b>80.0</b>		<b>14.9</b>	<b>78.2</b>		<b>13.8</b>	<b>74.1</b>	
<b>Toplam</b>			<b>2024.2</b>			<b>1837.4</b>			<b>2108.5</b>

Musadağı lokasyonuna ait veriler incelendiğinde; 2018 yılında toplam yağış 2117.0 mm iken en yüksek yağış Aralık ayında, en düşük yağış Nisan ayında, 2019 yılında ise toplam yağış 1731.6 mm, en yüksek yağış Eylül ayında, en düşük yağış Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Denemenin birinci yılı ikinci yıla nazaran daha yağışlı geçmiş ve yağış miktarları her iki yılda da uzun yıllar toplam yağış (2179.41 mm) ortalamasının altında seyretmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2018 yılında ortalama sıcaklık 15.3°C, ortalama nispi nem %87.6 iken 2019 yılında ortalama sıcaklık 14.4°C, ortalama nispi nem %86.1 düzeylerinde kaydedilmiştir. Buna karşılık uzun yıllar ortalama sıcaklık 14.4°C, uzun yıllar ortalama nispi nem ise %84.7 değerlerini almışlardır. Uzun yıllara ait verilerle kıyaslandığında 2018 yılı daha sıcak geçerken 2019 yılının sıcaklığı uzun yıl verileri ile aynı düzeyde seyretmiştir. Ayrıca hem 2018 hem de 2019 yılındaki nispi nem miktarının uzun yıllarda elde edilen nispi nem değerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

**Çizelge 3.3** Denemenin Yürütüldüğü Rize İlının Musadağı İlçesine Ait İklim Verileri

Aylar	YILLAR								
	2018			2019			Uzun Yıllar (1985-2019)		
	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)
<b>Ocak</b>	6.9	88.3	161.2	6.9	80.2	43.8	5.9	82.7	159.33
<b>Şubat</b>	8.5	86.5	125.6	6.7	88.3	111.4	7.4	82.0	110.64
<b>Mart</b>	11.7	83.0	188.8	7.5	83.1	121.2	9.6	79.8	145.77
<b>Nisan</b>	12.1	82.0	59.2	11.2	84.0	119.6	11.9	81.1	79.59
<b>Mayıs</b>	18.6	87.5	94.8	17.7	82.2	32.4	17.0	84.8	74.73
<b>Haziran</b>	22.0	85.9	86.2	22.9	87.9	146.6	21.1	84.8	149.66
<b>Temmuz</b>	23.7	88.6	177.0	21.8	87.8	228.8	22.6	85.9	193.70
<b>Ağustos</b>	23.2	88.4	197.0	22.7	89.8	225.4	23.8	86.8	165.67
<b>Eylül</b>	20.7	88.6	294.2	19.4	89.6	252.6	20.2	86.8	318.09
<b>Ekim</b>	16.9	89.5	190.2	16.9	90.9	203.8	15.5	89.5	323.93
<b>Kasım</b>	11.5	90.8	228.0	11.3	84.0	117.8	10.9	85.5	232.29
<b>Aralık</b>	7.8	91.6	314.8	7.9	85.5	128.2	6.7	86.5	212.58
<b>Ortalama</b>	<b>15.3</b>	<b>87.6</b>		<b>14.4</b>	<b>86.1</b>		<b>14.4</b>	<b>84.7</b>	
<b>Toplam</b>			<b>2117.0</b>			<b>1731.6</b>			<b>2179.41</b>

Ortopazar lokasyonuna ait veriler incelendiğinde; 2018 yılında toplam yağış 1926.6 mm iken en yüksek yağış Aralık ayında, en düşük yağış Nisan ayında, 2019 yılında ise toplam yağış 1889.2 mm, en yüksek yağış Eylül ayında, en düşük yağış Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Denemenin ikinci yılına nazaran ilk yılda aldığı yağış miktarı daha yüksek olurken uzun yıllar toplam yağış (2316.7 mm) ortalaması dikkate alındığında her iki yıl için de yağış miktarları düşmüştür. Sıcaklık değerleri ortalamasına bakıldığında 2018 yılında ortalama 16.8°C olan sıcaklığın 2019 yılında 16.0°C olarak ölçüldüğü ve uzun yıllar ortalama sıcaklık (14.7°C) değerine kıyasla her iki yılda daha sıcak geçtiği görülmüştür. Ortalama nispi nem 2018 yılında %81.9, 2019 yılında %81.7 değerlerine ulaşmış ve uzun yıllar ortalama nispi nem (%77.2) değeri ile karşılaştırıldığında bu değerlerin daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir.

**Çizelge 3.4** Denemenin Yürütüldüğü Rize İlinin Ortapazar İlçesine Ait İklim Verileri

Aylar	YILLAR								
	2018			2019			Uzun Yıllar (1985-2019)		
	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)
<b>Ocak</b>	8.5	80.6	287.0	8.4	75.7	124.2	6.8	75.3	219.8
<b>Şubat</b>	9.7	81.5	103.6	8.0	83.6	90.3	6.7	74.7	177.1
<b>Mart</b>	12.2	79.3	178.6	8.5	79.5	101.7	8.4	75.4	151.2
<b>Nisan</b>	13.3	77.0	39.1	11.8	82.4	119.8	11.8	76.4	89.6
<b>Mayıs</b>	19.6	84.4	143.1	18.4	80.2	32.1	16.3	77.9	97.4
<b>Haziran</b>	23.8	80.4	58.1	24.3	84.3	119.8	20.9	76.8	148.2
<b>Temmuz</b>	25.2	81.3	116.6	23.7	80.9	109.7	23.6	77.2	157.6
<b>Ağustos</b>	25.2	80.1	119.3	24.2	83.8	329.9	24.2	78.2	191.0
<b>Eylül</b>	22.4	82.1	175.4	21.3	84.1	389.2	20.8	79.1	264.7
<b>Ekim</b>	18.8	85.5	167.0	18.8	87.7	169.4	16.7	80.9	321.3
<b>Kasım</b>	13.5	85.2	209.0	13.8	80.9	138.3	11.9	77.7	243.4
<b>Aralık</b>	9.7	85.2	329.8	10.5	76.8	164.8	8.5	76.5	255.4
<b>Ortalama</b>	<b>16.8</b>	<b>81.9</b>		<b>16.0</b>	<b>81.7</b>		<b>14.7</b>	<b>77.2</b>	
<b>Toplam</b>			<b>1926.6</b>			<b>1889.2</b>			<b>2316.7</b>

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Arazi Çalışmaları

Tarla denemeleri, Tesadüf Blokları Faktöriyel Deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Araştırmada, geleneksel olarak kullanılan kimyasal kompoze gübre (İnorganik G.) (25-5-10), 3 adet organik katı gübre (K1, K2 ve K3), 2 adet organik sıvı gübre (S1 ve S2) ve 1 adet sıvı+katı organik gübre kombinasyonu (S+K) ile gübre uygulaması yapılmayan kontrol parselleri yer almıştır. Denemede, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından verilen “Organik Gübre Sertifikası”na sahip ve piyasada ticari anlamda onaylı satışı bulunan gübreler tespit edilerek uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Her bir parsel  $6 \times 5 = 30 \text{ m}^2$  büyüklüğünde ve tekerrürler arasındaki mesafe 1 m olacak şekilde düzenlenmiştir (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5** Deneme Alanlarında Parselizasyonların Oluşturulması; Pazar Lokasyonu (a), Musadağı Lokasyonu (b), Ortapazar Lokasyonu (c,d)

İlk gübreleme Mart ayının sonu ile Nisan ayının başında gerçekleştirilmiş daha sonraki gübrelemeler hasat tarihlerini takiben bir ay içerisinde tamamlanmıştır. Gübreleme takvimi, ilgili üretici firmanın uygulama sayısı dikkate alınarak oluşturulmuş ve gübrelemeler esnasında gübre miktarları eşit şekilde bölünmüştür. Denemede yer alan 3 adet katı, 2 adet sıvı ve 1 adet sıvı+katı kombinasyonu organik gübre uygulanması esnasında, kimyasal kompoze gübre (25.5.10)'nin çay bitkisi için tavsiye edilen 60 kg/da dozundaki mevcut saf azot miktarı (15 kg N/da) dikkate alınacak şekilde organik gübre uygulamaları için hesaplamalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6). Denemelerde kullanılan gübrelere ait genel bilgiler ve gübre içerikleri ile gübrelerin uygulama metodu ve zamanlarına ilişkin detaylı açıklamalar Çizelge 3.5'de yer almaktadır.

**Çizelge 3.5** Çalışmanın Yürütüldüğü Deneme Alanlarındaki Çay Bitkisine Uygulanan Gübrelere İlişkin Genel Bilgiler

Gübre Uygulamaları	Gübre Türü	Gübre İçerikleri	Uygulama Metodu ve Zamanları	Marka veya Ticari Adı
Organik Katı Gübre Uygulamaları	K1	Hayvansal Atıklardan Elde Edilen Organik Çiftlik Gübresi <b>% Org. M.:</b> 52,2 <b>N-P-K:</b> 6-10-6 <b>pH:</b> 5,5-7,5	İlk sürgün döneminden önce tek seferde (Mart-Nisan dönemi) elle yüzeye serpmeye yöntemiyle	SÜTAŞ 6-10-6
	K2	Biogaz Üretim Sürecinde Fermantasyon Sonucu Elde Edilen Zenginleştirilmiş Hayvansal Menşeli Katı Organik Gübre <b>% Org. M.:</b> 53,5 <b>N-P-K:</b> 7-4-4 <b>pH:</b> 6-8	İlk 2 sürgün döneminden önce olacak şekilde 2 defa (Mart-Nisan ve Haziran-Temmuz dönemlerinde) elle yüzeye serpmeye yöntemiyle	ORGANOFERM 7.4.4
	K3	Hayvansal ve Bitkisel Atıkların Fermantasyonu Sonucu Elde Edilen Organik Gübre <b>% Org. M.:</b> 54,2 <b>N-P-K:</b> 7-2-6 <b>pH:</b> 6-8	İlk 2 sürgün döneminden önce olacak şekilde 2 defa (Mart-Nisan ve Haziran-Temmuz dönemlerinde) elle yüzeye serpmeye yöntemiyle	NEOBIOPLUS 7-2-6
Organik Sıvı Gübre Uygulamaları	S1	Hayvansal Menşeli (Yarasa) Sıvı Organik Gübre <b>% Org. M.:</b> 25 <b>N-P-K:</b> 1,5-2-1 <b>pH:</b> 4,5-6,5	3 sürgün döneminden önce olacak şekilde 3 defa (Mart-Nisan, Haziran-Temmuz ve Ağustos-Eylül dönemlerinde) sırt pompası yöntemiyle	TURKUVAZ BAT POWER
	S2	Hayvansal Menşeli (Yarasa) Sıvı Organik Gübre <b>% Org. M.:</b> 38,1 <b>N-P-K:</b> 1-1-3 <b>pH:</b> 5-7	3 sürgün döneminden önce olacak şekilde 3 defa (Mart-Nisan, Haziran-Temmuz ve Ağustos-Eylül dönemlerinde) sırt pompası yöntemiyle	EYO GREEN BAT POWER
Organik Sıvı+Katı Gübre Uygulaması	S+K	Solucan Dışkısı (Vermikompost) + Leonardit ve Aminoasit İçeren Sıvı Solucan(Vermikompost) Dışkısı ile Elde Edilen Organik Gübre <b>KATI</b> <b>% Org. M.:</b> 35 <b>N-P-K:</b> 3,5-2-2 <b>pH:</b> 6,5-8,5 <b>SIVI</b> <b>% Org. M.:</b> 6 <b>NPK:</b> 0,5-0,2-2 <b>pH:</b> 4,2-6,2	3 sürgün döneminden önce olacak şekilde 3 defa (Mart-Nisan, Haziran-Temmuz ve Ağustos-Eylül dönemlerinde) katı gübre için elle yüzeye serpmeye ve sıvı gübre için sırt pompası yöntemiyle	SUPERSOL PELET
İnorganik Gübre Uygulaması	İnorganik G.	Kimyasal Kompoze Gübre <b>N-P-K:</b> 25-5-10	İlk sürgün döneminden önce tek seferde (Mart-Nisan dönemi) elle yüzeye serpmeye yöntemiyle	GÜBRETAŞ 25.5.10

Org. M.: Organik madde

N-P-K: Azot –Fosfor-Potasyum



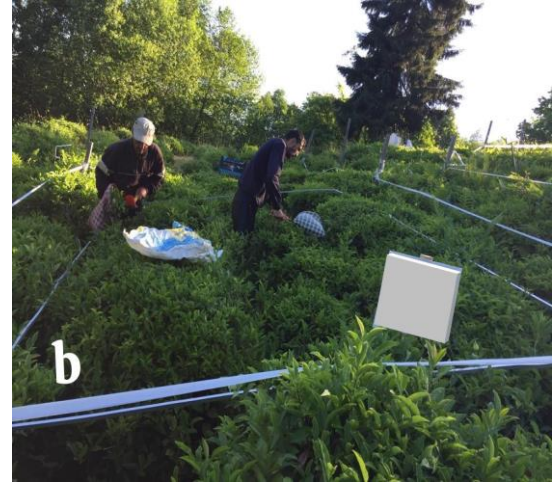
**Şekil 3.6** Sıvı Gübre Hazırlığı (a), Sıvı Gübrelerin Uygulanması (b), Katı Gübrelerin Tartımı (c), Katı Gübre Uygulanması (d)

Yaş çay yaprağı hasadı; Mayıs-Haziran (1. sürgün), Temmuz-Ağustos (2. sürgün) ve Eylül-Ekim (3. sürgün) olmak üzere üç sürgün döneminde gerçekleştirilmiştir. Denemelerin iki yılında gerçekleştirilen çay yaprağı hasadına ait toplama tarihleri Çizelge 3.6’da verilmiştir. Deneme alanlarındaki çay sürgünleri 2018 yılına kıyasla 2019 yılında daha geç hasat olgunluğuna eriştikleri için denemenin ikinci yılındaki hasatlar daha ileri tarihlerde yapılmıştır. Hasat esnasında kenar tesiri ayırmak amacıyla 10 m<sup>2</sup>’lik alanı kapsayacak şekilde özel hazırlanmış plakalar (Şekil 3.7) parsellere yerleştirilip, çay hasadı için özel olan çay makasları yardımıyla çay sürgünlerinden, “bir tomurcuk ve iki yaprak” olacak şekilde 2.5 yaprak mesafesinden yaş çay yaprakları (Şekil 3.8) toplanmıştır. Hasat edilen yaş çay yaprakları tartılarak yaprak ağırlıklarına ilişkin değerler kayıt altına alınmış (Şekil 3.9) ve ardından her bir uygulama için hasat dönemlerinde dekara ortalama yaş yaprak verimi ile 2018 ve 2019 yıllarındaki toplam verim miktarları hesaplanmıştır.



**Çizelge 3.6** Gübre Uygulamaları Sonrasında Deneme Alanlarında Gerçekleştirilen Hasat İşlemlerine Ait Tarihler

Lokasyonlar	2018 Yılı Hasat Tarihleri			2019 Yılı Hasat Tarihleri		
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat
Pazar	23.05.18	19.07.18	17.09.18	27.05.19	26.07.19	02.10.19
Musadağı	21.05.18	18.07.18	16.09.18	27.05.19	31.07.19	02.10.19
Ortapazar	25.05.18	23.07.18	15.09.18	10.06.19	03.08.19	03.10.19



**Şekil 3.7** Çay Yapraklarının Toplanması (a,b)



**Şekil 3.8** Parsellerden Toplanan Taze Çay Yaprakları (a,b)



**Şekil 3.9** Hasat Edilen Yaş Çay Yapraklarının Tartımı ve Parsellerdeki Yaprak Ağırlıklarının Kayıt Altına Alınması (a,b)

Hasat işleminin ardından tartımı tamamlanan yaş çay yapraklarından laboratuvar analizlerinde kullanılmak üzere kese kağıtlarına örnekler ( $200\pm 5$  g) alınarak etiketleme işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10).

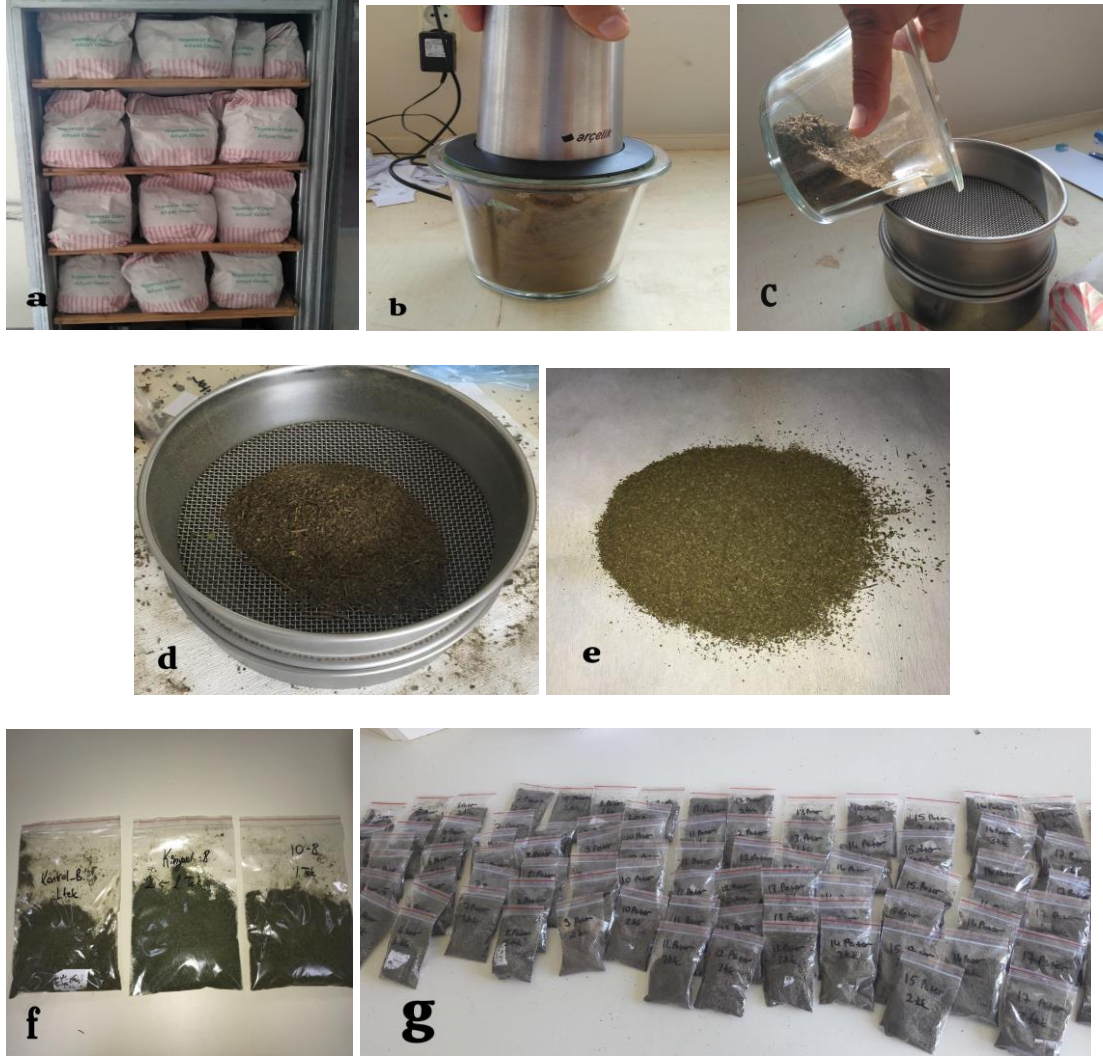


**Şekil 3.10** Çay Yaprığı Örneklerinin Alınması (a), Kese Kağıtları İçerisindeki Bitki Örnekleri (b)

### 3.2.2 Laboratuvar Çalışmaları

#### 3.2.2.1 Örneklerin Analize Hazırlanması

Laboratuvara getirilen yaş çay yaprağı örnekleri 36 saat süre ile etüvde  $40^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta kurutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra bitki örnekleri Arçelik K8530 model doğrayıcı değirmen ile öğütülerek 2 mm gözenek boyutundaki laboratuvar eleklerinden geçirilmiştir. Toz halindeki örnekler kilitli poşetlere alınıp, etiketlenerek ekstraksiyon yapılmak üzere hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.11). Örnekler kullanılıncaya kadar  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.



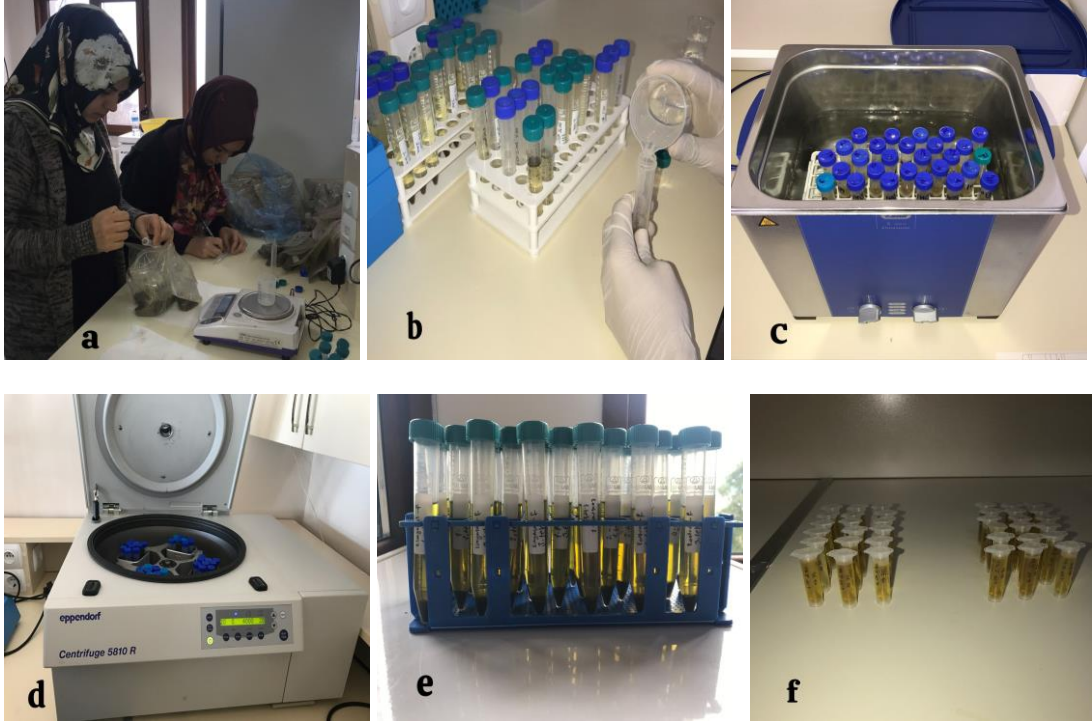
**Şekil 3.11** Çay Yapraklarının Kurutulması (a), Kuru Çay Yapraklarının Öğütülmesi (b), Öğütülen Örneklerin Elekten Geçirilmesi (c,d), Toz Haline Getirilmiş Kuru Çay Yapağı (e), Kilitli Poşetlerde Muhafaza Edilen Çalışma Örnekleri (f,g)

### 3.2.2.2 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini

#### 3.2.2.2.1 Ekstraksiyon

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayini için ekstraksiyon aşamasında, uluslararası standart ISO 14502-1:2005 yöntemi kullanılmıştır. Santrifüj tüplerinin içerisine, 0.1 g ( $\pm 0.001$  g hassasiyetle) toz haline getirilmiş kuru çay yapağı örnekleri tartılmış ve ardından tüpler içerisine 10 ml %80'lik metanol (v/v) ilave edilmiştir. Çözücü ve örnek barındıran santrifüj tüpleri su banyosunda 50°C'de 20 dk süre ile karıştırılmış sürenin sonunda karışım 1 saat boyunca karanlıkta bekletilerek ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyonu tamamlanan örnekler 4000 rpm'de 20 dk santrifüj

edilerek sıvı ve katı kısımlar birbirlerinden ayrılmış, santrifüj tüplerinin üst kısmında kalan çözelti 45µ'lik membran filtre ile 2 ml'lik eppendorf tüp içerisine süzölmüştür (Şekil 3.12).



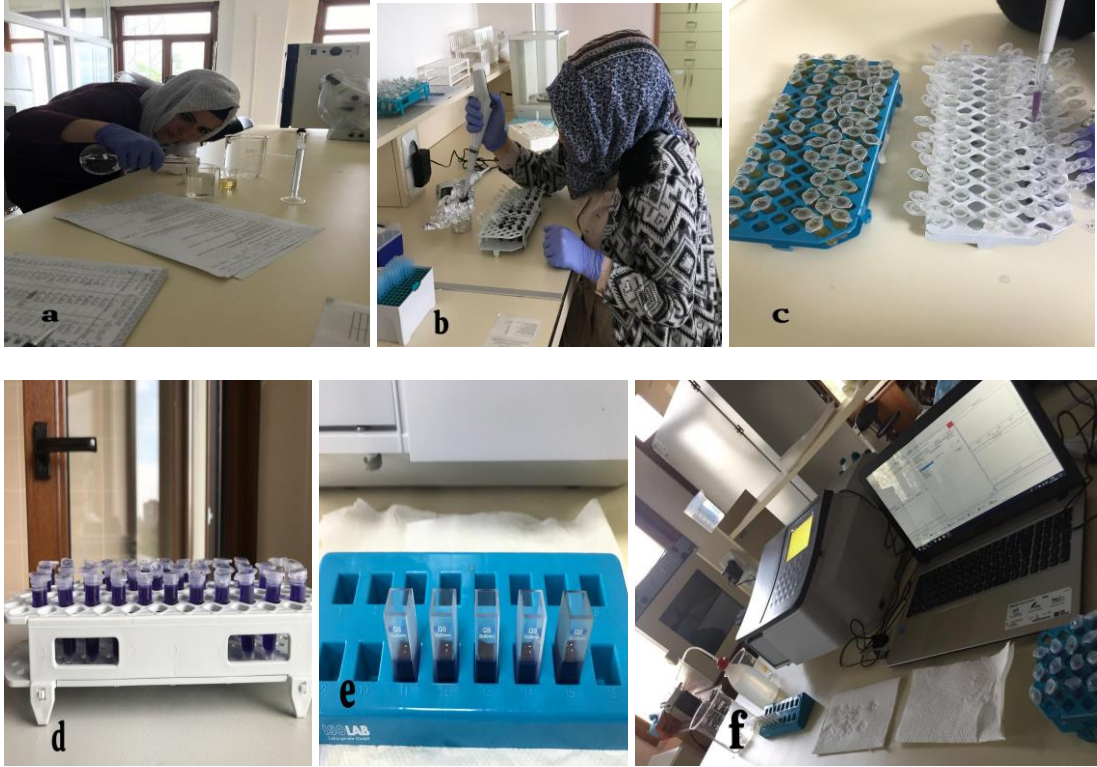
**Şekil 3.12** Ekstraksiyon Yapılacak Örneklerin Tartımı (a), Santrifüj Tüplerine Çözücü İlave Edilmesi (b), Ekstraksiyon Esnasında Su Banyosu Aşamasına Ait Görüntü (c), Santrifüjleme İşlemi (d), Ekstraksiyonu Tamamlanan Ekstraktlar (e), Analiz İçin Eppendorf Tüplere Aktarılan Ekstrakt Örnekleri (f)

### 3.2.2.2.2 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde miktarı, Waterhouse (2002) tarafından açıklanan Folin-Ciocalteu yöntemi esas alınarak belirlenmiştir. Deney tüplerine alınan 0.02 ml bitki ekstraktı üzerine 1.58 ml saf su ve 0.1 ml (0.2 N) Folin-Ciocalteu reaktifi ilave edilerek karıştırılmış ve ardından 0.3 ml sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) solüsyonu (75 g/L) eklenmiştir. Referans numunelerin tüplerine bitki ekstraktı yerine saf su eklenmiştir. Tüpler 50°C'de 15 dk boyunca manyetik çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Absorbans okumaları Shimadzu marka UV-1800 model spektrofotometre cihazı ile 765 nm dalga boyunda ölçölmüş, gallik asit kalibrasyon eğrisi oluşturularak hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı, mg gallic acid/g (mg GAE/g) kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

### 3.2.2.2.3 FRAP Metodu ile Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini, Benzie ve Strain (1996)'in geliştirdiği FRAP metodu kullanılarak tespit edilmiştir. FRAP çözeltilisi, 25 ml 0.3 M asetat tampon (0.9 g sodyum asetat trihidrat ve 4 ml asetik asit ile hazırlanmış ve pH 3.6'ya ayarlanmış), 2.5 ml TPTZ çözeltilisi (40 mM HCl içerisinde 10 mM TPTZ çözdürölmesi ile hazırlanmış) ve 2.5 ml 20 mM FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O çözeltilisi karıştırılarak hazırlanmıştır. Eppendorf tüplere 20 µl ekstrakt ve 1.98 ml FRAP çözeltilisi ilave edilip karıştırılmış ve 3 dakika süre ile 37°C'de ısıya maruz bırakılmıştır. Referans örneği olarak saf su kullanılmıştır. Absorbans değerleri Shimadzu marka UV-1800 spektrofotometre cihazı kullanılarak 593 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda (25, 50, 75 ve 100 ppm) FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O kullanılarak standart eğri oluşturulmuş ve demir indirgeme kapasitesi µM FeSO<sub>4</sub>/g olarak ifade edilmiştir (şekil 3.13).

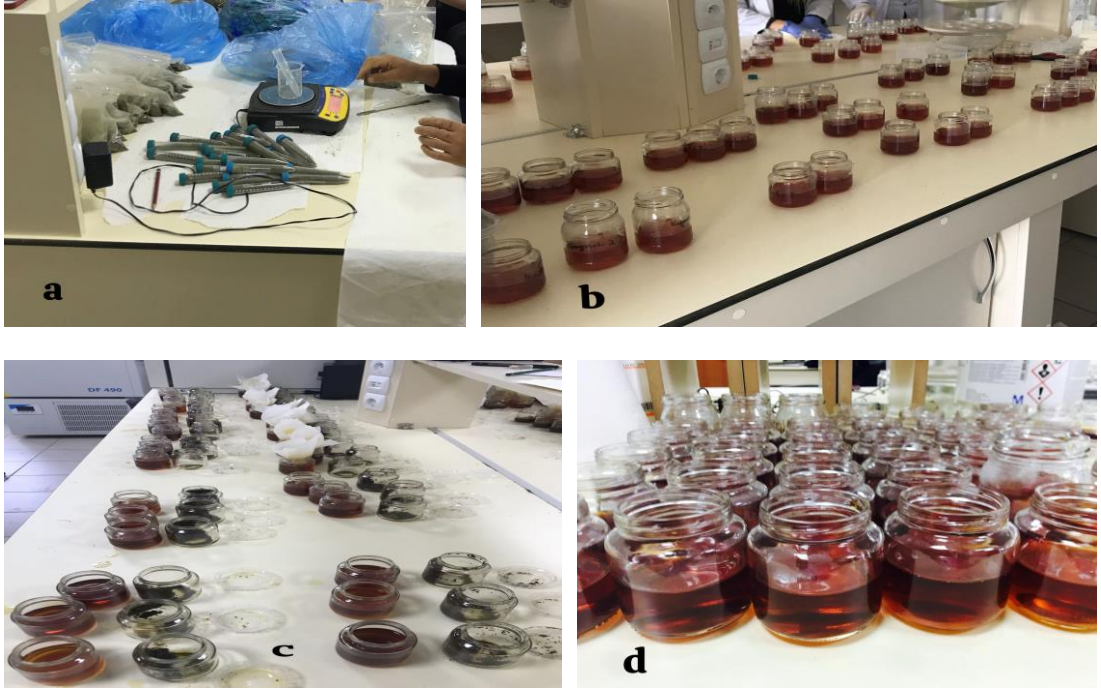


**şekil 3.13** Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini İçin Hazırlık Aşamaları (a,b,c), Analiz İçin Hazır Hale Getirilen alışma Örneğlerine Ait Görüntüleri (d,e), UV-vis Spektrofotometre Cihazı İle Absorbans Ölçümü ve Sonuçların Hesaplanması (f)

### 3.2.2.3 Kafein ve Fenolik Bileşiklerin HPLC ile Analizi

#### 3.2.2.3.1 HPLC Analizleri İçin Ekstraksiyon

Çalışmada yer alan 432 adet örnekten 3 tekrür olacak şekilde  $\pm 0.001$  g hassasiyetle 3 g tartılmış, laboratuvar tipi cam kavanozlar içerisine aktararak üzerine 100 mL ( $100^{\circ}\text{C}$ ) saf su eklenmiştir. Çözücü ve örnek karışımı içeren cam kavanozlar, 15 dakikada bir karıştırılmak suretiyle 30 dakika süre ile maserasyon işlemine tabii tutulmuştur. Karışımlar filtre kağıdı yardımıyla 3 defa süzölmüş, nihai olarak elde edilen sıvı ekstraktlar 0.45  $\mu\text{m}$  filtreden geçirilerek 2 mL'lik HPLC viallerine aktarılmıştır (Şekil 3.14).



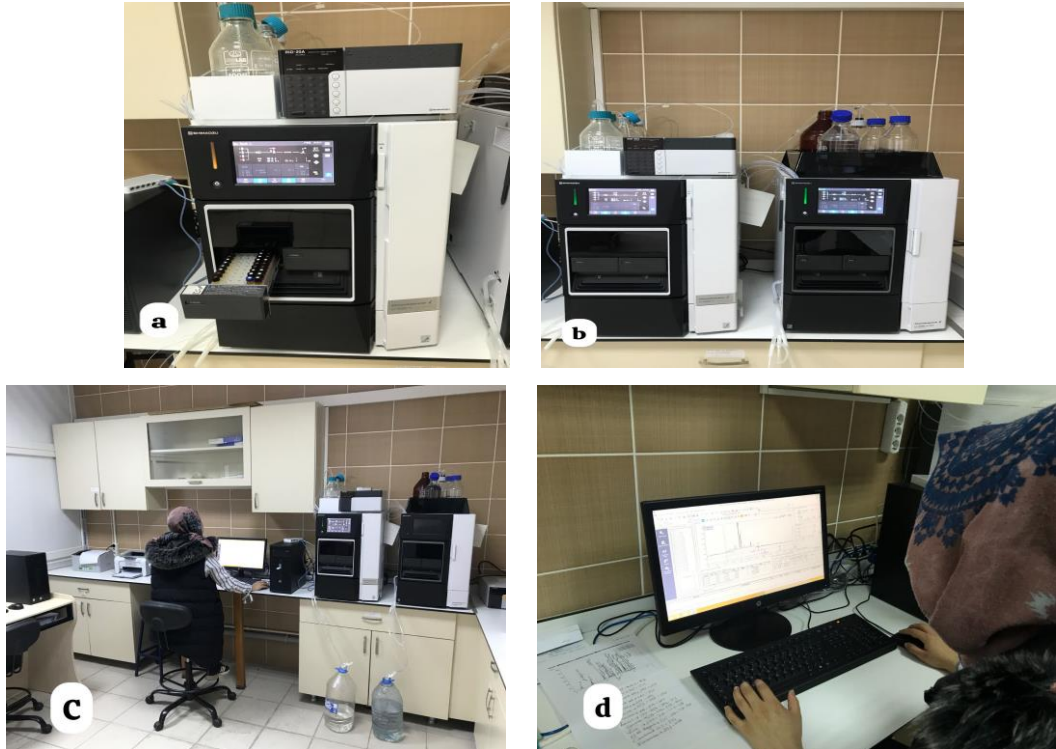
**Şekil 3.14** Ekstraksiyon Yapılacak Örneklerin Tartılması (a), Ekstraksiyon İşlemine Ait Görüntü (b), Ekstraksiyonu Tamamlanan Karışımların Filtre Kağıdı İle Süzölmesi (c), Ekstraksiyon Sonrası Ekstrelerin Görüntüsü (d)

#### 3.2.2.3.2 Kateşin (C, EC, EGC, EGCG) ve Kafein Tayini

Kateşin (C, EC, EGC, EGCG) ve kafein bileşiklerinin kantitatif tayinleri, Canbay ve Doganturk (2017)'ün yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Kuru çay yaprağına ait ekstraktları içeren vialler otomatik örnekleyciye konularak HPLC cihazına enjekte edilmiş ve sonuçlar hesaplanmıştır (Şekil 3.15). Elde edilen sonuçlar mg/g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir. HPLC çalışma koşulları ve gradient elusyon programı Çizelge 3.7'de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.7 HPLC Çalışma Koşulu ve Gradient Elusyon Programı**

HPLC çalışma koşulu		Gradient elusyon programı		
		Süre	B (%)	A (%)
Model	Shimadzu LC-2030 C 3D	0	90	10
Kolon	Purospher Star RP-18 (5µm, 4.0 x 250mm)	40	45	55
System controller	LC-2030 Controller	45	45	55
Dedektör	PDA	45,01	90	10
Basınç	300 bar	50	90	10
Pompa	LC-2030 Pump			
Mobil faz	A: Metanol B: Saf su			
Dedeksiyon dalga boyu	280 nm			
Akış hızı	0.800 ml/dk			
Kolon sıcaklığı	25°C			
Enjeksiyon miktarı	20 µl			



**Şekil 3.15** Kafein ve Katesin Bileşiklerinin Tayini İçin HPLC Cihazına Yerleştirilen Örnekler (a), Analizlerin Gerçekleştirildiği HPLC Cihazlarına Ait Görüntü (b), HPLC Cihazına Enjeksiyon Verme Aşaması (c), HPLC Analiz Sonuçlarının Raporlanması (d)

### - Standart Maddelerin Hazırlanması ve Kalibrasyon

Kateşin, epikateşin, epigallokateşin, epigallokateşin gallat ve kafein bileşiklerinin standartlarından 100 mg alınarak metanol-saf su (50-50) karışımı ile 1000 ppm konsantrasyonda ana stok çözelti hazırlanmıştır. Ardından 0.5-500 mg/kg arasında değişen konsantrasyonlarda ara stok çözeltiler (çalışma çözeltileri) (Çizelge 3.8) hazırlanarak kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur.

**Çizelge 3.8** Kullanılan Standart Maddeler ve Ara Stok Çözeltilerin Konsantrasyonları

Standart madde	Ara stok çözeltilerin konsantrasyonu (mg/kg)
Kafein	50-250
(-)-EGCG	50-250
(-)-EGC	0.5-50
(-)-EC	0.5-50
(+)-C	0.5-50

### 3.2.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen verilerin istatistik analizleri JMP istatistik paket programı kullanılarak Tesadüf Blokları Faktöriyel Deneme Desenine göre yapılmıştır. Farklı gübre çeşitleri ve hasat zamanları dikkate alınarak çayın yaprak verimleri ile birlikte analiz edilen çay yaprağındaki toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite, kafein ve fenolik bileşiklere ilişkin sonuçlara istatistik analiz uygulanmıştır. Çalışma bulguları, lokasyon bazında yapılan yıllar itibarıyla birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre tartışılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önemlilik kontrolü yıllar için LSD testi ile belirlenirken, diğer bulgular için Tukey testi uyarınca gerçekleştirilmiştir.



#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinde üç hasat döneminde elde edilen yaş yaprak verimleri ile kalite kriterleri ve antioksidan aktiviteye ilişkin veriler yıllar itibarıyla birleştirilmiş varyans analizine tabi tutulduktan sonra tartışılmıştır.

Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktiviteye ilişkin bulgular “4.5” numaralı, kafein ve kateşin (C, EC, EGC ve EGCG) miktarlarına ilişkin bulgular ise “4.11” numaralı alt başlık altında tartışılmıştır.

##### 4.1 Hasat Dönemleri Yaş Yaprak Verimi

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Pazar lokasyonunda hasat dönemlerinde elde edilen yaş yaprak verimlerine ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.1’de, yaş yaprak verimleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Pazar lokasyonunda yaş yaprak veriminde yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemlerinin yaş yaprak verimi üzerine etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Buna karşılık yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	391844.7	391845	20.52**
Blok (Yıl)	4	120917.8	30229	1.58
Gübre	7	3083036.9	440434	23.06**
Hasat Dönemi	2	4007906.5	2003953	104.95**
Yıl*Gübre	7	82276.2	11754	0.61
Yıl*Hasat Dönemi	2	46646.6	23323	1.22
Gübre*Hasat Dönemi	14	336968.5	24069	1.26
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	139646.1	9975	0.52
Hata	92	1756635.8	19094	
Genel	143	9965879.0		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.2’de verilen bulgulara göre, Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen ortalama yaş yaprak verimi için en yüksek sonuç inorganik gübre uygulamasında elde edilmiştir. Aynı zamanda inorganik gübre ile katı gübreler arasında 100 kg/da civarında verim farkı olmakla birlikte, katı gübrelerin verim üzerine olan etkisi inorganik gübreden farksızdır. Bununla birlikte, inorganik gübreden elde edilen yaş yaprak verimi sıvı gübrelerden yaklaşık olarak iki kat fazla iken sıvı+katı kombinasyonundan %62 oranında daha yüksek bulunmuştur. Gübreleme yapılmayanlara göre inorganik gübre iki kat verim artışı sağlarken katı gübreler yaş çay yaprağı verimini %74 oranında arttırmıştır. Hem sıvı gübrelerin hem de sıvı+katı gübre kombinasyonunun yaş yaprak verimi üzerine olan etkisi kontrolden farklı değildir. Katı gübreler yaş yaprak verimi açısından birbirleriyle karşılaştırıldığında aralarındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuş ve en yüksek yaş yaprak verimi K3 uygulamasında tespit edilmiştir. İlaveten, sıvı gübrelere kıyasla katı gübrelerden %86 daha fazla yaş yaprak verimi tespit edilmiştir. Sıvı gübreler hem kendi aralarında hem de sıvı+katı kombinasyonuna göre kıyaslandığında bu gübrelerin verim üzerine eşit seviyede etkili oldukları saptanmıştır. Sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilen yaprak verimi katı gübrelerden %30 daha düşüktür. Pazar lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yıllarında en yüksek yaş çay yaprağı verimleri birinci hasat dönemlerinde (759.19 ve 690.42 kg/da) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Pazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde yaş yaprak verimleri yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen yaş yaprak verim değerlerinde ilk yıla (586.31 kg/da) kıyasla ikinci yılda (481.98 kg/da) %18 oranında düşüş meydana gelmiştir.

**Çizelge 4.2** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimleri (kg/da)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	572.16	424.60	243.96	413.57	587.46	285.56	152.33	341.78	579.81	355.08	198.15	377.68 <sup>b*</sup>
<b>İnorganik G.</b>	939.00	886.83	524.00	783.27	867.50	856.46	387.66	703.87	903.25	871.65	455.83	743.57 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	851.73	836.00	534.36	740.70	798.30	614.10	271.20	561.20	825.01	725.05	402.78	650.95 <sup>a</sup>
<b>K2</b>	824.16	734.50	530.26	696.31	831.13	673.50	300.50	601.71	827.65	704.00	415.38	649.01 <sup>a</sup>
<b>K3</b>	921.50	821.00	506.90	749.80	697.96	667.50	321.93	562.46	809.73	744.25	414.41	656.13 <sup>a</sup>
<b>S1</b>	597.16	319.06	263.23	393.15	482.80	309.06	145.00	312.28	539.98	314.06	204.11	352.72 <sup>b</sup>
<b>S2</b>	588.33	367.20	263.93	406.48	668.73	263.00	147.60	359.77	628.53	315.10	205.76	383.13 <sup>b</sup>
<b>S+K</b>	779.50	446.43	295.66	507.20	589.46	442.00	206.83	412.76	684.48	444.21	251.25	459.98 <sup>b</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	759.19	604.45	395.29	<b>586.31A</b>	690.42	513.90	241.63	<b>481.98B</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									724.80A	559.17B	318.46C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Musadağı lokasyonunda hasat dönemlerinde elde edilen yaş yaprak verimlerine ait 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.3’de, yaş yaprak verimleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Musadağı lokasyonunda yaş yaprak veriminde yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x hasat dönemi interaksiyonunun yaş yaprak verimi üzerine etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Buna karşılık yıl x gübre, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiki anlamda önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
<b>Yıl</b>	1	937245.0	937245.0	86.45**
<b>Blok (Yıl)</b>	4	127829.1	31957.3	2.94*
<b>Gübre</b>	7	1398510.1	199787.2	18.42**
<b>Hasat Dönemi</b>	2	1588178.1	794089.1	73.25**
<b>Yıl*Gübre</b>	7	84715.9	12102.3	1.11
<b>Yıl*Hasat Dönemi</b>	2	210857.4	105428.7	9.72**
<b>Gübre*Hasat Dönemi</b>	14	186189.2	13299.2	1.22
<b>Yıl*Gübre* Hasat Dönemi</b>	14	96945.6	6924.7	0.63
<b>Hata</b>	92	997350.1	10840.8	
<b>Genel</b>	143	5627820.5		

(\*)  $p<0.05$ , (\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Musadağı lokasyonunda gübre uygulamalarından 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen ortalama yaş yaprak verimi için en yüksek sonuç inorganik gübre uygulamasında kaydedilmiştir. İnorganik gübre ile kıyaslandığında katı gübrelerin veriminde %26’ya varan oranlarda düşüş meydana gelmiştir. İnorganik gübreden elde

edilen yaş yaprak verimi sıvı gübrelerden iki kat fazla iken sıvı+katı kombinasyonundan %86 oranında daha yüksek bulunmuştur. Gübreleme yapılmayanlara kıyasla inorganik gübredeki verim artışı %80 civarında iken katı gübrelerde %55'e varan oranlarda artış sağlanmıştır. Sıvı gübrelerden elde edilen yaş yaprak verimi kontrolün gerisinde kalırken sıvı+katı gübre kombinasyonunun verim üzerine olan etkisi kontrolden farksızdır. Katı gübreler yaş yaprak verimi açısından birbirleriyle karşılaştırıldığında; K2 ile K3 gübreleri arasında yaş yaprak verimi açısından istatistiki anlamda bir fark bulunmamış ancak K1 gübresinin veriminin diğer katı gübrelerden 65 kg/da'a ulaşan miktarda daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sıvı gübreler verim üzerine eşit seviyede etkili olurken sıvı gübrelere kıyasla katı gübrelerin yaş yaprak verimi %83'e ulaşan miktarlarda daha fazladır. Sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilen yaş yaprak verimi katı gübrelere göre %37 azalırken sıvı gübreler ile sıvı+katı kombinasyonu arasında ortalama 30 kg/da verim farkı kaydedilmiştir. Musadağı lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yılları için en yüksek yaş çay yaprağı verimleri birinci hasat dönemlerinde (619.09 ve 394.66 kg/da) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Musadağı lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde yaş yaprak verimleri yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Araştırmamız kapsamında gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen ortalama yaş yaprak verim değerleri ilk yıla (452.87 kg/da) kıyasla ikinci yılda (291.51 kg/da) %35 oranında düşmüştür.

**Çizelge 4.4** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimleri (kg/da)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	492.99	289.73	348.46	377.06	293.46	294.13	90.00	225.86	393.22	291.93	219.23	301.46 <sup>cd*</sup>
<b>İnorganik G.</b>	824.22	583.40	588.16	665.26	578.26	471.16	219.96	423.13	701.24	527.28	404.06	544.19 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	585.18	482.73	407.90	491.93	387.13	352.73	184.00	307.95	486.15	417.73	295.95	399.94 <sup>bc</sup>
<b>K2</b>	644.79	556.06	460.40	553.75	478.20	455.53	200.55	378.09	561.49	505.80	330.47	465.92 <sup>ab</sup>
<b>K3</b>	664.77	523.56	407.03	531.79	452.80	435.26	152.90	346.98	558.78	479.41	279.96	439.38 <sup>ab</sup>
<b>S1</b>	507.66	203.60	173.80	295.02	291.20	227.73	124.25	214.39	399.43	215.66	149.02	254.70 <sup>d</sup>
<b>S2</b>	638.04	219.80	223.56	360.46	313.43	166.76	73.50	184.56	475.73	193.28	148.53	272.51 <sup>d</sup>
<b>S+K</b>	595.14	228.13	219.73	347.66	362.80	254.53	136.10	251.14	478.97	241.33	177.91	291.07 <sup>cd</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	619.09a	385.87b	353.63b	<b>452.87A</b>	394.66b	332.23b	147.65c	<b>291.51B</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									506.88A	359.05B	250.64C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Ortapazar lokasyonunda hasat dönemlerinde elde edilen yaş yaprak verimlerine ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.5’de, yaş çay yaprağı verimleri Çizelge 4.6’da verilmiştir. Ortapazar lokasyonunda yaş yaprak verimi açısından yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda Çizelge 4.5 incelendiğinde; gübreler, hasat dönemleri ve yıl x hasat dönemi interaksyonunun yaş yaprak verimi üzerine %1 düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, yıl x gübre, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksyon etkilerinin istatistiki olarak anlam ifade etmediği anlaşılmıştır (Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.5** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
<b>Yıl</b>	1	2001830.0	2001830	108.11**
<b>Blok (Yıl)</b>	4	58714.5	14679	0.79
<b>Gübre</b>	7	1731458.4	247351	13.35**
<b>Hasat Dönemi</b>	2	3386396.3	1693198	91.44**
<b>Yıl*Gübre</b>	7	67695.0	9671	0.52
<b>Yıl*Hasat Dönemi</b>	2	609870.1	304935	16.46**
<b>Gübre*Hasat Dönemi</b>	14	105715.2	7551	0.40
<b>Yıl*Gübre* Hasat Dönemi</b>	14	207984.5	14856	0.80
<b>Hata</b>	92	1703476.9	18516	
<b>Genel</b>	143	9873140.9		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.6’da verilen sonuçlara göre, Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen ortalama yaş yaprak verimi için en yüksek sonuç 3 numaralı katı gübre (K3)’de (841.62 kg/da) elde edilmiştir. Aynı zamanda, K3 gübresi ile inorganik gübre ve diğer katı gübreler arasında verim farkı

olmakla birlikte hem inorganik gübre hem de diğer katı gübrelerin verim üzerine olan etkisi K3 gübresinden farksızdır. İnorganik gübreden elde edilen yaş yaprak verimi sıvı gübrelerden %40'a varan oranlarda, sıvı+katı gübre kombinasyonundan %36 civarında daha yüksek bulunmuştur. Gübreleme yapılmayanlara göre inorganik gübrede %40 oranında, katı gübrelerde %46'ya ulaşan miktarlarda verim artışı sağlanmıştır. Ayrıca hem sıvı gübrelerin hem de sıvı+katı gübre kombinasyonunun verim üzerine olan etkisi kontrolden farksızdır. Katı gübrelerin yaş yaprak verimi bakımından kendi aralarındaki 90 kg/da'a varan verim farkı istatistiki açıdan önemsiz bulunmakla birlikte en yüksek verim K3 uygulamasında tespit edilmiştir. Bununla beraber, sıvı gübrelerle kıyasla katı gübrelerden %47 civarında daha fazla yaş yaprak verimi tespit edilmiştir. Sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilen yaprak verimi katı gübrelerden %30 civarında daha düşük iken sıvı gübreler ile sıvı+katı kombinasyonu arasındaki verim istatistiki olarak anlam ifade etmemektedir. Ortapazar lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yıllarında en yüksek yaş çay yaprağı verimleri birinci hasat dönemlerinde (929.12 ve 797.35 kg/da) elde edilmiş ve üçüncü hasat dönemine doğru yaş yaprak verimleri azalmıştır. Ortapazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde yaş yaprak verimleri yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre, gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen yaş yaprak verim değerleri ilk yıla (809.11 kg/da) kıyasla ikinci yılda (573.30 kg/da) %29 azalmıştır.



**Çizelge 4.6** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprak Verimleri (kg/da)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	829.80	636.83	532.66	666.43	652.40	567.00	223.70	481.03	741.10	601.91	378.18	573.73 <sup>b*</sup>
<b>İnorganik G.</b>	1009.65	1000.16	765.16	924.99	979.83	676.26	381.33	679.14	994.74	838.21	573.25	802.06 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	983.25	939.30	828.00	916.85	782.77	679.60	286.96	583.11	883.01	809.45	557.48	749.98 <sup>a</sup>
<b>K2</b>	962.33	940.05	808.33	903.57	979.50	790.00	306.76	692.08	970.91	865.02	557.55	797.83 <sup>a</sup>
<b>K3</b>	1026.00	938.66	925.83	963.50	976.00	755.10	428.16	719.75	1001.00	846.88	677.00	841.62 <sup>a</sup>
<b>S1</b>	848.25	612.50	607.83	689.52	648.40	533.80	164.66	448.95	748.32	573.15	386.25	569.24 <sup>b</sup>
<b>S2</b>	945.45	629.83	605.66	726.98	727.40	532.30	213.00	490.90	836.42	581.06	409.33	608.94 <sup>b</sup>
<b>S+K</b>	828.30	684.46	530.50	681.08	632.53	597.16	244.73	491.47	730.41	640.81	387.61	586.28 <sup>b</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	929.12a	797.72b	700.50bc	<b>809.11A</b>	797.35b	641.40c	281.16d	<b>573.30B</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									863.24A	719.56B	490.83C	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Araştırmamız kapsamında hasat dönemleri ortalaması bakımından en yüksek yaş yaprak verimi; Pazar ve Musadağı lokasyonlarında inorganik gübreden, Ortapazar lokasyonunda ise K3 gübresinden elde edilmiştir. Lokasyonlara bağlı olarak değişmekle birlikte, hasat dönemlerinden iki yıl boyunca elde edilen yaş çay yaprağı verimi, kontrole kıyasla inorganik gübrede %100'e varan oranlarda artarken katı gübrelerde %46 ila %74 arasında verim artışı sağlanmıştır. Ayrıca, sıvı gübreler ve sıvı+katı gübre kombinasyonunun hasat dönemlerine ait yaş yaprak verimi üzerine etkisinin genel olarak kontrolden farklı olmadığı belirlenmiştir.

Çay bitkisinde inorganik ve organik gübrelerin verim üzerindeki etkilerini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Bu araştırmalar, gübre uygulanmayan grup (kontrol) veya inorganik gübreye göre organik bazlı gübrelerde çay yaprağı veriminin ve incelenen büyüme parametrelerinin (bitki boyu, yaprak ve dal sayısı, yaprak alanı, bitki çevresinin genişliği) arttığına dair sonuçlar içermektedir (Ipinmoroti ve ark., 2011; Qiu ve ark., 2014; Islam ve ark., 2017; Saha ve ark., 2022). Bu durumun aksine bazı araştırmalarda organik gübreler ile karşılaştırıldığında inorganik gübrelemeden elde edilen yaş çay yaprağı veriminin daha yüksek olduğu rapor edilmektedir (Ji ve ark., 2018; Mokaya ve ark., 2018; Liu ve ark., 2021).

Çalışmamızdaki lokasyonların tamamı değerlendirildiğinde, denemede yer alan katı gübrelerin yaş yaprak verimi sıvı+katı gübre kombinasyonuna ve sıvı gübrelere göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca hem katı gübreler hem de sıvı gübreler yaş yaprak verimi bakımından kendi aralarında değişiklik göstermiştir. Bu durum, gübrelerin farklı miktarlarda bitki besin elementleri ve organik madde içermesi ile izah edilebilir. Organik madde, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin belirlenmesinde büyük bir rol oynayarak mahsul üretimini önemli ölçüde etkilemektedir (Powlson ve ark., 2012; Peng ve ark., 2015). Qiu ve ark., (2014), organik gübre uygulamaları sonrasında topraktaki organik madde içeriğinin arttığını ve buna bağlı olarak topraktaki toplam ve alınabilir formdaki azot, fosfor, potasyum içerikleri ile toprak bakteri çeşitliliğinin yükseldiğini tespit etmiştir. Çalışmada, toprak verimliliğinde meydana gelen bu iyileşmenin ardından çayın büyümesi için daha fazla besin maddesi sağlandığı ve doğrudan çay veriminde artış olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde Palit ve ark. (2008), organik gübrelemenin çay topraklarının fiziksel, kimyasal

ve biyolojik özelliklerini iyileştirdiğini ve bu nedenle geleneksel gübrelemeyle kıyaslandığında organik gübrelemenin taze çay yaprağı verimini artırdığını belirtmişlerdir.

Ayrıca, çay bitkisinin ticari olarak kullanılan kısmı yapraklar olduğu için bitki, özellikle azotlu gübre uygulamasına son derece duyarlıdır. Saha ve ark., (2022) organik içerikli gübrelerin kullanımı ile toprakta organik madde birikiminin gerçekleştiğini ve bundan kaynaklı topraktaki toplam azot içeriğinin arttığını belirtmiştir. Organik madde aynı zamanda nitrojen kayıplarını azaltmak suretiyle de topraktaki toplam azot içeriğini arttırmıştır. Liu ve ark., (2021) çay yapraklarının klorofil içeriği ile azot besininin seviyesi arasında olumlu yönde ilişki olduğunu ve bunun çay bitkisinde verimi arttırdığını ifade etmiştir. Azot eksikliği, klorofilin biyosentezini etkileyerek veya ayrışmasına neden olarak klorofil içeriğini azaltmaktadır (Guo ve ark., 2006). Araştırmamız neticesinde uygulama yapılan organik gübrelerin bir bütün olarak incelendiği ve katı ve sıvı organik gübrelerin kendi aralarında değerlendirildiği her iki durumda da görülmektedir ki, gübrelerin içeriğindeki organik madde miktarı arttıkça yaş çay yaprağı verimi artmaktadır ve besin elementlerinin miktar ve oranlarındaki değişim yaş yaprak verimi üzerine etkili olmaktadır. Nitekim, farklı azot kaynağı (Sarwar ve ark., 2007; Sedaghatthoor ve ark., 2009) veya farklı organik madde kaynağı (Ipinmoroti ve ark., 2011; Haorongbam ve ark., 2014) içeren gübrelerin denendiği araştırmalarda yaş çay yaprağı verimi değişiklik göstermiştir.

Sıvı gübreler ve sıvı+katı gübre kombinasyonunun yaş yaprak verimi üzerine etkisi kontrolden farksız bulunmuş veya kontrolün gerisinde kalmıştır. Sıvı gübrelerin püskürtülerek uygulanması ile çay yaprağında yanıklar meydana gelirken bu zarara bağlı olarak bitki yüzey alanının azalması ve yapraktaki metabolik olayların engellenmesi sebebiyle verimde kayıplar yaşandığı kanaatine varılmıştır. Aynı zamanda ülkemizde mevcut çaylıklardaki bitkilerin birbirine çok yakın olması ve buna bağlı olarak sıra arası mesafelerin kaybolması sıvı gübre uygulamasını zorlaştırmaktadır. Bu durumun sonucunda, çay bitkisi kök bölgesine sıvı gübrenin ulaştırılmasında güçlük yaşanmakta ve bitkinin toprak üstü aksamlarına sıvı gübrelerin püskürtülmesi suretiyle yanlış uygulama yapılması büyük problem teşkil etmektedir. Sıvı gübre uygulamasında karşılaşılan bu sorunlardan dolayı çay bitkisi bünyesine

yeterli besin maddesi temini sağlanamamaktadır. Ayrıca gübreleme dönemlerinde Karadeniz Bölgesi'nin yoğun yağış alması, sıvı gübrelerin toprağa karışma fırsatı bulamadan yüzey akışı ile veya taban suyuna sızarak taşınmasını hızlandırmaktadır. Sıvı gübrelerin uygulandığı çay bitkilerinin yaş yaprak veriminin azalmasında kısmen bahsedilen bu olumsuzlukların da etkili olduğu dşnlmektedir. Bununla birlikte, organik katı ve sıvı gübrelerin yaş yaprak verimi bakımından karşılaştırıldığı ve organik sıvı gübrelerin yaş çay yaprağı verimine etkisinin incelendiği araştırma sonuçlarına rastlanmamıştır.

Çalışmamızda, bütün lokasyonlarda 2018 ve 2019 yıllarında ilk hasattan son hasada ilerledikçe yaş yaprak veriminin azaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde sürgün dönemlerine bağlı olarak yaş yaprak verimindeki değişimi inceleyen araştırmalarda (Horuz ve Korkmaz, 2006; Demir ve Bostan, 2021) birinci hasat döneminde en yüksek, üçüncü hasat döneminde en düşük miktarlara ulaşılmıştır. Feller ve Fischer (1994), vejetasyon dönemi ilerledikçe nitrojen metabolizmasının asimilasyondan remobilizasyona kadar değişikliğe uğradığını, bu durumda nitratı indirgeyen enzimlerin kaybolurken katabolik enzimlerin aktivitesinin arttığını ve kloroplast proteinlerinin parçalandığını açıklamışlardır. Buna ilaveten, yeni sezon başlangıcında vejetatif depo organlarında bulunan rezerve besin maddelerine bağlı olarak ilk dönemlerde bitkilerin gelişiminin hızlandığını bildirmişlerdir.

Çalışmanın yrtldğu lokasyonlar için üç hasat döneminde ait iki yıllık veriler incelendiğinde en yüksek rakımda yer alan Ortapazar'da en fazla yaş çay yaprağı verimi elde edilmiştir. Ardından onu sırasıyla Pazar ve Musadağı lokasyonları takip etmiştir. Bu durumun ortaya çıkmasında rakımın etkisinin yanı sıra sıcaklık, yağış ve nem değerlerindeki farklılık ve bu değerlerin yıl içerisindeki dağılımlarının rakıma bağlı olarak değişiklik göstermesi etkili olabilmektedir. Lokasyon bazında yaş yaprak verimlerinin değişkenlik göstermesi, denemenin yrtldğu yıllara ait iklim verileri ile birlikte deneme alanlarının toprak özelliklerindeki farklılıktan da kaynaklanabilmektedir. İklime verileri incelendiğinde; denemenin yrtldğu iki yıl boyunca en yüksek sıcaklık değerleri Ortapazar'da, en yüksek nem miktarları Musadağı'da kaydedilmiştir. Ayrıca, denemenin ilk yılında Musadağı, ikinci yılında ise Ortapazar diğer lokasyonlara kıyasla daha fazla yağış almıştır. Ancak, yağış rejimindeki düzensizlikten ötürü vejetasyon periyodunun başlangıcı (Mayıs ayı)

dikkate alındığında özellikle 2018 yılında Ortapazar'da yağışın daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Lokasyonlara ilişkin toprak özelliklerine bakıldığında; Ortapazardaki deneme alanı toprağının organik madde ve azot miktarı daha yüksek iken, Musadağındaki deneme alanı toprağının diğerlerine kıyasla bu değerler bakımından fakir olduğu görülmektedir. Deneme alanlarına ait toprak ve iklim verilerinde tespit edilen bu farklılıklar nedeniyle yaş çay yaprağı veriminin lokasyonlara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği kanısına varılmıştır. Nitekim, Nyabundi ve ark., (2017) yapmış oldukları çalışmada çay bitkisinde verim ve verim unsurlarının farklı rakımlarda mevsimsel sıcaklık, yağış modelleri ve klonlara bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ve klonların büyüme parametrelerinde lokasyonlardaki mevsimsel değişikliklerden kaynaklı tutarsızlık olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Squire ve ark. (1993) ve Wachira ve ark. (2002)'nin farklı rakımlarda yürüttükleri denemelerde klon ve çevre faktörlerine bağlı olarak verim parametreleri değişiklik göstermiş ancak sonuçların tamamı anlamlı olarak değerlendirilememiştir.

Pazar, Musadağı ve Ortapazar lokasyonlarında gerçekleştirilen hasatların tamamı için özellikle mart ile ekim ayları arasında kalan vejetasyon periyodu dikkate alınarak yıllara göre değişimler incelenmiş ve yıllar arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Denemenin gerçekleştirildiği lokasyonların tamamında, ilk yılda elde edilen yaş yaprak verimleri ikinci yıla göre daha yüksek bulunmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü lokasyonlarda yaş yaprak verimi açısından yıllar arasında meydana gelen farklılık, yıllar itibariyle kaydedilen sıcaklık ve yağış miktarlarının farklı olmasından kaynaklanabilir. Denemenin yürütüldüğü üç lokasyondaki sıcaklık ve yağış miktarları incelendiğinde, ikinci yıla nazaran ilk yılda lokasyonların ortalama sıcaklıklarının daha yüksek olduğu ve daha fazla yıllık yağış meydana geldiği görülmektedir. Aynı zamanda, ilk yıla kıyasla ikinci yılda yağış rejiminin düzensiz olduğu dikkat çekmektedir.

#### **4.2 Toplam Yaş Yaprak Verimi**

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Pazar lokasyonunda elde edilen toplam yaş yaprak verimlerine ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.7'de, toplam yaş yaprak verimleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Toplam yaş çay yaprağı veriminde yıllar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemli

tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Pazar lokasyonunda toplam çay yaprağı verimleri üzerine gübrelerin etkisi %1 önem seviyesinde bulunurken, gübre x yıl interaksiyonunun etkisi ise önemsiz çıkmıştır.

**Çizelge 4.7** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
<b>Yıl</b>	1	1188086.9	1188087	14.90*
<b>Blok (Yıl)</b>	2	281469.6	140735	1.76
<b>Gübre</b>	7	9193690.2	1313384	16.47**
<b>Yıl*Gübre</b>	7	241234.0	34462	0.43
<b>Hata</b>	30	23.90881	79696	
<b>Genel</b>	47	13295362		

(\*) p<0.05, (\*\*) p<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.8'e göre, Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen toplam yaş yaprak verimi için en yüksek sonuç inorganik gübre uygulamasında elde edilmiştir. Aynı zamanda inorganik gübre ile katı gübreler arasında 275 kg/da'a varan verim farkı olmakla birlikte, katı gübrelerin verim üzerine olan etkisi inorganik gübreden farksızdır. İnorganik gübreden elde edilen toplam yaprak verimi sıvı gübrelerin iki katı iken sıvı+katı kombinasyonundan %60 civarında daha fazladır. Gübreleme yapılmayanlara göre inorganik gübreden iki kat verim artışı sağlanırken katı gübrelerin toplam yaş çay yaprağı verimi %73 oranında daha yüksek belirlenmiştir. Hem sıvı gübrelerin hem de sıvı+katı gübre kombinasyonunun toplam yaş yaprak verimi üzerine olan etkisi kontrolden farksızdır. Katı gübreler arasında verim açısından fark bulunmakla beraber, en yüksek verimin elde edildiği K3 gübresi ile diğer katı gübrelerin toplam verim üzerine eşit seviyede etkili oldukları tespit edilmiştir. Sıvı gübrelere kıyasla katı gübrelerden daha fazla (%86'ya ulaşan oranlarda) toplam yaş yaprak verimi tespit edilmiştir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun toplam yaprak veriminin katı gübrelerden %30 civarında daha az olduğu saptanmıştır. Sıvı gübreler ve sıvı+katı kombinasyonu arasında kaydedilen 300 kg/da civarındaki verim farkı ile birlikte sıvı gübrelerin toplam verim üzerine etkisi

sıvı+katı gübre kombinasyonu ile aynıdır. Pazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde toplam yaş yaprak verimleri yıllar itibarıyla önemli ( $p<0.05$ ) farklılıklar göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından elde edilen toplam yaş yaprak verim değerleri ilk yıla (1758.94 kg/da) kıyasla ikinci yılda (1444.28 kg/da) %18 azalmıştır.

**Çizelge 4.8** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimleri (kg/da)

Gübreler	2018	2019	Ortalama
Kontrol	1240.73	1025.36	1133.05 <sup>b*</sup>
İnorganik G.	2349.83	2094.96	2222.40 <sup>a</sup>
K1	2222.10	1686.93	1954.52 <sup>a</sup>
K2	2088.93	1805.13	1947.03 <sup>a</sup>
K3	2249.40	1687.40	1968.40 <sup>a</sup>
S1	1179.46	936.86	1058.17 <sup>b</sup>
S2	1219.46	1079.33	1149.40 <sup>b</sup>
S+K	1521.60	1238.30	1379.95 <sup>b</sup>
<b>Toplam Verim Ortalaması</b>	1758.94A	1444.28B	

\*; farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Musadağı lokasyonunda elde edilen toplam yaş yaprak verimlerine ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.9'da, toplam yaş yaprak verimleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Toplam yaş çay yaprağı veriminde yıllar arasındaki farklılığın önemli ( $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Musadağı lokasyonunda toplam çay yaprağı verimleri üzerine gübrelerin etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunurken, gübre x yıl interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

**Çizelge 4.9** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	2812635.5	2812636	50.03**
Blok (Yıl)	2	11959.7	55980	0.99
Gübre	7	4194658.7	599237	10.65**
Yıl*Gübre	7	254259.6	36323	0.64
Hata	30	1686433.5	56214	
Genel	47	9059947.1		

(\*\*) p<0.01 düzeyinde önemlidir

Musadağı lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen toplam yaş yaprak verimi için en yüksek sonuç inorganik gübreden elde edilmiştir. İnorganik gübre ile kıyaslandığında K2 gübresinde oluşan 235 kg/da farkın verim üzerine etkisi önemsiz iken K1 gübresinde ¼ oranında düşüş meydana gelmiştir. İnorganik gübreden elde edilen toplam yaş yaprak verimi sıvı gübrelerin iki katından daha fazla iken sıvı+katı kombinasyonundan %81 oranında yüksek bulunmuştur. Gübreleme yapılmayanlara kıyasla inorganik gübredeki verim artışı %80 civarında iken katı gübrelerde %55'e ulaşan oranlarda artış sağlanmıştır. . Sıvı gübrelerden elde edilen toplam yaş yaprak verimi kontrolün gerisinde kalırken sıvı+katı gübre kombinasyonunun verim üzerine olan etkisi kontrolden farksızdır. Katı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında en yüksek toplam yaprak verimi K2 gübresinde tespit edilmiş onu sırasıyla K3 ve K1 gübreleri takip etmiştir. Katı gübrelerin toplam yaprak verimi sıvı gübrelerle kıyasla %80 civarında artmış olup sıvı gübreler arasındaki verim farkı istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilen toplam yaprak verimi katı gübrelerle göre %36 azalmıştır. Sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilen toplam yaprak verimi sıvı gübrelerden daha yüksek iken aralarındaki verim farkı 134 kg/da'a ulaşmıştır. Musadağı lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde toplam yaş yaprak verimleri yıllar itibarıyla çok önemli (p<0.01) farklılıklar göstermiştir. Araştırmamız kapsamında, Musadağı



lokasyonunda gübre uygulamalarından elde edilen toplam yaş yaprak verim değerleri ilk yıla (1358.61 kg/da) kıyasla ikinci yılda (874.47 kg/da) %35 azalmıştır.

**Çizelge 4.10** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimleri (kg/da)

Gübreler	2018	2019	Ortalama
Kontrol	1131.19	677.60	904.40 <sup>bc*</sup>
İnorganik G.	1995.78	1269.40	1632.59 <sup>a</sup>
K1	1475.83	923.86	1199.85 <sup>abc</sup>
K2	1661.26	1133.68	1397.48 <sup>a</sup>
K3	1595.40	1040.96	1318.18 <sup>ab</sup>
S1	885.03	643.18	764.11 <sup>c</sup>
S2	1081.40	553.70	817.55 <sup>c</sup>
S+K	1043.00	753.43	898.22 <sup>bc</sup>
<b>Toplam Verim Ortalaması</b>	<b>1358.61A</b>	<b>874.47B</b>	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Ortapazar lokasyonunda elde edilen toplam yaş yaprak verimlerine ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.11’de, toplam yaş yaprak verimleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Toplam yaş çay yaprağı veriminde yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir. Ortapazar lokasyonunda toplam çay yaprağı verimleri üzerine gübrelerin etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunurken, gübre x yıl interaksyonunun etkisi istatistiki anlamda önemsizdir.

**Çizelge 4.11** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimlerinin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	5822078.3	5822078	90.87**
Blok (Yıl)	2	251846.1	125923	1.96
Gübre	7	5297710.3	756816	11.81**
Yıl*Gübre	7	135876.6	19411	0.30
Hata	30	1922038	64068	
Genel	47	13429550		

(\*\*) p<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.12’de verilen sonuçlara göre, Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen toplam yaş yaprak verimi için en yüksek sonuç 3 numaralı katı gübrede (K3) kaydedilmiştir. K3 ve K2 gübreleri ile inorganik gübre arasındaki farkın toplam yaş yaprak verimi üzerindeki etkisi önemsiz iken K1 ve K3 gübreleri arasında oluşan 231 kg/da verim farkı istatistiksel olarak önemlidir. İnorganik gübreden elde edilen yaş yaprak verimi sıvı gübrelerden %40’a varan oranlarda, sıvı+katı kombinasyonundan %36 civarında daha yüksek bulunmuştur. İnorganik gübre ile K2 arasında 235 kg/da fark olsa da K2 gübresinin verim üzerine etkisi inorganik gübre ile eşdeğerdir ve K1 gübresinde ise inorganik gübreye kıyasla ¼ oranında verim kaybı belirlenmiştir. Gübreleme yapılmayanlara göre; inorganik gübredeki toplam verim artışı %40 oranında iken katı gübrelerde %46’ya ulaşan miktarlarda artış sağlanmıştır. Ayrıca, hem S1 gübresinin hem de sıvı+katı gübre kombinasyonunun toplam yaş yaprak verimi üzerine olan etkisi kontrolden farklı değildir. Katı gübreler toplam yaprak verimi açısından birbirleriyle karşılaştırıldığında; K2 ve K3 gübreleri arasında 130 kg/da fark olmakla birlikte bu iki gübrenin verim üzerine etkisi birbirinden farklı değildir ve K1 gübresinde diğer katı gübrelere göre daha düşük verim tespit edilmiştir. Katı gübrelerin toplam yaprak verimi sıvı gübrelere kıyasla %47 civarında artmıştır. Sıvı gübreler kendi aralarında değerlendirildiğinde; S1 gübresine göre S2 gübresinin toplam yaş yaprak verimi %10 daha yüksektir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun, katı gübreler (%36) ve S2 (%4)’ye

göre toplam yaprak verimi azalırken S1 gübresi ile sıvı+katı gübre kombinasyonu verim üzerine eşit seviyede etkilidir. Ortapazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde toplam yaş yaprak verimleri yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından elde edilen toplam yaş yaprak verim değerleri ilk yıla (2427.36 kg/da) kıyasla ikinci yılda (1730.82 kg/da) %29 oranında azalmıştır.

**Çizelge 4.12** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Elde Edilen Toplam Yaş Yaprak Verimleri (kg/da)

Gübreler	2018	2019	Ortalama
<b>Kontrol</b>	1999.30	1443.10	1721.73 <sup>c*</sup>
<b>İnorganik G.</b>	2774.98	2037.43	2406.20 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	2750.56	1836.86	2293.71 <sup>ab</sup>
<b>K2</b>	2710.76	2076.26	2393.71 <sup>a</sup>
<b>K3</b>	2890.50	2159.26	2524.88 <sup>a</sup>
<b>S1</b>	2068.60	1346.86	1707.73 <sup>c</sup>
<b>S2</b>	2180.96	1472.70	1826.83 <sup>bc</sup>
<b>S+K</b>	2043.26	1474.10	1758.68 <sup>c</sup>
<b>Toplam Verim Ortalaması</b>	2427.36A	1730.82B	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Araştırmamız sonucunda toplam yaş yaprak verimi ile ilgili; Pazar ve Musadağı lokasyonlarında inorganik gübreden, Ortapazar lokasyonunda ise K3 gübresinden en yüksek değerler elde edilmiştir. Lokasyonlara bağlı olarak değişmekle beraber kontrole göre toplam yaş yaprak verimi, inorganik gübrede %40 ila %100 ve katı gübrelerde %46 ila %73 arasında artmıştır. Ayrıca, Musadağı lokasyonunda S1 ve S2 gübresi, Ortapazar lokasyonunda ise yalnızca S1 gübresi toplam yaş yaprak verimi bakımından kontrolün gerisinde kalmıştır. Bu durumun haricinde, sıvı gübrelerin ve sıvı+katı gübre kombinasyonunun toplam yaş yaprak verimi üzerine etkisi genel olarak kontrolden farklı değildir.

Çalışmamız kapsamında; rakıma, gübrelere ve yıllara bağlı olarak toplam yaş çay yaprağı veriminin değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Belirlenen bu değişikliklerin, “Üç Hasat Dönemi Yaş Yaprak Verimi” başlığı altında tartışılan toprak ve iklim faktörleri ile ilgili hususlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, üretim tekniklerinin çay verimi üzerine etkisi göz önünde bulundurulması gereken bir diğer husustur. Çay bitkisinin tohumla ve çelikle üretimi mümkün iken ülkemizde çaylıkların tamamına yakın bölümü tohumla üretim yapılarak oluşturulmuştur. Çay bitkisinde büyük oranda görülen yabancı dölllenme nedeniyle tohumla üretim yapıldığında, geniş ölçüde bir melezleşme olmakta ve birçok değişik melez tipler ortaya çıkmaktadır. Fakat çelikle üretilen çay fidanları klon olarak seçilen çay bitkisinin tüm özelliklerini göstermektedir. Üstün nitelikli olan, bol ürün veren, hastalık ve zararlılara dayanıklı ve çevre koşullarına iyi uyum göstermiş ocaklardan alınan çeliklerle kurulan çaylıklar özdeş özellik göstermektedir (Kacar, 2010). Araştırmamızın yürütüldüğü deneme alanlarının tohumla üretim yapılarak tesis edilmesi, lokasyonlar arasında toplam yaş yaprak verimi bakımından farklılık oluşmasında etkili olabilir. Nitekim, çay bitkisinin toplam yaş yaprak verimi üzerine yapılan çalışmalarda; klonlara (Öksüz, 2011) ve lokasyonlara (Özyazıcı ve ark., 2014) bağlı olarak araştırma sonuçlarının farklılık gösterdiği belirtilmiştir.

Çalışmamız kapsamında, organik gübrelemenin toplam yaş çay yaprağı verimine etkisi ile ilgili elde ettiğimiz bulguların bir ilk niteliğinde olması sebebiyle araştırma verilerini bu yönde kıyaslama yapabileceğimiz literatür desteği mevcut değildir.

### **4.3 Toplam Fenolik Madde Miktarı**

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Pazar lokasyonunda elde edilen yaş yaprakların toplam fenolik madde miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.13’de, toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Pazar lokasyonunda yaş çay yaprağının toplam fenolik madde miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu belirlenmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiksel anlamda çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

**Çizelge 4.13** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	1768.83	1768.83	1030.21**
Blok (Yıl)	4	9.13	2.28	1.33
Gübre	7	7321.30	1045.90	609.15**
Hasat Dönemi	2	432.32	216.16	125.89**
Yıl*Gübre	7	3760.03	537.14	312.84**
Yıl*Hasat Dönemi	2	1454.18	727.09	423.47**
Gübre*Hasat Dönemi	14	303.72	21.69	12.63**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	166.22	11.87	6.91**
Hata	92	157.96	1.71	
Genel	143	15373.72		

(\*\*) p<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.14'de verilen bulgulara göre; Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen toplam fenolik madde miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre kombinasyonunda (136.32 mg GAE/g) elde edilmiştir. İnorganik gübre ile katı gübreler arasında toplam fenolik madde miktarı için %10'a ulaşan fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, inorganik gübrenin toplam fenolik madde miktarı, sıvı+katı gübre kombinasyonuna göre %2 oranında azalırken S1 gübresine göre %6 civarında artmıştır. İnorganik gübre ile S2 arasında ise 0.47 mg GAE/g fark olmakla birlikte S2 gübresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine olan etkisi inorganik gübreden farksızdır. Gübreleme yapılmayanlara göre toplam fenolik madde miktarı; inorganik gübrede %17, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %20 civarında daha yüksek iken katı gübrelerde %15'e, sıvı gübrelerde ise %17'ye ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler arasında toplam fenolik madde miktarı bakımından istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Katı gübreler arasında en yüksek toplam fenolik madde miktarı K3 gübresinde belirlenmiş onu sırasıyla K1 ve K2 gübreleri takip etmiştir. Sıvı gübreler

birbirleriyle karşılaştırıldığında S1 gübresine göre S2 gübresinin toplam fenolik madde miktarında artış (%6) kaydedilmiştir. Buna ilaveten, katı gübrelere kıyasla sıvı gübrelere %10 civarında daha yüksek toplam fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. Sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilen toplam fenolik madde miktarı hem katı hem de sıvı gübrelere istatistiksel anlamda önem arz eden düzeyde farklıdır. Sıvı+katı gübre kombinasyonu, katı (%13) ve sıvı (%8) gübrelere göre daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahiptir. Pazar lokasyonunda 2018 yılında en yüksek toplam fenolik madde miktarı birinci hasat döneminde (127.95 mg GAE/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında ise en yüksek toplam fenolik madde miktarı ikinci hasat döneminde (136.72 mg GAE/g) belirlenirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri izlemiştir. Pazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde toplam fenolik madde miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p < 0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen toplam fenolik madde miktarı ilk yıla (124.64 mg GAE/g) kıyasla ikinci yılda (131.65 mg GAE/g) %5.6 oranında artmıştır.

**Çizelge 4.14** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarları (mg GAE/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	107.23 <sup>uv*</sup>	105.15 <sup>v</sup>	105.54 <sup>v</sup>	105.97 <sup>l</sup>	115.61 <sup>qr</sup>	122.70 <sup>p</sup>	126.78 <sup>klm</sup>	121.70 <sup>l</sup>	111.42 <sup>p</sup>	113.92 <sup>o</sup>	116.16 <sup>u</sup>	113.83 <sup>g</sup>
<b>İnorganik G.</b>	138.24 <sup>c</sup>	131.97 <sup>ij</sup>	127.65 <sup>klm</sup>	132.62 <sup>de</sup>	131.50 <sup>j</sup>	136.32 <sup>cdef</sup>	136.31 <sup>cdef</sup>	134.71 <sup>ç</sup>	134.87 <sup>bc</sup>	134.14 <sup>cd</sup>	131.98 <sup>ef</sup>	133.66 <sup>b</sup>
<b>K1</b>	134.20 <sup>gh</sup>	128.58 <sup>kl</sup>	128.44 <sup>kl</sup>	130.40 <sup>fg</sup>	125.60 <sup>mno</sup>	136.96 <sup>cd</sup>	128.59 <sup>kl</sup>	130.38 <sup>fg</sup>	129.90 <sup>ghi</sup>	132.77 <sup>de</sup>	128.51 <sup>i</sup>	130,39 <sup>d</sup>
<b>K2</b>	114.61 <sup>qr</sup>	111.63 <sup>t</sup>	108.45 <sup>u</sup>	111.56 <sup>k</sup>	126.52 <sup>lmn</sup>	135.49 <sup>defg</sup>	127.03 <sup>klm</sup>	129.68 <sup>g</sup>	120.56 <sup>l</sup>	123.56 <sup>k</sup>	117.74 <sup>m</sup>	120,62 <sup>f</sup>
<b>K3</b>	131.73 <sup>ij</sup>	128.30 <sup>kl</sup>	124.20 <sup>op</sup>	128.08 <sup>h</sup>	128.42 <sup>kl</sup>	142.00 <sup>b</sup>	134.47 <sup>efgh</sup>	134.96 <sup>c</sup>	130.08 <sup>gh</sup>	135.15 <sup>bc</sup>	129.34 <sup>hi</sup>	131,52 <sup>c</sup>
<b>S1</b>	116.49 <sup>q</sup>	114.35 <sup>rs</sup>	112.34 <sup>st</sup>	114.39 <sup>i</sup>	127.12 <sup>klm</sup>	145.45 <sup>a</sup>	138.17 <sup>c</sup>	136.91 <sup>b</sup>	121.80 <sup>l</sup>	129.90 <sup>ghi</sup>	125.26 <sup>j</sup>	125.65 <sup>e</sup>
<b>S2</b>	136.51 <sup>cde</sup>	133.78 <sup>ghi</sup>	128.58 <sup>kl</sup>	132.96 <sup>d</sup>	128.87 <sup>k</sup>	138.27 <sup>c</sup>	133.12 <sup>hij</sup>	133.42 <sup>d</sup>	132.69 <sup>de</sup>	136.02 <sup>b</sup>	130.85 <sup>fg</sup>	133.19 <sup>b</sup>
<b>S+K</b>	144.56 <sup>a</sup>	142.03 <sup>b</sup>	136.92 <sup>cd</sup>	141.17 <sup>a</sup>	124.44 <sup>nop</sup>	136.63 <sup>cd</sup>	133.34 <sup>hij</sup>	131.47 <sup>ef</sup>	134.50 <sup>c</sup>	139.33 <sup>a</sup>	135.13 <sup>bc</sup>	136.32 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	127.95 <sup>c</sup>	124.47 <sup>e</sup>	121.51 <sup>f</sup>	<b>124.64B</b>	126.01 <sup>d</sup>	136.72 <sup>a</sup>	132.22 <sup>b</sup>	<b>131.65A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									126.98B	130.60A	126.87B	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Musadağı lokasyonunda elde edilen yaş yaprakların toplam fenolik madde miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.15’de, toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.16’da verilmiştir. Musadağı lokasyonunda yaş çay yaprağının toplam fenolik madde miktarı için yıllar arasındaki farklılığın  $p<0.01$  düzeyinde önemli olduğu belirlenmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiksel anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.15** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	67.78	67.78	72.93**
Blok (Yıl)	4	8.68	2.17	2.33
Gübre	7	6119.15	874.16	940.57**
Hasat Dönemi	2	1027.15	513.57	552.59**
Yıl*Gübre	7	1152.66	164.66	177.17**
Yıl*Hasat Dönemi	2	2475.35	1237.67	1331.70**
Gübre*Hasat Dönemi	14	144.27	10.30	11.08**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	208.17	14.86	15.99**
Hata	92	85.50	0.92	
Genel	143	11288.75		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Musadağı lokasyonunda gübre uygulamalarından 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen toplam fenolik madde miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre kombinasyonunda tespit edilmiştir. İnorganik gübreden elde edilen toplam fenolik madde miktarı K2 gübresinden daha düşük iken diğer katı gübreler toplam fenolik madde miktarı açısından inorganik gübrenin gerisinde kalmıştır. Bununla birlikte, inorganik gübrenin toplam fenolik madde miktarı, sıvı+katı gübre kombinasyonuna



göre %1.5 oranında azalırken S1 gübresine göre %3.7 civarında artmıştır. İnorganik gübre ile S2 arasında ise 0.22 mg GAE/g fark olmakla birlikte S2 gübresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine olan etkisi inorganik gübreden farklı değildir. Gübreleme yapılmayanlara göre toplam fenolik madde miktarı; inorganik gübrede %17, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %18.7 civarında daha yüksek iken katı gübrelerde %18'e, sıvı gübrelerde ise %17'ye ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler kendi aralarında değerlendirildiğinde, K2 gübresinden elde edilen toplam fenolik madde miktarı K1 ve K3 gübrelerine göre sırasıyla %1.7 ve %5 daha yüksektir. Sıvı gübreler toplam fenolik madde miktarı bakımından birbirleriyle karşılaştırıldığında, S1 gübresine göre S2 gübresinde artış (%4) kaydedilmiştir. Buna ilaveten, sıvı ve katı gübreler toplam fenolik madde miktarı açısından kıyaslandığında en yüksek sonuç K2 gübresinde tespit edilmiştir. Ayrıca K2 gübresinin toplam fenolik madde miktarı sıvı gübrelere göre %4.6 civarında artarken K1 (%1) ve K2 (%4) gübrelerine nazaran S2 gübresinin toplam fenolik madde miktarı daha yüksektir. Sıvı+katı gübre kombinasyonu, katı (%5.7) ve sıvı (%5.4) gübrelere göre daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahiptir. Musadağı lokasyonunda 2018 yılında en yüksek toplam fenolik madde miktarı birinci hasat döneminde (138.22 mg GAE/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında ise en yüksek toplam fenolik madde miktarı ikinci hasat döneminde (135.21 mg GAE/g) belirlenirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri izlemiştir. Musadağı lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde toplam fenolik madde miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen toplam fenolik madde miktarı ilk yıla (130.85 mg GAE/g) göre ikinci yılda (129.48 mg GAE/g) %1 civarında azalmıştır.

**Çizelge 4.16** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarları (mg GAE/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	123.24 <sup>w*</sup>	121.45 <sup>x</sup>	117.31 <sup>y</sup>	120.67 <sup>l</sup>	104.43 <sup>l</sup>	111.52 <sup>z</sup>	107.37 <sup>l</sup>	107.77 <sup>m</sup>	113.84 <sup>o</sup>	116.48 <sup>n</sup>	112.34 <sup>p</sup>	114.22 <sup>f</sup>
<b>İnorganik G.</b>	141.51 <sup>c</sup>	132.21 <sup>ijklm</sup>	128.35 <sup>rst</sup>	134.02 <sup>de</sup>	130.33 <sup>nopq</sup>	137.29 <sup>de</sup>	131.83 <sup>klmn</sup>	133.15 <sup>ef</sup>	135.92 <sup>bcd</sup>	134.75 <sup>ef</sup>	130.09 <sup>ij</sup>	133.58 <sup>c</sup>
<b>K1</b>	143.41 <sup>ab</sup>	133.65 <sup>ij</sup>	127.70 <sup>stu</sup>	134.92 <sup>cd</sup>	128.17 <sup>rst</sup>	134.48 <sup>ghi</sup>	126.58 <sup>u</sup>	129.74 <sup>hi</sup>	135.79 <sup>de</sup>	134.06 <sup>f</sup>	127.14 <sup>l</sup>	132.33 <sup>d</sup>
<b>K2</b>	138.49 <sup>d</sup>	130.83 <sup>mnp</sup>	127.42 <sup>stu</sup>	132.25 <sup>f</sup>	131.41 <sup>lmno</sup>	143.60 <sup>ab</sup>	136.28 <sup>ef</sup>	137.09 <sup>a</sup>	134.95 <sup>def</sup>	137.21 <sup>a</sup>	131.85 <sup>g</sup>	134.67 <sup>b</sup>
<b>K3</b>	137.44 <sup>de</sup>	128.88 <sup>qrs</sup>	124.83 <sup>v</sup>	130.38 <sup>gh</sup>	120.62 <sup>x</sup>	133.61 <sup>ij</sup>	124.45 <sup>vw</sup>	126.23 <sup>k</sup>	129.03 <sup>jk</sup>	131.24 <sup>gh</sup>	124.64 <sup>m</sup>	128.30 <sup>e</sup>
<b>S1</b>	137.72 <sup>de</sup>	127.25 <sup>tu</sup>	120.66 <sup>x</sup>	128.55 <sup>i</sup>	123.19 <sup>w</sup>	135.26 <sup>fgh</sup>	128.25 <sup>rst</sup>	128.90 <sup>ü</sup>	130.46 <sup>hi</sup>	131.26 <sup>gh</sup>	124.45 <sup>m</sup>	128.72 <sup>e</sup>
<b>S2</b>	141.43 <sup>c</sup>	129.43 <sup>pqr</sup>	121.59 <sup>x</sup>	130.81 <sup>g</sup>	130.22 <sup>opq</sup>	144.57 <sup>a</sup>	135.58 <sup>fg</sup>	136.79 <sup>ab</sup>	135.83 <sup>cde</sup>	137.00 <sup>ab</sup>	128.58 <sup>k</sup>	133.80 <sup>c</sup>
<b>S+K</b>	142.55 <sup>bc</sup>	132.48 <sup>ikl</sup>	130.57 <sup>nop</sup>	135.20 <sup>e</sup>	133.34 <sup>ijk</sup>	141.36 <sup>c</sup>	133.70 <sup>hij</sup>	136.13 <sup>b</sup>	137.95 <sup>a</sup>	136.92 <sup>abc</sup>	132.14 <sup>g</sup>	135.67 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	138.22a	129.52c	124.80e	<b>130.85A</b>	125.21e	135.21b	128.01d	<b>129.48B</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									131.72B	132.37A	126.40C	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Ortapazar lokasyonunda elde edilen yaş yaprakların toplam fenolik madde miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.17’de, toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Ortapazar lokasyonunda yaş çay yaprağının toplam fenolik madde miktarı için yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiksel anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.17** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	2332.00	2332.00	2625.70**
Blok (Yıl)	4	17.00	4.25	4.78*
Gübre	7	5423.51	774.78	872.36**
Hasat Dönemi	2	1408.75	704.37	793.08**
Yıl*Gübre	7	948.91	135.56	152.63**
Yıl*Hasat Dönemi	2	2652.05	1326.02	1493.03**
Gübre*Hasat Dönemi	14	105.35	7.52	8.47**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	149.04	10.64	11.98**
Hata	92	81.70	0.88	
Genel	143	13118.36		

(\*)  $p<0.05$ , (\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.18 incelendiğinde; Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen toplam fenolik madde miktarı için en yüksek sonuç inorganik gübrede tespit edilmiştir. İnorganik gübre ile K3 arasında 0.47 mg GAE/g fark olmakla birlikte K3 gübresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi inorganik gübreden farklı değildir. Ancak inorganik gübre ile diğer katı gübreler arasında toplam fenolik madde miktarı bakımından %6.7’ye varan fark belirlenmiştir.

Bununla birlikte, inorganik gübrenin toplam fenolik madde miktarı, sıvı gübrelere %4.6'ya ulaşan oranlarda ve sıvı+katı gübre kombinasyonundan %2.4 civarında daha yüksektir. Gübreleme yapılmayanlara göre toplam fenolik madde miktarı; inorganik gübrede %19, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %16 civarında daha fazla iken katı gübrelere %18.7'ye, sıvı gübrelere ise %15'e ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler kendi aralarında değerlendirildiğinde, en yüksek toplam fenolik madde miktarı K3 gübresinde kaydedilirken K3 gübresi ile diğer katı gübreler arasında %6 civarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim K1 ve K2 gübrelere toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri birbirlerinden farklıdır. Sıvı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında, S2 gübresine göre S1 gübresinin toplam fenolik madde miktarı %1 artmıştır. Buna ilaveten, sıvı ve katı gübreler toplam fenolik madde miktarı bakımından kıyaslandığında en yüksek sonuç K3 gübresinde tespit edilmiştir. Ayrıca K3 gübresinin toplam fenolik madde miktarı sıvı gübrelere göre %4.2 artarken diğer katı gübreler %3.4'e ulaşan miktarlarda sıvı gübrelere daha düşük toplam fenolik madde miktarına sahiptir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunda, K3 gübresine göre %2 düşüş söz konusu iken diğer katı gübrelere (%4.6) ve sıvı gübrelere (%2) göre toplam fenolik madde miktarı artmıştır. Orta pazar lokasyonunda 2018 yılında en yüksek toplam fenolik madde miktarı birinci hasat döneminde (125.00 mg GAE/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında ise en yüksek toplam fenolik madde miktarı ikinci hasat döneminde (131.61 mg GAE/g) belirlenirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri izlemiştir. Orta pazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde toplam fenolik madde miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p < 0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen toplam fenolik madde miktarı ilk yıla (117.90 mg GAE/g) göre ikinci yılda (125.95 mg GAE/g) %6.8 artmıştır.

**Çizelge 4.18** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Toplam Fenolik Madde Miktarları (mg GAE/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	106.60 <sup>xy*</sup>	103.33 <sup>z</sup>	97.79 <sup>l</sup>	102.57 <sup>l</sup>	109.51 <sup>v</sup>	116.28 <sup>rs</sup>	112.52 <sup>u</sup>	112.77 <sup>k</sup>	108.05 <sup>m</sup>	109.80 <sup>l</sup>	105.15 <sup>n</sup>	107.67 <sup>f</sup>
<b>İnorganik G.</b>	135.44 <sup>ab</sup>	128.43 <sup>g</sup>	123.30 <sup>kl</sup>	129.06 <sup>c</sup>	122.49 <sup>lm</sup>	133.48 <sup>cd</sup>	126.55 <sup>hi</sup>	127.51 <sup>d</sup>	128.96 <sup>b</sup>	130.96 <sup>a</sup>	124.92 <sup>e</sup>	128.28 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	124.64 <sup>jk</sup>	115.69 <sup>st</sup>	108.66 <sup>vw</sup>	116.33 <sup>i</sup>	117.60 <sup>qr</sup>	131.46 <sup>ef</sup>	123.42 <sup>kl</sup>	124.16 <sup>f</sup>	121.12 <sup>g</sup>	123.57 <sup>f</sup>	116.04 <sup>j</sup>	120.24 <sup>e</sup>
<b>K2</b>	121.60 <sup>mn</sup>	114.26 <sup>t</sup>	105.33 <sup>y</sup>	113.73 <sup>i</sup>	119.79 <sup>op</sup>	132.62 <sup>de</sup>	124.44 <sup>jk</sup>	125.62 <sup>e</sup>	120.69 <sup>gh</sup>	123.44 <sup>f</sup>	114.89 <sup>k</sup>	119.67 <sup>e</sup>
<b>K3</b>	134.35 <sup>bc</sup>	128.74 <sup>g</sup>	118.22 <sup>q</sup>	127.10 <sup>d</sup>	120.35 <sup>no</sup>	134.65 <sup>bc</sup>	130.58 <sup>f</sup>	128.53 <sup>c</sup>	127.35 <sup>d</sup>	131.69 <sup>a</sup>	124.40 <sup>ef</sup>	127.81 <sup>a</sup>
<b>S1</b>	123.30 <sup>kl</sup>	118.55 <sup>pq</sup>	107.37 <sup>wx</sup>	116.41 <sup>i</sup>	127.29 <sup>gh</sup>	136.55 <sup>a</sup>	130.64 <sup>f</sup>	131.49 <sup>a</sup>	125.29 <sup>e</sup>	127.55 <sup>cd</sup>	119.01 <sup>i</sup>	123.95 <sup>c</sup>
<b>S2</b>	126.44 <sup>hi</sup>	118.19 <sup>q</sup>	108.47 <sup>vw</sup>	117.70 <sup>h</sup>	124.49 <sup>jk</sup>	132.44 <sup>de</sup>	125.49 <sup>ij</sup>	127.47 <sup>d</sup>	125.46 <sup>e</sup>	125.32 <sup>e</sup>	116.98 <sup>j</sup>	122.59 <sup>d</sup>
<b>S+K</b>	127.69 <sup>gh</sup>	121.67 <sup>mn</sup>	111.55 <sup>u</sup>	120.30 <sup>g</sup>	126.33 <sup>hi</sup>	135.39 <sup>ab</sup>	128.42 <sup>g</sup>	130.04 <sup>b</sup>	127.01 <sup>d</sup>	128.53 <sup>bc</sup>	119.98 <sup>hi</sup>	125.17 <sup>b</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	125.00 <sup>b</sup>	118.61 <sup>d</sup>	110.09 <sup>e</sup>	<b>117.90<sup>B</sup></b>	120.98 <sup>c</sup>	131.61 <sup>a</sup>	125.26 <sup>b</sup>	<b>125.95<sup>A</sup></b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									122.99 <sup>B</sup>	125.11 <sup>A</sup>	117.67 <sup>C</sup>	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

#### 4.4 Antioksidan Aktivite

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Pazar lokasyonunda elde edilen yaş yaprakların antioksidan aktivitelerine ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.19'da, antioksidan aktiviteleri Çizelge 4.20'de verilmiştir. Pazar lokasyonundan yaş çay yaprağının antioksidan aktivite miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiksel anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.19** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Antioksidan Aktivitelerin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	763449.3	763449.3	1462.04**
Blok (Yıl)	4	4181.2	1045.3	2.00
Gübre	7	1287040.1	183862.9	352.10**
Hasat Dönemi	2	252739.5	126369.8	242.00**
Yıl*Gübre	7	197278.1	28182.6	53.97**
Yıl*Hasat Dönemi	2	359778.6	179889.3	344.49**
Gübre*Hasat Dönemi	14	135098.3	9649.9	18.48**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	78380.5	5598.6	10.72**
Hata	92	48040.6	522.2	
Genel	143	3125986.2		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.20'de verilen bulgulara göre; Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen antioksidan aktivite için en yüksek sonuç inorganik gübreden elde edilmiştir. İnorganik gübre ile katı gübreler arasında antioksidan aktivite açısından %8'e ulaşan fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, inorganik gübrenin antioksidan aktivitesi, sıvı+katı

gübre kombinasyonundan %3.17, S1 gübresinden %6.38 civarında daha yüksektir. İnorganik gübre ile S2 arasında ise 7.48  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$  fark olmakla birlikte S2 gübresinin antioksidan aktivite üzerine olan etkisi inorganik gübreden farklı değildir. Gübreleme yapılmayanlara göre antioksidan aktivite; inorganik gübrede %31, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %27 civarında daha yüksek iken katı gübrelerde %29'a, sıvı gübrelerde ise %30'a ulaşan miktarlarda artış tespit edilmiştir. Katı gübreler arasında en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan K3 gübresine göre K1 ve K2 gübrelerinde sırasıyla %3 ve %6 oranlarında düşüş meydana gelmiştir. Sıvı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında S1 gübresine göre S2 gübresinin antioksidan aktivitesinde artış (%5.7) kaydedilmiştir. Buna ilaveten, S2 gübresi katı gübrelerden %8 civarında daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunda; K3 (%1) ve S2 (%2.5) gübrelerine göre daha düşük, S1 (%3) ve diğer katı gübrelere (%5) göre daha yüksek antioksidan aktivite tespit edilmiştir. Pazar lokasyonunda denemenin ilk yılında en yüksek antioksidan aktivite birinci hasat döneminde (1234.81  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Denemenin yürütüldüğü ikinci yılda ise en yüksek antioksidan aktivite ikinci hasat döneminde (1367.116  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) belirlenirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri takip etmiştir. Pazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinin antioksidan aktiviteleri yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen antioksidan aktivite ilk yıla (1159.65  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) kıyasla ikinci yılda (1305.28  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) %12.5 artmıştır.

**Çizelge 4.20** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprakların Antioksidan Aktiviteleri ( $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ )

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	1017.36 <sup>ij*</sup>	985.14 <sup>ik</sup>	854.36 <sup>m</sup>	952.29 <sup>k</sup>	825.56 <sup>m</sup>	1164.45 <sup>sh</sup>	1144.62 <sup>sh</sup>	1044.88 <sup>i</sup>	921.46 <sup>l</sup>	1074.79 <sup>j</sup>	999.49 <sup>k</sup>	998.59 <sup>f</sup>
<b>İnorganik G.</b>	1350.59 <sup>cd</sup>	1243.44 <sup>ef</sup>	1161.91 <sup>gh</sup>	1251.98 <sup>e</sup>	1337.11 <sup>cd</sup>	1421.72 <sup>b</sup>	1354.90 <sup>cd</sup>	1371.24 <sup>b</sup>	1343.85 <sup>ab</sup>	1332.58 <sup>ab</sup>	1258.40 <sup>f</sup>	1311.61 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	1254.51 <sup>ef</sup>	1224.24 <sup>f</sup>	1127.70 <sup>h</sup>	1202.15 <sup>f</sup>	1246.76 <sup>ef</sup>	1346.15 <sup>cd</sup>	1276.75 <sup>e</sup>	1289.89 <sup>d</sup>	1250.63 <sup>f</sup>	1285.20 <sup>de</sup>	1202.22 <sup>g</sup>	1246.02 <sup>d</sup>
<b>K2</b>	1247.71 <sup>ef</sup>	1170.20 <sup>g</sup>	939.56 <sup>l</sup>	1119.16 <sup>h</sup>	1257.66 <sup>ef</sup>	1360.06 <sup>cd</sup>	1265.81 <sup>e</sup>	1294.51 <sup>d</sup>	1252.69 <sup>f</sup>	1265.13 <sup>ef</sup>	1102.68 <sup>i</sup>	1206.84 <sup>e</sup>
<b>K3</b>	1248.08 <sup>ef</sup>	1248.72 <sup>ef</sup>	1040.19 <sup>i</sup>	1179.00 <sup>g</sup>	1361.93 <sup>cd</sup>	1457.78 <sup>ab</sup>	1369.57 <sup>c</sup>	1396.42 <sup>a</sup>	1305.00 <sup>cd</sup>	1353.25 <sup>a</sup>	1204.88 <sup>g</sup>	1287.71 <sup>b</sup>
<b>S1</b>	1148.90 <sup>gh</sup>	1139.57 <sup>gh</sup>	963.45 <sup>kl</sup>	1083.97 <sup>l</sup>	1336.95 <sup>cd</sup>	1461.05 <sup>a</sup>	1351.44 <sup>cd</sup>	1383.15 <sup>ab</sup>	1242.92 <sup>f</sup>	1300.31 <sup>cd</sup>	1157.44 <sup>h</sup>	1233.56 <sup>d</sup>
<b>S2</b>	1361.08 <sup>cd</sup>	1275.34 <sup>e</sup>	1167.78 <sup>g</sup>	1268.06 <sup>e</sup>	1331.08 <sup>d</sup>	1361.94 <sup>cd</sup>	1327.55 <sup>d</sup>	1340.19 <sup>e</sup>	1346.08 <sup>a</sup>	1318.64 <sup>bc</sup>	1247.66 <sup>f</sup>	1304.13 <sup>a</sup>
<b>S+K</b>	1250.23 <sup>ef</sup>	1246.50 <sup>ef</sup>	1165.17 <sup>g</sup>	1220.63 <sup>f</sup>	1269.49 <sup>e</sup>	1364.18 <sup>cd</sup>	1332.25 <sup>d</sup>	1321.97 <sup>e</sup>	1259.86 <sup>ef</sup>	1305.34 <sup>cd</sup>	1248.71 <sup>f</sup>	1271.30 <sup>c</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	1234.81 <sup>c</sup>	1191.64 <sup>d</sup>	1052.51 <sup>e</sup>	<b>1159.65B</b>	1245.82 <sup>c</sup>	1367.16 <sup>a</sup>	1302.86 <sup>b</sup>	<b>1305.28A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									1240.32B	1279.41A	1177.69C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu



Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Musadağı lokasyonunda elde edilen yaş yaprakların antioksidan aktiviteye ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.21’de, antioksidan aktiviteleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Musadağı lokasyonunda yaş çay yaprağının antioksidan aktivitesinde yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi interaksiyonlarının antioksidan aktivite üzerine etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Buna karşılık gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiksel anlamda önemli ( $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.21** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Antioksidan Aktivitelerin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	452275.3	452275.3	546.23**
Blok (Yıl)	4	903.0	225.8	0.27
Gübre	7	902846.3	128978.0	155.77**
Hasat Dönemi	2	236261.2	118130.6	142.67**
Yıl*Gübre	7	144340.4	20620.1	24.90**
Yıl*Hasat Dönemi	2	231145.7	115572.9	139.58**
Gübre*Hasat Dönemi	14	28334.0	2023.9	2.44*
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	33920.2	2422.9	2.92*
Hata	92	76175.2	828.0	
Genel	143	2106201.6		

(\*)  $p<0.05$ , (\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

İlgili çizelgelere göre; Musadağı lokasyonunda gübre uygulamalarından 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen antioksidan aktivite için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre kombinasyonunda tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin antioksidan aktivesi katı gübrelerden %5 ve sıvı gübrelerden %6 civarında daha yüksektir. Bununla birlikte, inorganik gübre ile sıvı+katı gübre kombinasyonu arasında antioksidan aktivite bakımından 13.93  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$  fark bulunmakla birlikte inorganik gübrenin

antioksidan aktivite üzerine etkisi sıvı+katı kombinasyonundan farklı değildir. Gübreleme yapılmayanlara göre antioksidan aktivite inorganik gübrede %23.5, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %24.8 civarında daha yüksek iken katı gübrelerde %21.6'ya, sıvı gübrelerde ise %23.3'e ulaşan oranlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler kendi aralarında değerlendirildiğinde en yüksek antioksidan aktivite K1 gübresinde elde edilirken, K1 gübresine göre K2 (%1) ve K3 (%3.6) gübrelerinin antioksidan aktivitesi azalmıştır. Sıvı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında S1 gübresine göre S2 gübresinin antioksidan aktivitesi %6 oranında artmıştır. Buna ilaveten, sıvı ve katı gübreler antioksidan aktivite bakımından kıyaslandığında en yüksek sonuç S2 gübresinde tespit edilmiştir. Ayrıca S2 gübresinin antioksidan aktivitesi katı gübrelere göre %5 civarında artarken S1 gübresinin antioksidan aktivite miktarı katı gübrelerin gerisinde kalmıştır. Sıvı+katı gübre kombinasyonunda antioksidan aktivite için katı gübrelere göre %6.5'e, sıvı gübrelere göre %7.31'e ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Musadağı lokasyonunda 2018 yılında en yüksek antioksidan aktivite birinci hasat döneminde (1257.21  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında ise en yüksek antioksidan aktivite ikinci hasat döneminde (1369.01  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) belirlenirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri takip etmiştir. Musadağı lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde antioksidan aktivite yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen antioksidan aktivite ilk yıla (1192.63  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) göre ikinci yılda (1304.72  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) %9 artmıştır.

**Çizelge 4.22** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprakların Antioksidan Aktiviteleri ( $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ )

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	1027.93 <sup>h*</sup>	952.18 <sup>i</sup>	836.65 <sup>j</sup>	938.92 <sup>i</sup>	1139.14 <sup>fg</sup>	1222.43 <sup>de</sup>	1149.04 <sup>fg</sup>	1170.20 <sup>h</sup>	1083.53 <sup>l</sup>	1087.31 <sup>l</sup>	992.84 <sup>m</sup>	1054.56 <sup>e</sup>
<b>İnorganik G.</b>	1344.78 <sup>b</sup>	1268.40 <sup>cd</sup>	1143.46 <sup>fg</sup>	1252.21 <sup>ef</sup>	1265.54 <sup>cd</sup>	1448.14 <sup>a</sup>	1343.77 <sup>b</sup>	1352.49 <sup>a</sup>	1305.16 <sup>de</sup>	1358.27 <sup>ab</sup>	1243.62 <sup>gh</sup>	1302.35 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	1366.75 <sup>b</sup>	1325.93 <sup>b</sup>	1160.39 <sup>fg</sup>	1284.35 <sup>cd</sup>	1250.58 <sup>cd</sup>	1330.50 <sup>b</sup>	1259.86 <sup>cd</sup>	1280.31 <sup>cd</sup>	1308.66 <sup>cde</sup>	1328.21 <sup>bcd</sup>	1210.12 <sup>ij</sup>	1282.33 <sup>bc</sup>
<b>K2</b>	1260.81 <sup>cd</sup>	1267.68 <sup>cd</sup>	1128.53 <sup>g</sup>	1219.01 <sup>g</sup>	1261.94 <sup>cd</sup>	1366.94 <sup>b</sup>	1343.71 <sup>b</sup>	1324.19 <sup>b</sup>	1261.38 <sup>fg</sup>	1317.31 <sup>cd</sup>	1236.12 <sup>ghi</sup>	1271.60 <sup>c</sup>
<b>K3</b>	1224.57 <sup>de</sup>	1237.42 <sup>cd</sup>	1145.59 <sup>fg</sup>	1202.53 <sup>g</sup>	1231.05 <sup>cd</sup>	1328.38 <sup>b</sup>	1243.14 <sup>cd</sup>	1267.52 <sup>cde</sup>	1227.81 <sup>hi</sup>	1282.90 <sup>ef</sup>	1194.36 <sup>jk</sup>	1235.02 <sup>d</sup>
<b>S1</b>	1242.49 <sup>cd</sup>	1165.18 <sup>fg</sup>	1070.30 <sup>h</sup>	1159.32 <sup>h</sup>	1254.35 <sup>cd</sup>	1367.12 <sup>b</sup>	1260.29 <sup>cd</sup>	1293.92 <sup>e</sup>	1248.42 <sup>gh</sup>	1266.15 <sup>fg</sup>	1165.29 <sup>k</sup>	1226.62 <sup>d</sup>
<b>S2</b>	1242.43 <sup>cd</sup>	1275.25 <sup>c</sup>	1158.51 <sup>fg</sup>	1225.40 <sup>fg</sup>	1323.15 <sup>b</sup>	1456.80 <sup>a</sup>	1347.41 <sup>b</sup>	1375.79 <sup>a</sup>	1282.79 <sup>ef</sup>	1366.03 <sup>a</sup>	1252.96 <sup>fgh</sup>	1300.59 <sup>ab</sup>
<b>S+K</b>	1347.97 <sup>b</sup>	1249.14 <sup>cd</sup>	1180.74 <sup>ef</sup>	1259.28 <sup>de</sup>	1335.12 <sup>b</sup>	1431.76 <sup>a</sup>	1352.97 <sup>b</sup>	1373.28 <sup>a</sup>	1341.54 <sup>abc</sup>	1340.45 <sup>abc</sup>	1266.85 <sup>fg</sup>	1316.28 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	1257.21 <sup>c</sup>	1217.65 <sup>d</sup>	1103.02 <sup>e</sup>	<b>1192.63B</b>	1257.61 <sup>c</sup>	1369.01 <sup>a</sup>	1287.52 <sup>b</sup>	<b>1304.72A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									1257.42B	1293.33A	1195.28C	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Ortapazar lokasyonunda elde edilen yaş yaprakların antioksidan aktivitelerine ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.23’de, antioksidan aktiviteleri Çizelge 4.24’de verilmiştir. Ortapazar lokasyonunda yaş çay yaprağının antioksidan aktivite miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyonlarının antioksidan aktivite üzerine etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Buna karşılık gübre x hasat dönemi interaksiyon etkisinin istatistiksel anlamda önemli ( $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.23** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Antioksidan Aktivitelerin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	582237.6	582237.7	907.20**
Blok (Yıl)	4	884.9	221.2	0.34
Gübre	7	780458.1	111494.0	173.72**
Hasat Dönemi	2	189335.2	94667.6	147.50**
Yıl*Gübre	7	156998.5	22428.4	34.94**
Yıl*Hasat Dönemi	2	557932.0	278966.0	434.66**
Gübre*Hasat Dönemi	14	30105.2	2150.4	3.35*
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	47762.5	3411.6	5.31**
Hata	92	59044.9	641.8	
Genel	143	2404759.3		

(\*)  $p<0.05$ , (\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.24 incelendiğinde; Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen antioksidan aktivite için en yüksek sonuç 3 numaralı katı gübrede (K3) tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin antioksidan aktivitesi K3 gübresine göre %2 civarında azalırken diğer katı gübrelere göre %7.8’e varan oranlarda artmıştır. Bununla birlikte inorganik gübre, hem S1 gübresine hem de sıvı+katı gübre kombinasyonundan daha düşük antioksidan aktiviteye sahiptir. İnorganik gübre ile S2

gübresi arasında 14.91  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$  fark mevcut ise de S2 gübresinin antioksidan aktivite üzerine etkisi inorganik gübreden farklı değildir. Gübreleme yapılmayanlara göre antioksidan aktivite; inorganik gübrede %18.6, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %21 civarında daha fazla iken katı gübrelerde %21.4'e, sıvı gübrelerde ise %20.7'ye ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler arasında, K3 gübresine kıyasla K1 (%9.4) ve K2 (%7.5) gübrelerinin antioksidan aktivitelerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sıvı gübreler kendi aralarında değerlendirildiğinde, S2 gübresine göre S1 gübresinin antioksidan aktivitesi %3 artmıştır. Sıvı ve katı gübreler antioksidan aktivite bakımından birbirleriyle karşılaştırıldığında, en yüksek sonuç K3 gübresinde tespit edilmiş ve K3 ile S1 gübrelerinin antioksidan aktivite üzerine aynı oranda etkili olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda K3 gübresinin antioksidan aktivitesi S2 gübresinden %3.6 oranında yüksek iken S1 gübresinin antioksidan aktivitesi diğer katı gübrelerden %9.8 civarında daha fazladır. Sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilen antioksidan aktivite hem katı hem de sıvı gübrelerden istatistiki anlamda önem arz eden düzeyde farklıdır. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun hem K3 hem de S1 gübresi ile arasında fark bulunmakla beraber bu gübrelerin antioksidan aktivite üzerine etkisinin farklı olmadığı belirlenmiştir. Ek olarak, sıvı+katı gübre kombinasyonu, S2 gübresinden %3 civarında ve diğer katı gübrelerden %10'a ulaşan oranlarda daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. Ortapazar lokasyonunda 2018 yılında en yüksek antioksidan aktivite birinci hasat döneminde (1265.34  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında ise en yüksek antioksidan aktivite ikinci hasat döneminde (1356.99  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) belirlenirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri takip etmiştir. Ortapazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde antioksidan aktivite yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen antioksidan aktivite ilk yıla (1157.48  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) göre ikinci yılda (1284.65  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ ) %11 artmıştır.

**Çizelge 4.24** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yaprakların Antioksidan Aktiviteleri ( $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$ )

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	1167.55 <sup>lm</sup> <sub>n*</sub>	1013.99 <sup>r</sup>	940.68 <sup>s</sup>	1040.74 <sup>j</sup>	1027.38 <sup>qr</sup>	1177.77 <sup>kl</sup>	1035.62 <sup>pqr</sup>	1080.25 <sup>i</sup>	1097.47 <sup>i</sup>	1095.88 <sup>i</sup>	988.15 <sup>j</sup>	1060.50 <sup>e</sup>
<b>İnorganik G.</b>	1280.10 <sup>fg</sup>	1179.96 <sup>kl</sup>	1130.50 <sup>no</sup>	1196.85 <sup>ef</sup>	1271.67 <sup>gh</sup>	1362.18 <sup>bc</sup>	1322.87 <sup>cde</sup>	1318.91 <sup>e</sup>	1275.88 <sup>cd</sup>	1271.07 <sup>cd</sup>	1226.68 <sup>fg</sup>	1257.88 <sup>b</sup>
<b>K1</b>	1259.76 <sup>ghi</sup>	1134.82 <sup>m</sup> <sub>no</sub>	1056.63 <sup>pq</sup>	1150.40 <sup>h</sup>	1063.90 <sup>pq</sup>	1264.62 <sup>ghi</sup>	1216.91 <sup>jk</sup>	1181.81 <sup>fg</sup>	1161.83 <sup>h</sup>	1199.72 <sup>g</sup>	1136.77 <sup>h</sup>	1166.11 <sup>d</sup>
<b>K2</b>	1254.02 <sup>gh</sup> <sub>ij</sub>	1135.78 <sup>m</sup> <sub>no</sub>	1047.74 <sup>pqr</sup>	1145.85 <sup>h</sup>	1154.17 <sup>lm</sup> <sub>no</sub>	1316.16 <sup>def</sup>	1233.16 <sup>hij</sup>	1234.50 <sup>d</sup>	1204.09 <sup>g</sup>	1225.97 <sup>fg</sup>	1140.45 <sup>h</sup>	1190.17 <sup>c</sup>
<b>K3</b>	1356.59 <sup>bc</sup> <sub>d</sub>	1223.89 <sup>ij</sup>	1050.34 <sup>pqr</sup>	1210.27 <sup>e</sup>	1259.85 <sup>ghi</sup>	1458.39 <sup>a</sup>	1377.73 <sup>b</sup>	1365.32 <sup>b</sup>	1308.22 <sup>b</sup>	1341.14 <sup>a</sup>	1214.04 <sup>fg</sup>	1287.80 <sup>a</sup>
<b>S1</b>	1259.24 <sup>ghi</sup>	1174.84 <sup>lm</sup>	1058.08 <sup>pq</sup>	1164.05 <sup>gh</sup>	1353.59 <sup>bcd</sup>	1474.83 <sup>a</sup>	1362.33 <sup>bc</sup>	1396.91 <sup>a</sup>	1306.41 <sup>b</sup>	1324.83 <sup>ab</sup>	1210.20 <sup>fg</sup>	1280.48 <sup>a</sup>
<b>S2</b>	1258.31 <sup>ghi</sup>	1154.21 <sup>lm</sup> <sub>no</sub>	1070.63 <sup>p</sup>	1161.05 <sup>gh</sup>	1267.30 <sup>gh</sup>	1361.30 <sup>bc</sup>	1346.10 <sup>bcd</sup>	1324.90 <sup>c</sup>	1262.81 <sup>de</sup>	1257.75 <sup>de</sup>	1208.37 <sup>fg</sup>	1242.97 <sup>b</sup>
<b>S+K</b>	1287.16 <sup>efg</sup>	1159.35 <sup>lm</sup> <sub>no</sub>	1125.20 <sup>o</sup>	1190.57 <sup>ef</sup>	1334.64 <sup>cd</sup>	1440.69 <sup>a</sup>	1348.40 <sup>bcd</sup>	1374.58 <sup>ab</sup>	1310.90 <sup>b</sup>	1300.02 <sup>bc</sup>	1236.80 <sup>ef</sup>	1282.57 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	1265.34 <sup>c</sup>	1147.10 <sup>e</sup>	1059.97 <sup>f</sup>	<b>1157.48B</b>	1216.56 <sup>d</sup>	1356.99 <sup>a</sup>	1280.39 <sup>b</sup>	<b>1284.65A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									1240.96B	1252.05A	1170.19C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

#### 4.5 Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktiviteye İlişkin Tartışma

Araştırma sonucuna göre toplam fenolik madde miktarı bakımından en yüksek değerler, Pazar ve Musadağı lokasyonlarında sıvı+katı gübre kombinasyonundan, Ortopazar lokasyonunda ise inorganik gübreden elde edilmiştir. Lokasyonlara bağlı olarak değişmekle birlikte, iki yıl boyunca elde edilen toplam fenolik madde miktarında kontrole kıyasla inorganik gübrede %19, katı gübrelerde %18, sıvı gübrelerde %17 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %20'ye varan oranlarda artış kaydedilmiştir.

Antioksidan aktivite bakımından en yüksek değerler, Pazar'da inorganik gübreden, Musadağında sıvı+katı gübre kombinasyonundan, Ortopazar'da K3 gübresinden elde edilmiştir. Lokasyonlara bağlı olarak değişmekle birlikte iki yıl boyunca elde edilen antioksidan aktivite, kontrol ile karşılaştırıldığında inorganik gübrede %31, katı gübrelerde %29, sıvı gübrelerde %30 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %27'ye varan oranlarda artmıştır.

Çalışmamız bulgularına göre; toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite bakımından inorganik gübre ile eşdeğer seviyede veya daha fazla artış gösteren organik gübreler olduğu dikkat çekmektedir. Organik gübrelerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite bakımından iyi performans göstermelerinin sebebi bünyelerinde ihtiva ettikleri organik maddelerden kaynaklanabilir. İnorganik gübreler, bitkinin gelişimine ve büyümesine katkı sağlayan ancak fitokimyasalların ve diğer ikincil metabolitlerin üretimini desteklemeyen, bitkilerin kolaylıkla erişebildiği nitrojen kaynakları sağlamaktadırlar. Fakat inorganik gübrelere göre organik gübrelerde besin maddeleri daha yavaş salındığı için bitkiler kısıtlı miktarlarda besin maddelerine ulaşabilmekte ve bu durum daha fazla strese maruz kalan bitkilerin polifenoller gibi ikincil metabolitleri üretmesine neden olmaktadır (Mastura ve ark., 2017; Devkota ve ark., 2021). Nitekim, organik ve inorganik muamelelerden toplanan çay numunelerindeki toplam polifenoller ve antioksidan aktiviteleri karşılaştırıldığında, organik çay numunelerinin istatistiksel olarak önemli ölçüde daha yüksek polifenol konsantrasyonlarına ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Han ve ark., 2018; Ye ve ark., 2022; Shiwakoti ve ark., 2023).

Denemenin yürütüldüğü bütün lokasyonlar için; genel olarak diğer gübrelere kıyasla sıvı+katı kombinasyonundan elde edilen toplam fenolik madde miktarında daha fazla artış belirlenmiştir. Antioksidan aktivite bakımından; Pazar'da inorganik gübrede, Musadağı'da sıvı+katı gübre kombinasyonunda, Ortapazar'da K3 gübresinde en yüksek miktarlar elde edilmiştir. Lokasyonlara göre değişmekle birlikte organik gübreler arasında genellikle katı gübrelerin toplam fenolik madde miktarındaki artış sıvı gübrelere ve sıvı gübrelerin antioksidan aktivitesindeki artış katı gübrelere daha fazladır. Bununla birlikte, sıvı gübreler (öncelikli olarak S2 gübresi) en yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteye sahip gübreler arasında ilk sıralarda yer almıştır. Sıvı gübreler, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin artmasına katkı sağlamaktadır. Püskürtülerek uygulama esnasında yoğun olarak çay yapraklarına nüfuz eden sıvı gübrelerin yaprak gübresi işlevi görmesiyle bahsedilen bu artışı sağladığı düşünülmektedir. Çay bitkisinde sıvı gübre uygulamasının etkilerinin incelendiği çalışmada (Tsuji ve ark., 2001), gübre ve suyun oluşturduğu sinerji etkisi ile çay bitkisinde daha fazla besin birikimi gerçekleşmesi ve sürgünlerin ilk büyüme döneminde besinleri yeterli miktarda absorbe edebilmesi sayesinde çay kalitesinin arttığını açıklamışlardır. Ayrıca, çalışmamızda katı ve sıvı gübrelerin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri kendi aralarında değişiklik göstermiştir. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite için elde edilen sonuçların gübrelere bağlı olarak değişmesinde, gübre içeriklerinde yer alan besin maddelerinin miktarları ve birbirleriyle oranları etkili olabilir. Venkatesan ve Ganapathy (2004a) tarafından yapılan araştırmada, aynı seviyede nitrojen içeren gübrelerin potasyum dozları belirli bir seviyeye kadar arttırıldığında toplam polifenol içeriğinde önemli bir yükselme olduğu ancak potasyum dozunun daha fazla arttırılması ile polifenol içeriğinde keskin bir düşüş yaşandığı belirtilmiştir. Çalışmada, dengeli bir oranda nitrojen ve potasyum oranının sağlanması ile polifenol içeriğinde önemli bir iyileşmenin mümkün olabileceği ifade edilmiştir.

Lokasyonların tamamı için, 2018 yılında ilk hasattan son hasada doğru ilerledikçe toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite azalırken, 2019 yılında en yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite ikinci hasatta belirlenmiş onu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri takip etmiştir. Denememizin yürütüldüğü 2019 yılında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite bakımından hasat



dönemleri arasında meydana gelen değişiklik; araştırmanın ilk yılına kıyasla ikinci yılında yağışların daha düzensiz olması ve vejetasyon dönemi dikkate alındığında hem sıcaklık hem de nem değerlerinin 2019 yılı için daha ileri tarihlerde yükselmeye başlaması durumları ile açıklanabilir. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin birinci hasat döneminden üçüncü hasat dönemine doğru azaldığını belirten çalışmalar (Türkmen, 2007; Balci ve Özdemir, 2016) mevcuttur. Balci ve Özdemir (2016) Türkiye’de, vejetasyon dönemi dışında kalan yaklaşık yedi aylık kış periyodu boyunca çay bitkisinin mevsimsel dinlenme dönemine girdiğini ve bu sürecin ardından gelen ilk sürgün döneminde fidelerin tomurcuk ve yapraklarının diğer dönemlerden daha yüksek miktarda toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite içerdiğini ifade etmişlerdir. Bu durumun aksine Ertürk ve ark., (2010) hasat dönemleri ilerledikçe toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada, güneş ışığının daha fazla alınması neticesinde fenoliklerin biyosentezinin artması, gece gündüz sıcaklık farklarının daha yüksek olması ve yağışların düzensiz olarak gerçekleşmesi nedeniyle strese maruz kalan çay klonlarının üçüncü hasat dönemine doğru daha fazla fenolik madde üretebileceği varsayımına ulaşılmıştır. Ayrıca, toplam fenolik madde ile antioksidan aktivite arasında güçlü bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızın ikinci yılında elde ettiğimiz verilere paralel olarak, Ercisli ve ark., (2009) en yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteyi ikinci hasat döneminde tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, serin aylara (Mayıs ve Eylül) göre daha sıcak aylarda (Temmuz) hasat edilen çay yapraklarının daha fazla sıcaklık, gün uzunluğu ve güneş ışığına maruz kalmasına bağlı olarak toplam fenolik madde birikiminin yüksek olabileceğini bildirmişlerdir.

İki yıllık verilere göre; toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite açısından en yüksek değerler Musadağı lokasyonunda kaydedilirken ardından onu sırasıyla Pazar ve Ortapazar lokasyonları izlemiştir. Yaş çay yaprağındaki toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin lokasyonlara göre değişkenlik göstermesi, rakıma bağlı olarak iklim parametrelerinde meydana gelen farklılıktan kaynaklanabilir. Diğer lokasyonlarla karşılaştırıldığında, Musadağı lokasyonunun yağış rejimi daha düzenli ve nispi nem miktarı daha yüksektir. Vejetasyon dönemindeki ortalama sıcaklık değerleri Pazar ve Musadağı lokasyonlarında birbirlerine çok yakın iken Ortapazar lokasyonunun ortalama sıcaklık değerleri diğer iki lokasyondan daha fazladır. Daha

önce yapılan çalışmalarda, çay yaprağındaki toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin rakıma bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir (Chan ve ark., 2007; Widyaningrum ve ark., 2015). Farklı rakımlarda yetiştirilen çay klonları üzerine yürütülen bir çalışmada, rakım arttıkça antioksidan kapasitenin arttığı ifade edilmiş ve bu durum antioksidan görevi görebilen flavonoidlerin, yüksek rakımdaki yoğun UV radyasyonuna bağlı olarak artışı ile ilişkilendirilmiştir (Bhattacharya ve Sen Mandi, 2011).

Vejetasyon periyodu dikkate alınarak yıllara göre değişimler incelenmiş ve toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite bakımından yıllar arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Lokasyonların tamamı için, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite ilk yıla nazaran ikinci yılda daha yüksektir. Bütün lokasyonlarda sıcaklık, nispi nem ve yağış miktarlarının denemenin ikinci yılında daha düşük olması ve ilk yıla kıyasla ikinci yılda yağış rejiminin daha düzensiz seyretmesi nedeniyle yıllar arasında farklılık oluşabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda vejetasyon döneminin başlangıcı, denemenin ilk yılına göre ikinci yılda daha ileri tarihlerde kaydedilmiştir. Bu durumdan ötürü, ikinci yılda bitkiler daha uzun süreli olarak sıcak aylarda gelişim göstermeye devam etmişlerdir. Jayasekera ve ark. (2011) mevsimlerin etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, kurak mevsimde toplanan çay yapraklarında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin muson mevsiminde toplananlardan daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

#### **4.6 Kafein Miktarı**

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Pazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının kafein miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.25’de, kafein miktarları Çizelge 4.26’da verilmiştir. Pazar lokasyonunda kafein miktarı için yıllar arasındaki farklılığın önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiki anlamda çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.25** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	0.45	0.45	3.00
Blok (Yıl)	4	1.24	0.31	2.06
Gübre	7	273.29	39.04	259.80**
Hasat Dönemi	2	314.02	157.01	1044.84**
Yıl*Gübre	7	13.74	1.96	13.07**
Yıl*Hasat Dönemi	2	126.31	63.15	420.27**
Gübre*Hasat Dönemi	14	57.72	4.12	27.43**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	28.61	2.04	13.60**
Hata	92	13.82	0.15	
Genel	143	829.24		

(\*\*) p<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.26’da verilen bulgulara göre; Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen kafein miktarı için en yüksek sonuç 2 numaralı katı gübreden (K2) elde edilmiştir. İnorganik gübrenin kafein miktarı K3 gübresine göre %8.6 artarken diğer katı gübrelere göre %9 civarında azalmıştır. Bununla birlikte, inorganik gübre sıvı+katı gübre kombinasyonundan %6.53 ve sıvı gübrelere %23’e ulaşan oranlarda daha yüksek kafein miktarına sahiptir. Gübreleme yapılmayanlara göre kafein miktarı; inorganik gübrede %17, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %10, S1 gübresinde %5.8 civarında daha yüksek iken katı gübrelere %29’a ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Ayrıca, S2 gübresinin kafein miktarı kontrolden daha düşük olmakla birlikte S2 gübresinin kafein miktarı üzerine etkisi kontrolden farklı değildir. Katı gübreler kendi aralarında değerlendirildiğinde, kafein miktarı açısından istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Katı gübreler arasında K2 gübresinin kafein miktarı K1 (%4) ve K3 (%19.7) gübrelere göre daha fazladır. Sıvı gübreler karşılaştırıldığında, S2 gübresine göre S1 gübresinin kafein miktarı (%11) daha yüksektir. Buna ilaveten, katı gübrelere göre

%35.8'e varan miktarlarda daha fazla kafein tespit edilmiştir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun kafein miktarı K2 gübresine göre %15 civarında azalırken sıvı gübreler ve diğer katı gübrelere göre sırasıyla %15.7 ve %11'e ulaşan düzeylerde artmıştır. Pazar lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yıllarında en yüksek kafein miktarları birinci hasat dönemlerinde (15.30 ve 16.18 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen kafein miktarı yıllara göre değişiklik göstermemiştir.

**Çizelge 4.26** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	14.90 <sup>ghijk*</sup>	13.18 <sup>mnpq</sup>	11.76 <sup>rst</sup>	13.28 <sup>f</sup>	14.21 <sup>klmn</sup>	12.38 <sup>opqrs</sup>	9.57 <sup>u</sup>	12.05 <sup>g</sup>	14.56 <sup>f</sup>	12.78 <sup>hijk</sup>	10.67 <sup>l</sup>	12.67 <sup>g</sup>
<b>İnorganik G.</b>	16.48 <sup>def</sup>	15.69 <sup>fgh</sup>	13.71 <sup>ijklmn</sup>	15.29 <sup>e</sup>	17.32 <sup>cd</sup>	14.92 <sup>ghij</sup>	10.91 <sup>t</sup>	14.38 <sup>d</sup>	16.90 <sup>c</sup>	15.30 <sup>ef</sup>	12.31 <sup>k</sup>	14.84 <sup>c</sup>
<b>K1</b>	16.79 <sup>cdef</sup>	15.85 <sup>efg</sup>	14.12 <sup>ijklm</sup>	15.59 <sup>bc</sup>	19.11 <sup>ab</sup>	17.02 <sup>cde</sup>	11.35 <sup>rst</sup>	15.83 <sup>bc</sup>	17.95 <sup>b</sup>	16.43 <sup>d</sup>	12.74 <sup>hijk</sup>	15.71 <sup>b</sup>
<b>K2</b>	17.73 <sup>cd</sup>	15.58 <sup>fgh</sup>	14.81 <sup>ghijkl</sup>	16.04 <sup>ab</sup>	20.18 <sup>a</sup>	18.07 <sup>bc</sup>	11.77 <sup>rst</sup>	16.67 <sup>a</sup>	18.95 <sup>a</sup>	16.82 <sup>c</sup>	13.29 <sup>ghij</sup>	16.36 <sup>a</sup>
<b>K3</b>	14.85 <sup>ghijkl</sup>	12.30 <sup>pqrs</sup>	13.91 <sup>ijklm</sup>	13.68 <sup>ef</sup>	14.63 <sup>ghijkl</sup>	15.02 <sup>ghi</sup>	11.29 <sup>rst</sup>	13.65 <sup>ef</sup>	14.74 <sup>f</sup>	13.66 <sup>g</sup>	12.60 <sup>jk</sup>	13.66 <sup>de</sup>
<b>S1</b>	14.52 <sup>hijkl</sup>	12.49 <sup>nopqr</sup>	13.59 <sup>lmnop</sup>	13.53 <sup>ef</sup>	14.49 <sup>hijkl</sup>	14.47 <sup>hijklm</sup>	10.89 <sup>t</sup>	13.28 <sup>f</sup>	14.50 <sup>f</sup>	13.48 <sup>ghi</sup>	12.24 <sup>k</sup>	13.41 <sup>e</sup>
<b>S2</b>	11.34 <sup>rst</sup>	11.45 <sup>rst</sup>	12.57 <sup>nopqr</sup>	11.78 <sup>g</sup>	13.61 <sup>klmno</sup>	13.95 <sup>ijklm</sup>	9.36 <sup>u</sup>	12.31 <sup>g</sup>	12.47 <sup>jk</sup>	12.70 <sup>ijk</sup>	10.96 <sup>l</sup>	12.04 <sup>g</sup>
<b>S+K</b>	15.77 <sup>efgh</sup>	12.12 <sup>qrst</sup>	13.68 <sup>iklmno</sup>	13.86 <sup>def</sup>	15.91 <sup>efg</sup>	14.95 <sup>ghij</sup>	11.13 <sup>st</sup>	14.00 <sup>de</sup>	15.84 <sup>de</sup>	13.54 <sup>gh</sup>	12.40 <sup>k</sup>	13.93 <sup>d</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	15.30 <sup>b</sup>	13.58 <sup>c</sup>	13.52 <sup>c</sup>	<b>14.13</b>	16.18 <sup>a</sup>	15.10 <sup>b</sup>	10.78 <sup>d</sup>	<b>14.02</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									15.74 <sup>A</sup>	14.34 <sup>B</sup>	12.15 <sup>C</sup>	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Musadağı lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının kafein miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.27’de, kafein miktarları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Musadağı lokasyonunda kafein miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistikî anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.27** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	25.20	25.20	1244.53**
Blok (Yıl)	4	0.09	0.02	1.18
Gübre	7	256.50	36.64	1809.64**
Hasat Dönemi	2	425.51	212.75	10507.02**
Yıl*Gübre	7	53.09	7.58	374.58**
Yıl*Hasat Dönemi	2	123.18	61.59	3041.79**
Gübre*Hasat Dönemi	14	15.79	1.12	55.72**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	16.52	1.18	58.30**
Hata	92	1.86	0.02	
Genel	143	917.77		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Musadağı lokasyonunda gübre uygulamalarından 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen kafein miktarı için en yüksek sonuç inorganik gübrede tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin kafein miktarı, katı gübrelere göre %5, sıvı gübrelere göre %22’ye ulaşan oranlarda ve sıvı+katı kombinasyonuna göre ise %26 civarında artmıştır. Gübreleme yapılmayanlara göre kafein miktarı; inorganik gübrede %28.7, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %2 civarında daha yüksek iken katı gübrelere %27’ye, sıvı gübrelere ise %6’ya ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler kafein

miktarı açısından kendi aralarında değerlendirildiğinde, K1 gübresinin diğer katı gübrelere kıyasla %4 civarında daha fazla kafein içerdiği belirlenmiştir. Sıvı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında S2 gübresinin kafein miktarı üzerine etkisinin S1 gübresinden farklı olmadığı belirlenmiştir. Buna ilaveten, sıvı ve katı gübreler kafein miktarı bakımından kıyaslandığında en yüksek sonuç K1 gübresinde tespit edilmiştir. Ayrıca katı gübreler sıvı gübrelerden daha fazla (%21'lere ulaşan miktarlarda) kafein içermektedir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun kafein miktarı, hem katı hem de sıvı gübrelere göre sırasıyla %20 ve %4'lere varan oranlarda azalmıştır. Musadağı lokasyonunda 2018 ve 2019 yıllarında en yüksek kafein miktarları birinci hasat dönemlerinde (14.79 ve 15.84 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Musadağı lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde kafein miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen kafein miktarı ilk yıla (13.67 mg/g) göre ikinci yılda (12.83 mg/g) %6 civarında azalmıştır.

**Çizelge 4.28** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	14.15 <sup>fg<sup>h</sup>*</sup>	11.57 <sup>op</sup>	11.32 <sup>op</sup>	12.34 <sup>gh</sup>	13.25 <sup>l</sup>	10.67 <sup>r</sup>	8.43 <sup>t</sup>	10.78 <sup>k</sup>	13.70 <sup>h</sup>	11.12 <sup>l</sup>	9.88 <sup>m</sup>	11.56 <sup>g</sup>
<b>İnorganik G.</b>	15.44 <sup>d</sup>	14.72 <sup>e</sup>	14.03 <sup>gh<sup>l</sup></sup>	14.73 <sup>e</sup>	19.37 <sup>a</sup>	14.07 <sup>fg<sup>h</sup></sup>	11.63 <sup>op</sup>	15.02 <sup>b</sup>	17.41 <sup>a</sup>	14.40 <sup>fg</sup>	12.83 <sup>i</sup>	14.88 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	17.40 <sup>b</sup>	16.30 <sup>c</sup>	15.62 <sup>d</sup>	16.44 <sup>a</sup>	15.64 <sup>d</sup>	13.48 <sup>jk<sup>l</sup></sup>	9.92 <sup>s</sup>	13.01 <sup>f</sup>	16.52 <sup>b</sup>	14.89 <sup>d</sup>	12.77 <sup>i</sup>	14.73 <sup>b</sup>
<b>K2</b>	14.33 <sup>efg</sup>	13.74 <sup>hjk</sup>	13.27 <sup>kl</sup>	13.78 <sup>e</sup>	17.25 <sup>b</sup>	15.41 <sup>d</sup>	11.17 <sup>pq</sup>	14.61 <sup>e</sup>	15.79 <sup>c</sup>	14.57 <sup>ef</sup>	12.22 <sup>j</sup>	14.19 <sup>d</sup>
<b>K3</b>	15.45 <sup>d</sup>	14.52 <sup>ef</sup>	13.76 <sup>hij</sup>	14.57 <sup>e</sup>	16.67 <sup>c</sup>	15.41 <sup>d</sup>	10.78 <sup>uqr</sup>	14.28 <sup>d</sup>	16.06 <sup>c</sup>	14.96 <sup>d</sup>	12.27 <sup>j</sup>	14.43 <sup>c</sup>
<b>S1</b>	14.35 <sup>efg</sup>	12.49 <sup>m</sup>	11.76 <sup>no</sup>	12.86 <sup>f</sup>	15.25 <sup>d</sup>	12.36 <sup>m</sup>	7.31 <sup>u</sup>	11.64 <sup>ij</sup>	14.80 <sup>de</sup>	12.42 <sup>j</sup>	9.53 <sup>n</sup>	12.25 <sup>e</sup>
<b>S2</b>	13.60 <sup>ijkl</sup>	12.54 <sup>m</sup>	11.32 <sup>op</sup>	12.48 <sup>g</sup>	14.71 <sup>e</sup>	12.22 <sup>mn</sup>	8.68 <sup>t</sup>	11.87 <sup>l</sup>	14.15 <sup>g</sup>	12.38 <sup>j</sup>	10.00 <sup>m</sup>	12.18 <sup>e</sup>
<b>S+K</b>	13.63 <sup>ijkl</sup>	11.58 <sup>op</sup>	11.18 <sup>pq</sup>	12.13 <sup>h</sup>	14.63 <sup>e</sup>	12.12 <sup>mn</sup>	7.57 <sup>u</sup>	11.44 <sup>i</sup>	14.13 <sup>g</sup>	11.85 <sup>k</sup>	9.38 <sup>n</sup>	11.78 <sup>f</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	14.79 <sup>b</sup>	13.43 <sup>c</sup>	12.78 <sup>e</sup>	<b>13.67A</b>	15.84 <sup>a</sup>	13.21 <sup>d</sup>	9.43 <sup>f</sup>	<b>12.83B</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									15.32A	13.32B	11.11C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu



Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Ortapazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının kafein miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.29'da, kafein miktarları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Ortapazar lokasyonunda kafein miktarında yıllar arasındaki farklılığın önemli ( $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi etkilerinin istatistiki anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.29** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	0.33	0.33	9.73*
Blok (Yıl)	4	0.16	0.04	1.23
Gübre	7	69.60	9.94	291.91**
Hasat Dönemi	2	223.82	111.91	3285.34**
Yıl*Gübre	7	6.69	0.95	28.07**
Yıl*Hasat Dönemi	2	81.24	40.62	1192.50**
Gübre*Hasat Dönemi	14	48.41	3.45	101.52**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	18.11	1.29	37.98**
Hata	92	3.13	0.03	
Genel	143	451.53		

(\*)  $p<0.05$ , (\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.30 incelendiğinde; Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen kafein miktarı için en yüksek sonuç inorganik gübrede tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin kafein miktarı, katı gübrelere göre %9.5, sıvı gübrelere göre %17'ye ulaşan oranlarda ve sıvı+katı kombinasyonuna göre ise %8.3 civarında artmıştır. Gübreleme yapılmayanlara göre kafein miktarı; inorganik gübrede %16, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %7 civarında daha fazla iken katı gübrelere %7.7'ye, sıvı gübrelere ise %5'e varan miktarlarda artış

kaydedilmiştir. Katı gübreler kafein miktarı açısından birbirleriyle karşılaştırıldığında, K2 gübresinin kafein miktarı diğer katı gübrelerden %1.6 oranında daha yüksektir. Ayrıca K1 ve K3 gübrelerinin aynı miktarda kafein içerdikleri saptanmıştır. Sıvı gübreler kafein miktarı bakımından birbirleriyle karşılaştırıldığında S1 gübresine göre S2 gübresinin kafein miktarında %5.7 artış kaydedilmiştir. Sıvı ve katı gübreler birbirleriyle kıyaslandığında sıvı gübrelerin kafein miktarı katı gübrelere nazaran %8'lere ulaşan oranlarda azalmıştır. Sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilen kafein miktarı K2 gübresine göre azalırken diğer katı gübrelere göre artmıştır. Aynı zamanda sıvı+katı gübre kombinasyonunun kafein miktarı sıvı gübrelerden %8 civarında daha yüksektir. Ortapazar lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yılları için en yüksek kafein miktarları birinci hasat dönemlerinde (15.97 ve 16.55 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Ortapazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde kafein miktarları yıllar itibarıyla önemli ( $p<0.05$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen kafein miktarı ilk yıla (15.17 mg/g) göre ikinci yılda (15.08 mg/g) %0.5 azalmıştır.

**Çizelge 4.30** Ortopazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kafein Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	14.38 <sup>lm*</sup>	14.45 <sup>lm</sup>	14.75 <sup>klm</sup>	14.52 <sup>i</sup>	15.59 <sup>hi</sup>	15.47 <sup>ij</sup>	11.12 <sup>r</sup>	14.06 <sup>i</sup>	14.98 <sup>gh</sup>	14.96 <sup>hi</sup>	12.94 <sup>m</sup>	14.29 <sup>e</sup>
<b>İnorganik G.</b>	16.35 <sup>defg</sup>	16.89 <sup>bcd</sup>	15.82 <sup>ghi</sup>	16.35 <sup>b</sup>	18.53 <sup>a</sup>	18.57 <sup>a</sup>	13.33 <sup>o</sup>	16.81 <sup>a</sup>	17.44 <sup>ab</sup>	17.73 <sup>a</sup>	14.58 <sup>i</sup>	16.58 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	15.46 <sup>ij</sup>	14.71 <sup>klm</sup>	15.23 <sup>ijk</sup>	15.13 <sup>efg</sup>	16.24 <sup>efg</sup>	16.88 <sup>bcd</sup>	12.30 <sup>q</sup>	15.14 <sup>efg</sup>	15.85 <sup>de</sup>	15.7de	13.76 <sup>jk</sup>	15.14 <sup>cd</sup>
<b>K2</b>	17.08 <sup>bc</sup>	14.51 <sup>lm</sup>	14.23 <sup>mn</sup>	15.27 <sup>edef</sup>	17.41 <sup>b</sup>	16.41 <sup>defg</sup>	12.71 <sup>pq</sup>	15.51 <sup>e</sup>	17.24 <sup>b</sup>	15.46 <sup>ef</sup>	13.47 <sup>klmnop</sup>	15.39 <sup>b</sup>
<b>K3</b>	17.31 <sup>b</sup>	14.66 <sup>klm</sup>	14.14 <sup>mn</sup>	15.37 <sup>cde</sup>	16.31 <sup>defg</sup>	16.09 <sup>fgh</sup>	12.33 <sup>q</sup>	14.91 <sup>gh</sup>	16.81 <sup>c</sup>	15.37 <sup>fg</sup>	13.23 <sup>lm</sup>	15.14 <sup>cd</sup>
<b>S1</b>	13.73 <sup>no</sup>	15.22 <sup>ijk</sup>	14.88 <sup>ikl</sup>	14.61 <sup>hi</sup>	14.16 <sup>mn</sup>	14.51 <sup>lm</sup>	12.50 <sup>q</sup>	13.72 <sup>k</sup>	13.94 <sup>j</sup>	14.86 <sup>hi</sup>	13.69 <sup>jk</sup>	14.16 <sup>e</sup>
<b>S2</b>	16.17 <sup>fgh</sup>	15.41 <sup>ij</sup>	13.28 <sup>op</sup>	14.95 <sup>g</sup>	16.84 <sup>bcd</sup>	16.66 <sup>cdef</sup>	11.55 <sup>r</sup>	15.02 <sup>fg</sup>	16.51 <sup>c</sup>	16.04 <sup>d</sup>	12.41 <sup>n</sup>	14.98 <sup>d</sup>
<b>S+K</b>	17.28 <sup>b</sup>	14.70 <sup>klm</sup>	13.50 <sup>o</sup>	15.16 <sup>defg</sup>	17.37 <sup>b</sup>	16.42 <sup>defg</sup>	12.56 <sup>q</sup>	15.45 <sup>cd</sup>	17.32 <sup>b</sup>	15.56 <sup>ef</sup>	13.03 <sup>m</sup>	15.30 <sup>bc</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	15.97 <sup>c</sup>	15.07 <sup>d</sup>	14.48 <sup>e</sup>	<b>15.17A</b>	16.55 <sup>a</sup>	16.37 <sup>b</sup>	12.30 <sup>f</sup>	<b>15.08B</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									16.26A	15.72B	13.39C	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

#### 4.7 Kateşin (C) Miktarı

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Pazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının kateşin miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.31’de, kateşin miktarları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Pazar lokasyonunda kateşin miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistikî anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.31** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	5.31302	5.31302	66933.20**
Blok (Yıl)	4	0.00009	0.00002	0.30
Gübre	7	1.65231	0.23604	2973.67**
Hasat Dönemi	2	1.42397	0.71198	8969.58**
Yıl*Gübre	7	1.83407	0.26201	3300.79**
Yıl*Hasat Dönemi	2	0.02003	0.01001	126.21**
Gübre*Hasat Dönemi	14	0.32803	0.02343	295.18**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	0.49966	0.03569	449.62**
Hata	92	0.00730	0.00007	
Genel	143	11.07852		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.32’de verilen bulgulara göre; Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen kateşin miktarı için en yüksek sonuç inorganik gübreden elde edilmiştir. İnorganik gübrenin kateşin miktarı, katı gübrelere göre %3.8-12.5 aralığında ve sıvı gübrelere göre %10’a ulaşan miktarlarda artmıştır. Bunun yanı sıra inorganik gübrenin kateşin miktarı sıvı+katı gübre kombinasyonundan

%11 civarında daha yüksektir. Gübreleme yapılmayanlara göre kateşin miktarı; inorganik gübrede %52, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %36 civarında yüksek iken katı gübrelerde %46'ya, sıvı gübrelerde %48'e ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler kendi aralarında karşılaştırıldığında kateşin miktarlarındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiş ve K2 gübresinin kateşin miktarı K1 (%8) ve K3 (%5) gübrelerinden daha yüksek bulunmuştur. Sıvı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında S2 gübresinin kateşin miktarı S1 gübresinden (%7) daha yüksektir. Buna ilaveten S2 gübresinin kateşin miktarı katı gübrelere göre % 9'a ulaşan miktarlarda artmıştır. Sıvı+katı gübre kombinasyonu ve K1 gübresi kateşin miktarı üzerine aynı seviyede etki etmektedir. Ek olarak sıvı+katı gübre kombinasyonunun kateşin miktarı, diğer katı gübreler ile sıvı gübrelere kıyasla %1 ila %7 arasında değişen oranlarda azalmıştır. Pazar lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yılları için en yüksek kateşin miktarları birinci hasat dönemlerinde (0.89 ve 1.29 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Pazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde kateşin miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen kateşin miktarı ilk yıla (0.78 mg/g) kıyasla ikinci yılda (1.16 mg/g) %48.7 civarında artmıştır.

**Çizelge 4.32** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	0.68 <sup>uv*</sup>	0.57 <sup>x</sup>	0.43 <sup>y</sup>	0.56 <sup>i</sup>	0.83 <sup>o</sup>	0.71 <sup>t</sup>	1.03 <sup>l</sup>	0.86 <sup>g</sup>	0.75 <sup>n</sup>	0.64 <sup>p</sup>	0.73 <sup>o</sup>	0.71 <sup>f</sup>
<b>İnorganik G.</b>	0.96 <sup>m</sup>	0.83 <sup>o</sup>	0.75 <sup>qr</sup>	0.85 <sup>g</sup>	1.48 <sup>c</sup>	1.41 <sup>de</sup>	1.03 <sup>l</sup>	1.30 <sup>b</sup>	1.22 <sup>a</sup>	1.12 <sup>c</sup>	0.89 <sup>j</sup>	1.08 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	1.13 <sup>ij</sup>	0.88 <sup>n</sup>	0.72 <sup>st</sup>	0.91 <sup>f</sup>	1.15 <sup>i</sup>	1.03 <sup>l</sup>	0.87 <sup>n</sup>	1.01 <sup>d</sup>	1.14 <sup>b</sup>	0.95 <sup>i</sup>	0.79 <sup>m</sup>	0.96 <sup>e</sup>
<b>K2</b>	0.83 <sup>o</sup>	0.72 <sup>rst</sup>	0.68 <sup>uv</sup>	0.74 <sup>h</sup>	1.61 <sup>a</sup>	1.38 <sup>ef</sup>	1.05 <sup>kl</sup>	1.35 <sup>a</sup>	1.22 <sup>a</sup>	1.05 <sup>f</sup>	0.86 <sup>kl</sup>	1.04 <sup>b</sup>
<b>K3</b>	0.70 <sup>w</sup>	0.63 <sup>w</sup>	0.57 <sup>x</sup>	0.63 <sup>l</sup>	1.52 <sup>b</sup>	1.41 <sup>d</sup>	1.13 <sup>ij</sup>	1.35 <sup>a</sup>	1.11 <sup>c</sup>	1.02 <sup>g</sup>	0.85 <sup>l</sup>	0.99 <sup>c</sup>
<b>S1</b>	0.78 <sup>p</sup>	0.74 <sup>qrs</sup>	0.67 <sup>v</sup>	0.73 <sup>h</sup>	1.37 <sup>f</sup>	1.24 <sup>h</sup>	1.07 <sup>k</sup>	1.23 <sup>e</sup>	1.08 <sup>de</sup>	0.99 <sup>h</sup>	0.87 <sup>k</sup>	0.98 <sup>d</sup>
<b>S2</b>	0.94 <sup>m</sup>	0.87 <sup>n</sup>	0.76 <sup>pq</sup>	0.86 <sup>g</sup>	1.31 <sup>g</sup>	1.26 <sup>h</sup>	1.14 <sup>ij</sup>	1.24 <sup>e</sup>	1.12 <sup>bc</sup>	1.07 <sup>ef</sup>	0.95 <sup>i</sup>	1.05 <sup>b</sup>
<b>S+K</b>	1.11 <sup>j</sup>	0.95 <sup>m</sup>	0.82 <sup>o</sup>	0.96 <sup>e</sup>	1.07 <sup>k</sup>	0.96 <sup>m</sup>	0.88 <sup>n</sup>	0.97 <sup>e</sup>	1.09 <sup>d</sup>	0.96 <sup>i</sup>	0.85 <sup>kl</sup>	0.97 <sup>e</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	0.89 <sup>d</sup>	0.77 <sup>e</sup>	0.67 <sup>f</sup>	<b>0.78B</b>	1.29 <sup>a</sup>	1.18 <sup>b</sup>	1.02 <sup>c</sup>	<b>1.16A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									1.09A	0.97B	0.85C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Musadağı lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının kateşin miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.33’de, kateşin miktarları Çizelge 4.34’de verilmiştir. Musadağı lokasyonunda kateşin miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiksel açıdan çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.33** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
<b>Yıl</b>	1	0.38854	0.38854	3438.96**
<b>Blok (Yıl)</b>	4	0.00027	0.00006	0.60
<b>Gübre</b>	7	1.81462	0.25923	2294.43**
<b>Hasat Dönemi</b>	2	1.67735	0.83867	7423.01**
<b>Yıl*Gübre</b>	7	0.19165	0.02737	242.33**
<b>Yıl*Hasat Dönemi</b>	2	0.11460	0.05730	507.18**
<b>Gübre*Hasat Dönemi</b>	14	0.11502	0.00821	72.72**
<b>Yıl*Gübre* Hasat Dönemi</b>	14	0.09612	0.00686	60.77**
<b>Hata</b>	92	0.01039	0.00011	
<b>Genel</b>	143	4.40860		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

İlgili çizelgelere göre; Musadağı lokasyonunda gübre uygulamalarından 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen kateşin miktarı için en yüksek sonuç 2 numaralı katı gübrede (K2) tespit edilmiştir. İnorganik gübrede, K2 gübresi haricindeki diğer gübrelere göre daha yüksek miktarlarda kateşin saptanmıştır. Gübreleme yapılmayanlara göre kateşin miktarı; inorganik gübrede %57, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %54 civarında daha yüksek iken katı gübrelerde %58.7’ye, sıvı gübrelerde ise %52’ye ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler kateşin

miktarı açısından kendi aralarında karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiş, K2 gübresinin diğer katı gübrelere kıyasla %15 civarında daha fazla kateşin içerdiği belirlenmiştir. Sıvı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında S1 gübresine kıyasla S2 gübresinin kateşin miktarı (%5.4) artmıştır. Buna ilaveten, sıvı gübreler ve katı gübreler kateşin miktarı bakımından kıyaslandığında S2 gübresi yalnızca K2 gübresinin gerisinde kalırken, S1 gübresinin kateşin miktarı K3 gübresine göre daha yüksektir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunda, K2 haricindeki diğer katı gübrelere göre daha fazla kateşin miktarı tespit edilmiştir. Bu durumun yanı sıra sıvı+katı kombinasyonu sıvı gübrelerle kıyaslandığında, S1 gübresine göre kateşin miktarı %6.5 civarında artış gösterirken S2 gübresinin kateşin miktarı üzerine etkisi sıvı+katı gübre kombinasyonundan farksızdır. Musadağı lokasyonunda 2018 ve 2019 yıllarında en yüksek kateşin miktarları birinci hasat dönemlerinde (0.96 ve 1.13 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Musadağı lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde kateşin miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen kateşin miktarı ilk yıla (0.85 mg/g) göre ikinci yılda (0.96 mg/g) %13 civarında artmıştır.



**Çizelge 4.34** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	0.64 <sup>u*</sup>	0.56 <sup>v</sup>	0.52 <sup>w</sup>	0.58 <sup>l</sup>	0.81 <sup>no</sup>	0.68 <sup>t</sup>	0.56 <sup>vw</sup>	0.68 <sup>k</sup>	0.73 <sup>l</sup>	0.62 <sup>m</sup>	0.54 <sup>n</sup>	0.63 <sup>g</sup>
<b>İnorganik G.</b>	1.01 <sup>g</sup>	0.92 <sup>j</sup>	0.82 <sup>mn</sup>	0.92 <sup>g</sup>	1.28 <sup>b</sup>	1.03 <sup>g</sup>	0.86 <sup>kl</sup>	1.06 <sup>b</sup>	1.15 <sup>a</sup>	0.97 <sup>f</sup>	0.84 <sup>i</sup>	0.99 <sup>b</sup>
<b>K1</b>	1.04 <sup>g</sup>	0.88 <sup>k</sup>	0.78 <sup>op</sup>	0.90 <sup>h</sup>	1.22 <sup>c</sup>	0.93 <sup>ij</sup>	0.74 <sup>qrs</sup>	0.96 <sup>ef</sup>	1.13 <sup>a</sup>	0.91 <sup>h</sup>	0.76 <sup>jk</sup>	0.93 <sup>d</sup>
<b>K2</b>	0.95 <sup>hij</sup>	0.87 <sup>kl</sup>	0.81 <sup>no</sup>	0.88 <sup>i</sup>	1.35 <sup>a</sup>	1.17 <sup>d</sup>	0.86 <sup>kl</sup>	1.13 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	1.02 <sup>de</sup>	0.83 <sup>i</sup>	1.00 <sup>a</sup>
<b>K3</b>	1.01 <sup>g</sup>	0.85 <sup>klm</sup>	0.77 <sup>pq</sup>	0.88 <sup>i</sup>	1.03 <sup>g</sup>	0.84 <sup>lmn</sup>	0.72 <sup>s</sup>	0.86 <sup>i</sup>	1.02 <sup>e</sup>	0.85 <sup>i</sup>	0.75 <sup>kl</sup>	0.87 <sup>f</sup>
<b>S1</b>	0.95 <sup>hij</sup>	0.84 <sup>lmn</sup>	0.73 <sup>rs</sup>	0.84 <sup>i</sup>	1.14 <sup>e</sup>	0.97 <sup>h</sup>	0.82 <sup>mn</sup>	0.98 <sup>de</sup>	1.04 <sup>cd</sup>	0.91 <sup>h</sup>	0.78 <sup>j</sup>	0.91 <sup>e</sup>
<b>S2</b>	1.02 <sup>g</sup>	0.93 <sup>ij</sup>	0.77 <sup>pqr</sup>	0.90 <sup>gh</sup>	1.16 <sup>de</sup>	0.97 <sup>h</sup>	0.92 <sup>j</sup>	1.01 <sup>e</sup>	1.09 <sup>b</sup>	0.95 <sup>g</sup>	0.84 <sup>i</sup>	0.96 <sup>c</sup>
<b>S+K</b>	1.03 <sup>g</sup>	0.94 <sup>hij</sup>	0.88 <sup>k</sup>	0.95 <sup>f</sup>	1.08 <sup>f</sup>	0.96 <sup>hi</sup>	0.92 <sup>j</sup>	0.99 <sup>d</sup>	1.05 <sup>c</sup>	0.95 <sup>g</sup>	0.90 <sup>h</sup>	0.97 <sup>c</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	0.96 <sup>b</sup>	0.85 <sup>d</sup>	0.76 <sup>f</sup>	<b>0.85B</b>	1.13 <sup>a</sup>	0.94 <sup>c</sup>	0.80 <sup>e</sup>	<b>0.96A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									1.04A	0.90B	0.78C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Ortapazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının kateşin miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.35’de, kateşin miktarları Çizelge 4.36’da verilmiştir. Ortapazar lokasyonunda kateşin miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiki anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.35** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
<b>Yıl</b>	1	0.33158	0.33158	8213.95**
<b>Blok (Yıl)</b>	4	0.00021	0.00005	1.35
<b>Gübre</b>	7	0.68796	0.09828	2434.58**
<b>Hasat Dönemi</b>	2	1.63446	0.81723	20244.42**
<b>Yıl*Gübre</b>	7	0.12848	0.01835	454.69**
<b>Yıl*Hasat Dönemi</b>	2	0.00076	0.00038	9.51**
<b>Gübre*Hasat Dönemi</b>	14	0.01702	0.00121	30.11**
<b>Yıl*Gübre* Hasat Dönemi</b>	14	0.03120	0.00222	55.22**
<b>Hata</b>	92	0.00371	0.00004	
<b>Genel</b>	143	2.83543		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.36 incelendiğinde; Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen kateşin miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre uygulamasında tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin kateşin miktarı, katı gübrelere göre %9’a, sıvı gübrelere göre %5’e ulaşan oranlarda artarken sıvı+katı kombinasyonuna göre ise %2 civarında azalmıştır. Gübreleme yapılmayanlara göre kateşin miktarı; inorganik gübrede %36, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %40 civarında daha fazla iken katı gübrelere %30’a, sıvı gübrelere ise %35’e varan

miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında, en yüksek kateşin miktarı K3 gübresinde elde edilirken onu sırasıyla K1 ve K2 gübreleri takip etmiştir. Sıvı gübreler kendi aralarında kıyaslandığında S2 gübresine göre S1 gübresinin kateşin miktarında %4 civarında artış kaydedilmiştir. Sıvı ve katı gübreler birbirleriyle kıyaslandığında sıvı gübrelerin kateşin miktarı katı gübrelerden %8'e varan oranlarda daha yüksektir. Bu durumun yanı sıra S2 ve K3 gübreleri aynı oranda kateşin miktarı üzerine etkilidir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun kateşin miktarı katı gübrelere göre %12'ye, sıvı gübrelere göre %7.6'ya ulaşan seviyelerde artmıştır. Ortapazar lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yılları için en yüksek kateşin miktarları birinci hasat dönemlerinde (0.86 ve 0.96 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Ortapazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde kateşin miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen kateşin miktarı ilk yıla (0.72 mg/g) göre ikinci yılda (0.82 mg/g) %14 civarında artmıştır.

**Çizelge 4.36** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Kateşin (C) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	0.72 <sup>qr*</sup>	0.58 <sup>w</sup>	0.44 <sup>z</sup>	0.58 <sup>l</sup>	0.75 <sup>nop</sup>	0.61 <sup>v</sup>	0.51 <sup>y</sup>	0.62 <sup>k</sup>	0.73 <sup>j</sup>	0.59 <sup>o</sup>	0.48 <sup>p</sup>	0.60 <sup>g</sup>
<b>İnorganik G.</b>	0.90 <sup>fg</sup>	0.75 <sup>nop</sup>	0.67 <sup>t</sup>	0.78 <sup>f</sup>	1.03 <sup>bc</sup>	0.83 <sup>jk</sup>	0.75 <sup>op</sup>	0.87 <sup>b</sup>	0.97 <sup>b</sup>	0.79 <sup>g</sup>	0.71 <sup>k</sup>	0.82 <sup>b</sup>
<b>K1</b>	0.95 <sup>d</sup>	0.73 <sup>pq</sup>	0.60 <sup>v</sup>	0.76 <sup>g</sup>	0.87 <sup>hi</sup>	0.75 <sup>nop</sup>	0.67 <sup>tu</sup>	0.76 <sup>g</sup>	0.91 <sup>d</sup>	0.74 <sup>ij</sup>	0.63 <sup>n</sup>	0.76 <sup>e</sup>
<b>K2</b>	0.83 <sup>kl</sup>	0.66 <sup>tu</sup>	0.55 <sup>x</sup>	0.68 <sup>i</sup>	0.94 <sup>de</sup>	0.81 <sup>l</sup>	0.73 <sup>pq</sup>	0.83 <sup>d</sup>	0.88 <sup>e</sup>	0.73 <sup>j</sup>	0.64 <sup>n</sup>	0.75 <sup>f</sup>
<b>K3</b>	0.85 <sup>ij</sup>	0.70 <sup>rs</sup>	0.61 <sup>v</sup>	0.72 <sup>h</sup>	1.01 <sup>c</sup>	0.81 <sup>l</sup>	0.71 <sup>r</sup>	0.84 <sup>e</sup>	0.93 <sup>c</sup>	0.75 <sup>hi</sup>	0.66 <sup>m</sup>	0.78 <sup>d</sup>
<b>S1</b>	0.84 <sup>jk</sup>	0.68 <sup>st</sup>	0.61 <sup>v</sup>	0.71 <sup>l</sup>	1.08 <sup>a</sup>	0.88 <sup>h</sup>	0.76 <sup>mno</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.96 <sup>b</sup>	0.78 <sup>g</sup>	0.68 <sup>l</sup>	0.81 <sup>c</sup>
<b>S2</b>	0.87 <sup>hi</sup>	0.75 <sup>nop</sup>	0.66 <sup>tu</sup>	0.76 <sup>g</sup>	0.91 <sup>f</sup>	0.78 <sup>m</sup>	0.71 <sup>r</sup>	0.80 <sup>e</sup>	0.89 <sup>e</sup>	0.77 <sup>h</sup>	0.69 <sup>l</sup>	0.78 <sup>d</sup>
<b>S+K</b>	0.92 <sup>f</sup>	0.77 <sup>mn</sup>	0.65 <sup>u</sup>	0.78 <sup>f</sup>	1.05 <sup>b</sup>	0.88 <sup>gh</sup>	0.77 <sup>mn</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.83 <sup>f</sup>	0.71 <sup>k</sup>	0.84 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	0.86 <sup>b</sup>	0.70 <sup>d</sup>	0.60 <sup>e</sup>	<b>0.72B</b>	0.96 <sup>a</sup>	0.79 <sup>c</sup>	0.70 <sup>d</sup>	<b>0.82A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									0.91A	0.75B	0.65C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyon

#### 4.8 Epikateşin (EC) Miktarı

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Pazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının EC miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.37’de, EC miktarları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Pazar lokasyonunda EC miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistikî anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.37** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	0.35502	0.35502	18.25**
Blok (Yıl)	4	0.00998	0.00249	0.12
Gübre	7	114.11346	16.30192	838.10**
Hasat Dönemi	2	78.46533	39.23267	2017.00**
Yıl*Gübre	7	16.59550	2.37079	121.88**
Yıl*Hasat Dönemi	2	57.91285	28.95643	1488.68**
Gübre*Hasat Dönemi	14	12.92409	0.92315	47.46**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	12.86202	0.91872	47.23**
Hata	92	1.78949	0.01945	
Genel	143	295.02773		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.38’de verilen bulgulara göre; Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen EC miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilmiştir. İnorganik gübrenin EC miktarı, katı gübrelere göre %14 ila %30 aralığında ve sıvı gübrelere göre %11’e ulaşan miktarlarda artmıştır. Bunun yanı sıra inorganik gübrenin EC miktarı sıvı+katı gübre kombinasyonuna göre %4 civarında azalmıştır. Gübreleme yapılmayanlara göre EC

miktarı; inorganik gübrede %63, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %70 civarında daha yüksek iken katı gübrelerde %42'ye, sıvı gübrelerde %49'a ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler kendi aralarında karşılaştırıldığında EC miktarlarındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiş ve K1 gübresinin EC miktarı K2 (%13) ve K3 (%4.7) gübrelerinden daha yüksek bulunmuştur. Sıvı gübreler birbirleriyle kıyaslandığında EC miktarı üzerine etkilerinin birbirlerinden farklı olmadığı belirlenmiştir. Buna ilaveten sıvı gübrelerin EC miktarı katı gübrelerden %18'e varan oranlarda daha yüksek bulunmuştur. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun EC miktarı, katı gübrelere göre %35'e, sıvı gübrelere göre %6'ya ulaşan miktarlarda artmıştır. Pazar lokasyonunda denemenin ilk yılında en yüksek EC miktarı birinci hasat döneminde (7.15 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Denemenin yürütüldüğü ikinci yılda ise en yüksek EC miktarı ikinci hasat döneminde (7.52 mg/g) belirlenirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri izlemiştir. Pazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde EC miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen EC miktarı ilk yıla (6.09 mg/g) kıyasla ikinci yılda (6.19 mg/g) %1.6 civarında artmıştır.

**Çizelge 4.38** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	5.36 <sup>qrst*</sup>	4.73 <sup>vwny</sup>	3.71 <sup>\</sup>	4.60 <sup>i</sup>	3.58 <sup>\</sup>	4.78 <sup>vwny</sup>	3.87 <sup>\</sup>	4.07 <sup>k</sup>	4.47 <sup>n</sup>	4.76 <sup>lmn</sup>	3.79 <sup>o</sup>	4.34 <sup>g</sup>
<b>İnorganik G.</b>	7.71 <sup>def</sup>	7.30 <sup>f</sup>	5.64 <sup>opqr</sup>	6.89 <sup>e</sup>	6.82 <sup>g</sup>	8.63 <sup>b</sup>	6.25 <sup>ijklm</sup>	7.23 <sup>b</sup>	7.27 <sup>c</sup>	7.97 <sup>b</sup>	5.95 <sup>fg</sup>	7.06 <sup>b</sup>
<b>K1</b>	8.49 <sup>bc</sup>	7.44 <sup>ef</sup>	4.63 <sup>wxyz</sup>	6.85 <sup>e</sup>	4.87 <sup>uvw</sup>	6.44 <sup>ghijk</sup>	5.08 <sup>stuvw</sup>	5.46 <sup>h</sup>	6.68 <sup>d</sup>	6.94 <sup>d</sup>	4.85 <sup>lm</sup>	6.16 <sup>d</sup>
<b>K2</b>	6.10 <sup>klmno</sup>	5.33 <sup>rstu</sup>	4.18 <sup>z</sup>	5.20 <sup>i</sup>	4.64 <sup>wxyz</sup>	6.14 <sup>ijklm</sup>	6.32 <sup>hijkl</sup>	5.70 <sup>g</sup>	5.37 <sup>ij</sup>	5.73 <sup>gh</sup>	5.25 <sup>jk</sup>	5.45 <sup>f</sup>
<b>K3</b>	6.69 <sup>ghi</sup>	5.82 <sup>mn</sup>	4.33 <sup>yz</sup>	5.61 <sup>gh</sup>	5.76 <sup>nopqr</sup>	7.84 <sup>de</sup>	4.81 <sup>vwx</sup>	6.14 <sup>ef</sup>	6.23 <sup>ef</sup>	6.83 <sup>d</sup>	4.57 <sup>mn</sup>	5.88 <sup>e</sup>
<b>S1</b>	7.49 <sup>ef</sup>	6.38 <sup>ghijk</sup>	5.13 <sup>stuv</sup>	6.33 <sup>de</sup>	5.89 <sup>lmnop</sup>	8.43 <sup>bc</sup>	4.94 <sup>uvw</sup>	6.42 <sup>d</sup>	6.69 <sup>d</sup>	7.40 <sup>c</sup>	5.03 <sup>kl</sup>	6.37 <sup>c</sup>
<b>S2</b>	7.29 <sup>f</sup>	6.24 <sup>ijklm</sup>	4.55 <sup>xyz</sup>	6.02 <sup>f</sup>	5.44 <sup>pqrs</sup>	8.56 <sup>bc</sup>	6.68 <sup>ghi</sup>	6.89 <sup>e</sup>	6.37 <sup>e</sup>	7.40 <sup>c</sup>	5.61 <sup>hi</sup>	6.46 <sup>c</sup>
<b>S+K</b>	8.10 <sup>cd</sup>	7.64 <sup>def</sup>	5.83 <sup>mnpq</sup>	7.19 <sup>b</sup>	6.78 <sup>gh</sup>	9.36 <sup>a</sup>	6.60 <sup>ghij</sup>	7.58 <sup>a</sup>	7.44 <sup>c</sup>	8.50 <sup>a</sup>	6.21 <sup>ef</sup>	7.38 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	7.15b	6.36c	4.75f	<b>6.09B</b>	5.47e	7.52a	5.57d	<b>6.19A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									6.31B	6.94A	5.16C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Musadağı lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının EC miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.39'da, EC miktarları Çizelge 4.40'da verilmiştir. Musadağı lokasyonunda EC miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi etkilerinin istatistiksel anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.39** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	170.5418	170.5418	15135.55**
Blok (Yıl)	4	0.1341	0.0335	2.97*
Gübre	7	106.6931	15.2419	1352.71**
Hasat Dönemi	2	90.7157	45.3579	4025.50**
Yıl*Gübre	7	8.6569	1.2367	109.75**
Yıl*Hasat Dönemi	2	60.4879	30.2440	2684.14**
Gübre*Hasat Dönemi	14	5.7287	0.4092	36.31**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	6.4450	0.4604	40.85**
Hata	92	1.0366	0.0112	
Genel	143	450.4402		

(\*)  $p<0.05$ , (\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

İlgili çizelgelere göre; Musadağı lokasyonunda gübre uygulamalarından 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen EC miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre kombinasyonunda tespit edilmiştir. İnorganik gübre ile K1 gübresi arasında fark olmakla birlikte K1 gübresinin EC miktarı üzerine etkisi inorganik gübreden farksızdır. Ayrıca, inorganik gübrenin EC miktarı diğer katı gübrelere göre %20'ye, sıvı gübrelere göre %7'ye ulaşan oranlarda artarken sıvı+katı kombinasyonuna göre ise %5 civarında azalmıştır. Gübreleme yapılmayanlara göre EC miktarı; inorganik



gübrede %50, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %59 civarında daha yüksek iken katı gübrelerde %50'ye, sıvı gübrelerde ise %46.7'ye ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler EC miktarı açısından kendi aralarında karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiş, K1 gübresinin diğer katı gübrelere kıyasla %19'a varan oranlarda daha fazla EC içerdiği belirlenmiştir. Sıvı gübreler birbirleriyle kıyaslandığında S1 gübresine kıyasla S2 gübresinin EC miktarı %4 civarında artmıştır. Buna ilaveten, sıvı ve katı gübreler EC miktarı için incelendiğinde en yüksek sonuç K1 gübresinde elde edilirken diğer katı gübreler EC miktarı bakımından sıvı gübrelerin gerisinde kalmıştır. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun EC miktarı katı gübrelerden %6 ila %27 aralığında ve sıvı gübrelerden %13'e varan oranlarda daha yüksektir. Musadağı lokasyonunda 2018 yılında en yüksek EC miktarı birinci hasat döneminde (7.60 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında ise en yüksek EC miktarı ikinci hasat döneminde (9.36 mg/g) belirlenirken bunu sırasıyla birinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Musadağı lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde EC miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen EC miktarı ilk yıla (5.71 mg/g) göre ikinci yılda (7.89 mg/g) %38 civarında artmıştır.

**Çizelge 4.40** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	5.27 <sup>st*</sup>	3.83 <sup>x</sup>	3.27 <sup>y</sup>	4.12 <sup>k</sup>	5.52 <sup>qrs</sup>	6.81 <sup>jkl</sup>	4.84 <sup>uv</sup>	5.72 <sup>i</sup>	5.39 <sup>kl</sup>	5.32 <sup>l</sup>	4.05 <sup>m</sup>	4.92 <sup>g</sup>
<b>İnorganik G.</b>	7.52 <sup>hi</sup>	6.47 <sup>lmn</sup>	5.33 <sup>rst</sup>	6.44 <sup>g</sup>	8.16 <sup>ef</sup>	9.55 <sup>c</sup>	7.45 <sup>t</sup>	8.39 <sup>d</sup>	7.84 <sup>cd</sup>	8.01 <sup>bc</sup>	6.39 <sup>hi</sup>	7.41 <sup>b</sup>
<b>K1</b>	7.91 <sup>fg</sup>	5.28 <sup>st</sup>	4.52 <sup>vw</sup>	5.91 <sup>h</sup>	8.14 <sup>ef</sup>	10.50 <sup>b</sup>	7.82 <sup>fgh</sup>	8.82 <sup>b</sup>	8.02 <sup>bc</sup>	7.89 <sup>bcd</sup>	6.17 <sup>t</sup>	7.36 <sup>b</sup>
<b>K2</b>	6.77 <sup>jkl</sup>	5.84 <sup>pq</sup>	4.83 <sup>uv</sup>	5.81 <sup>hi</sup>	6.92 <sup>j</sup>	8.55 <sup>d</sup>	6.35 <sup>mn</sup>	7.27 <sup>f</sup>	6.84 <sup>g</sup>	7.19 <sup>f</sup>	5.59 <sup>jk</sup>	6.54 <sup>e</sup>
<b>K3</b>	6.21 <sup>no</sup>	5.17 <sup>tu</sup>	4.20 <sup>w</sup>	5.19 <sup>i</sup>	6.71 <sup>jkl</sup>	8.49 <sup>de</sup>	6.31 <sup>mn</sup>	7.17 <sup>f</sup>	6.46 <sup>h</sup>	6.83 <sup>g</sup>	5.25 <sup>l</sup>	6.18 <sup>f</sup>
<b>S1</b>	7.43 <sup>t</sup>	5.69 <sup>pq</sup>	4.27 <sup>w</sup>	5.80 <sup>hi</sup>	7.90 <sup>fg</sup>	9.40 <sup>c</sup>	6.88 <sup>jk</sup>	8.06 <sup>e</sup>	7.66 <sup>de</sup>	7.54 <sup>e</sup>	5.58 <sup>jk</sup>	6.93 <sup>d</sup>
<b>S2</b>	6.84 <sup>jk</sup>	5.88 <sup>op</sup>	4.77 <sup>v</sup>	5.83 <sup>hi</sup>	8.33 <sup>de</sup>	10.90 <sup>a</sup>	6.58 <sup>klm</sup>	8.60 <sup>e</sup>	7.58 <sup>e</sup>	8.39 <sup>a</sup>	5.67 <sup>j</sup>	7.22 <sup>c</sup>
<b>S+K</b>	7.60 <sup>ghi</sup>	6.54 <sup>klmn</sup>	5.65 <sup>pqr</sup>	6.60 <sup>g</sup>	8.64 <sup>d</sup>	10.68 <sup>ab</sup>	7.91 <sup>fg</sup>	9.07 <sup>a</sup>	8.12 <sup>b</sup>	8.61 <sup>a</sup>	6.78 <sup>g</sup>	7.83 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	6.94 <sup>c</sup>	5.59 <sup>e</sup>	4.60 <sup>f</sup>	<b>5.71B</b>	7.54 <sup>b</sup>	9.36 <sup>a</sup>	6.77 <sup>d</sup>	<b>7.89A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									7.24B	7.47A	5.68C	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Ortapazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının EC miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.41’de, EC miktarları Çizelge 4.42’de verilmiştir. Ortapazar lokasyonunda EC miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiki anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.41** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
<b>Yıl</b>	1	12.4256	12.4256	1024.64**
<b>Blok (Yıl)</b>	4	0.0393	0.0098	0.811
<b>Gübre</b>	7	73.4102	10.4871	864.79**
<b>Hasat Dönemi</b>	2	118.9972	59.4986	4906.37**
<b>Yıl*Gübre</b>	7	14.3290	2.0470	168.79**
<b>Yıl*Hasat Dönemi</b>	2	54.6415	27.3207	2252.92**
<b>Gübre*Hasat Dönemi</b>	14	13.4473	0.9605	79.20**
<b>Yıl*Gübre* Hasat Dönemi</b>	14	6.6200	0.4728	38.99**
<b>Hata</b>	92	1.1156	0.0121	
<b>Genel</b>	143	295.0260		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.42 incelendiğinde; Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen EC miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre uygulamasında tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin EC miktarı, katı (%7’den %24’e değişen aralıkta) ve sıvı gübrelere (%7’ye ulaşan oranlarda) nazaran artmıştır. İnorganik gübrenin EC miktarı üzerine etkisi, sıvı+katı gübre kombinasyonundan farksızdır. Gübreleme yapılmayanlara göre EC miktarı; inorganik gübrede %53 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %54.5 civarında daha fazla iken katı gübrelere

%42'ye ve sıvı gübrelerde ise %49'a varan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında, en yüksek EC miktarı K1 gübresinde elde edilirken onu sırasıyla K3 ve K2 gübreleri takip etmiş ve K1 gübresine göre aynı sıra ile %4.5 ve %13 civarında EC miktarlarında düşüş kaydedilmiştir. Sıvı gübreler kendi aralarında kıyaslandığında S1 gübresine göre S2 gübresinin EC miktarı %5 civarında artmıştır. Sıvı ve katı gübreler birbirleriyle kıyaslandığında sıvı gübrelerin EC miktarları katı gübrelerden %21'e varan oranlarda daha yüksektir. Bu durumun yanı sıra S1 ve K1 gübreleri EC miktarı üzerine aynı seviyede etki etmektedir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun EC miktarı katı gübrelere göre %25'e, sıvı gübrelere göre %8.5'a ulaşan seviyelerde artmıştır. Ortapazar lokasyonunda 2018 yılında en yüksek EC miktarı birinci hasat döneminde (6.82 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında en yüksek EC miktarı ikinci hasat döneminde (7.52 mg/g) belirlenirken bunu sırasıyla birinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Ortapazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde EC miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen EC miktarı ilk yıla (5.48 mg/g) göre ikinci yılda (6.07 mg/g) %11 civarında artmıştır.

**Çizelge 4.42** Ortopazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epikateşin (EC) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	5.54 <sup>ijklm*</sup>	3.34 <sup>s</sup>	2.50 <sup>t</sup>	3.79 <sup>ı</sup>	4.48 <sup>pqr</sup>	5.69 <sup>ik</sup>	3.65 <sup>s</sup>	4.61 <sup>h</sup>	5.01 <sup>ij</sup>	4.52 <sup>l</sup>	3.08 <sup>o</sup>	4.20 <sup>f</sup>
<b>İnorganik G.</b>	7.54 <sup>bc</sup>	6.78 <sup>ef</sup>	4.70 <sup>pqr</sup>	6.34 <sup>bc</sup>	6.81 <sup>ef</sup>	7.82 <sup>b</sup>	4.85 <sup>op</sup>	6.49 <sup>ab</sup>	7.17 <sup>c</sup>	7.30 <sup>bc</sup>	4.78 <sup>jk</sup>	6.41 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	7.23 <sup>cd</sup>	5.70 <sup>jk</sup>	5.68 <sup>jk</sup>	6.20 <sup>ed</sup>	5.36 <sup>klmn</sup>	7.24 <sup>cd</sup>	4.60 <sup>pqr</sup>	5.73 <sup>e</sup>	6.29 <sup>g</sup>	6.47 <sup>efg</sup>	5.14 <sup>ı</sup>	5.97 <sup>c</sup>
<b>K2</b>	6.18 <sup>hi</sup>	4.42 <sup>qr</sup>	3.63 <sup>s</sup>	4.74 <sup>gh</sup>	5.26 <sup>lmn</sup>	6.83 <sup>ef</sup>	4.76 <sup>pq</sup>	5.62 <sup>e</sup>	5.72 <sup>h</sup>	5.62 <sup>h</sup>	4.19 <sup>m</sup>	5.18 <sup>e</sup>
<b>K3</b>	6.59 <sup>efg</sup>	4.71 <sup>pqr</sup>	3.37 <sup>s</sup>	4.89 <sup>g</sup>	6.90 <sup>de</sup>	8.22 <sup>a</sup>	4.43 <sup>qr</sup>	6.52 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>d</sup>	6.47 <sup>efg</sup>	3.90 <sup>n</sup>	5.70 <sup>d</sup>
<b>S1</b>	6.40 <sup>gh</sup>	5.23 <sup>mn</sup>	4.51 <sup>pqr</sup>	5.38 <sup>ı</sup>	6.79 <sup>ef</sup>	7.53 <sup>bc</sup>	5.46 <sup>klmn</sup>	6.59 <sup>a</sup>	6.59 <sup>def</sup>	6.38 <sup>fg</sup>	4.98 <sup>ijk</sup>	5.98 <sup>c</sup>
<b>S2</b>	7.37 <sup>c</sup>	6.51 <sup>fgh</sup>	4.37 <sup>r</sup>	6.08 <sup>d</sup>	5.87 <sup>ij</sup>	8.34 <sup>a</sup>	5.15 <sup>no</sup>	6.45 <sup>ab</sup>	6.62 <sup>def</sup>	7.43 <sup>ab</sup>	4.76 <sup>k</sup>	6.27 <sup>b</sup>
<b>S+K</b>	7.77 <sup>b</sup>	6.85 <sup>ef</sup>	4.68 <sup>pqr</sup>	6.43 <sup>ab</sup>	5.62 <sup>ikl</sup>	8.48 <sup>a</sup>	5.53 <sup>ijklm</sup>	6.54 <sup>a</sup>	6.69 <sup>de</sup>	7.66 <sup>a</sup>	5.11 <sup>ı</sup>	6.49 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	6.82b	5.44d	4.18f	<b>5.48B</b>	5.88c	7.52a	4.80e	<b>6.07A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									6.35B	6.48A	4.49C	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

#### 4.9 Epigallokateşin (EGC) Miktarı

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Pazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının EGC miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.43'de, EGC miktarları Çizelge 4.44'de verilmiştir. Pazar lokasyonunda EGC miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistikî anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.43** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	179.4193	179.4193	4485.65**
Blok (Yıl)	4	0.1367	0.0342	0.85
Gübre	7	425.4571	60.7796	1519.54**
Hasat Dönemi	2	315.4245	157.7122	3942.95**
Yıl*Gübre	7	53.1363	7.5909	189.78**
Yıl*Hasat Dönemi	2	193.2564	96.6282	2415.79**
Gübre*Hasat Dönemi	14	23.1745	1.6553	41.38**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	19.8508	1.4179	35.44**
Hata	92	3.6799	0.0400	
Genel	143	1213.5358		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.44'de verilen bulgulara göre; Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen EGC miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilmiştir. İnorganik gübre ile K1 gübresinin EGC miktarı üzerine etkisi birbirlerinden farksız iken inorganik gübrenin EGC miktarı K2 (%18) ve K3 (%5) gübrelerinden daha yüksektir. Ayrıca inorganik gübrede EGC

miktarı, sıvı gübrelere göre %10'a ulaşan miktarlarda artmış olup sıvı+katı gübre kombinasyonuna göre %9 civarında azalmıştır. Gübreleme yapılmayanlara göre EGC miktarı; inorganik gübrede %45 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %60 civarında yüksek iken katı gübrelerde %44'e ve sıvı gübrelerde %32'ye ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler kendi aralarında karşılaştırıldığında EGC miktarlarındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiş ve K1 gübresinin EGC miktarı K2 (%17) ve K3 (%4) gübrelerinden daha yüksek bulunmuştur. Sıvı gübrelerin EGC miktarı üzerine etkilerinin birbirlerinden farksız olduğu saptanmıştır. Buna ilaveten, K1 ve K3 gübreleri sıvı gübrelerden daha yüksek EGC miktarına sahip olurken, K2 gübresinin EGC miktarı sıvı gübrelerden düşüktür. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun EGC miktarı katı gübrelerden %11 ila %30 aralığında ve sıvı gübrelerden %21 civarında daha yüksektir. Pazar lokasyonunda 2018 yılı için en yüksek EGC miktarı birinci hasat döneminde (16.31 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında ise en yüksek EGC miktarı ikinci hasat döneminde (16.01 mg/g) belirlenirken onu sırasıyla birinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Pazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde EGC miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen EGC miktarı ilk yıla (14.99 mg/g) kıyasla ikinci yılda (12.76 mg/g) %15 civarında azalmıştır.

**Çizelge 4.44** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri							
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
<b>Kontrol</b>	12.26 <sup>m*</sup>	10.51 <sup>o</sup>	9.49 <sup>q</sup>	10.75 <sup>j</sup>	9.62 <sup>pq</sup>	12.34 <sup>m</sup>	7.74 <sup>r</sup>	9.90 <sup>k</sup>	10.94 <sup>o</sup>	11.42 <sup>mn</sup>	8.61 <sup>p</sup>	10.32 <sup>f</sup>
<b>İnorganik G.</b>	18.21 <sup>b</sup>	15.10 <sup>gh</sup>	14.59 <sup>ij</sup>	15.96 <sup>e</sup>	13.63 <sup>kl</sup>	16.70 <sup>de</sup>	11.82 <sup>mn</sup>	14.05 <sup>f</sup>	15.92 <sup>de</sup>	15.90 <sup>de</sup>	13.20 <sup>j</sup>	15.01 <sup>b</sup>
<b>K1</b>	17.35 <sup>cd</sup>	16.34 <sup>ef</sup>	15.52 <sup>g</sup>	16.40 <sup>b</sup>	13.66 <sup>kl</sup>	16.43 <sup>e</sup>	9.93 <sup>opq</sup>	13.34 <sup>g</sup>	15.50 <sup>ef</sup>	16.39 <sup>bc</sup>	12.73 <sup>k</sup>	14.87 <sup>b</sup>
<b>K2</b>	15.09 <sup>ghi</sup>	14.60 <sup>ij</sup>	12.35 <sup>m</sup>	14.01 <sup>l</sup>	10.14 <sup>opq</sup>	14.52 <sup>ij</sup>	9.64 <sup>pq</sup>	11.43 <sup>i</sup>	12.61 <sup>k</sup>	14.56 <sup>h</sup>	10.99 <sup>no</sup>	12.72 <sup>e</sup>
<b>K3</b>	15.36 <sup>gh</sup>	14.77 <sup>hij</sup>	13.20 <sup>l</sup>	14.44 <sup>e</sup>	14.29 <sup>ijk</sup>	17.45 <sup>c</sup>	10.53 <sup>o</sup>	14.09 <sup>f</sup>	14.82 <sup>gh</sup>	16.11 <sup>cd</sup>	11.87 <sup>n</sup>	14.27 <sup>c</sup>
<b>S1</b>	17.34 <sup>cd</sup>	15.68 <sup>fg</sup>	14.58 <sup>ij</sup>	15.87 <sup>e</sup>	10.17 <sup>op</sup>	14.49 <sup>ij</sup>	9.69 <sup>pq</sup>	11.45 <sup>i</sup>	13.75 <sup>i</sup>	15.08 <sup>fg</sup>	12.13 <sup>l</sup>	13.66 <sup>d</sup>
<b>S2</b>	15.33 <sup>gh</sup>	14.83 <sup>hij</sup>	13.24 <sup>l</sup>	14.47 <sup>e</sup>	11.30 <sup>n</sup>	16.43 <sup>e</sup>	10.39 <sup>o</sup>	12.71 <sup>h</sup>	13.32 <sup>j</sup>	15.63 <sup>e</sup>	11.82 <sup>lm</sup>	13.59 <sup>d</sup>
<b>S+K</b>	19.55 <sup>a</sup>	18.15 <sup>b</sup>	16.32 <sup>ef</sup>	18.01 <sup>a</sup>	13.79 <sup>kl</sup>	19.75 <sup>a</sup>	11.72 <sup>mn</sup>	15.09 <sup>d</sup>	16.67 <sup>b</sup>	18.95 <sup>a</sup>	14.02 <sup>i</sup>	16.55 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	16.31a	15.00c	13.66d	<b>14.99A</b>	12.08e	16.01b	10.18f	<b>12.76B</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									14.19B	15.50A	11.92C	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu



Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Musadağı lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının EGC miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.45’de, EGC miktarları Çizelge 4.46’da verilmiştir. Musadağı lokasyonunda EGC miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiş, ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi etkilerinin istatistiksel anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.45** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	0.6588	0.6588	38.44**
Blok (Yıl)	4	0.1394	0.0349	2.03
Gübre	7	309.4570	44.2082	2579.95**
Hasat Dönemi	2	397.3192	198.6596	11593.61**
Yıl*Gübre	7	109.3887	15.6270	911.97**
Yıl*Hasat Dönemi	2	118.1686	59.0843	3448.11**
Gübre*Hasat Dönemi	14	13.1961	0.9426	55.01**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	18.6952	1.3354	77.93**
Hata	92	1.5764	0.0171	
Genel	143	968.5997		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

İlgili çizelgelere göre; Musadağı lokasyonunda gübre uygulamalarından 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen EGC miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre kombinasyonunda tespit edilmiştir. İnorganik gübre ve K1 gübresinin EGC miktarı üzerine etkisi birbirinden farksızken inorganik gübre, K2 (%1) ve K3 (%12) gübrelerinden daha fazla miktarda EGC içermektedir. Ayrıca inorganik gübrenin EGC miktarı, sıvı gübrelere göre %10’a yaklaşan oranlarda artarken sıvı+katı kombinasyonuna göre %3 civarında azalmıştır. Gübreleme yapılmayanlara göre EGC miktarı; inorganik gübrede %40.5, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %45 civarında

daha yüksek iken katı gübrelere %41'e, sıvı gübrelere ise %30'a ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler kendi aralarında karşılaştırıldığında EGC miktarlarındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiş ve K1 gübresinin EGC miktarı, K2 (%1.4) ve K3 (%13) gübrelere göre daha yüksek bulunmuştur. Sıvı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında S1 gübresine kıyasla S2 gübresinin EGC miktarı (%1.6) artmıştır. Buna ilaveten, sıvı ve katı gübreler birbirleriyle kıyaslandığında, K3 gübresi sıvı gübrelere göre daha az EGC miktarına sahipken sıvı gübrelere göre diğer katı gübrelere göre EGC miktarı %10'a varan oranlarda artmıştır. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun EGC miktarı katı gübrelere göre %2.5 ila %15.7 aralığında ve sıvı gübrelere göre %13'e ulaşan seviyelerde daha yüksektir. Musadağı lokasyonunda denemenin ilk yılında en yüksek EGC miktarı birinci hasat döneminde (15.63 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek EGC miktarı ikinci hasat döneminde (17.27 mg/g) belirlenirken onu sırasıyla birinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Musadağı lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde EGC miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen EGC miktarı ilk yıla (14.18 mg/g) göre ikinci yılda (14.31 mg/g) %1 civarında artmıştır.

**Çizelge 4.46** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	12.32 <sup>st*</sup>	10.98 <sup>wx</sup>	7.61 <sup>z</sup>	10.30 <sup>i</sup>	11.62 <sup>u</sup>	13.85 <sup>lmn</sup>	8.81 <sup>y</sup>	11.42 <sup>j</sup>	11.97 <sup>k</sup>	12.41 <sup>j</sup>	8.21 <sup>m</sup>	10.86 <sup>g</sup>
<b>İnorganik G.</b>	16.70 <sup>ef</sup>	16.19 <sup>gh</sup>	13.35 <sup>op</sup>	15.41 <sup>b</sup>	15.46 <sup>t</sup>	17.64 <sup>c</sup>	12.22 <sup>t</sup>	15.10 <sup>e</sup>	16.08 <sup>cd</sup>	16.91 <sup>b</sup>	12.78 <sup>t</sup>	15.26 <sup>b</sup>
<b>K1</b>	18.53 <sup>ab</sup>	17.12 <sup>de</sup>	14.22 <sup>kl</sup>	16.62 <sup>a</sup>	13.34 <sup>op</sup>	17.32 <sup>cd</sup>	11.54 <sup>uv</sup>	14.06 <sup>e</sup>	15.93 <sup>de</sup>	17.22 <sup>a</sup>	12.88 <sup>t</sup>	15.34 <sup>b</sup>
<b>K2</b>	15.78 <sup>hi</sup>	15.35 <sup>t</sup>	14.33 <sup>jk</sup>	15.15 <sup>e</sup>	15.36 <sup>t</sup>	18.14 <sup>b</sup>	11.76 <sup>u</sup>	15.09 <sup>e</sup>	15.57 <sup>f</sup>	16.74 <sup>b</sup>	13.05 <sup>t</sup>	15.12 <sup>c</sup>
<b>K3</b>	15.41 <sup>t</sup>	13.74 <sup>mno</sup>	11.17 <sup>vw</sup>	13.44 <sup>g</sup>	13.22 <sup>pq</sup>	16.57 <sup>fg</sup>	11.44 <sup>uv</sup>	13.74 <sup>f</sup>	14.32 <sup>h</sup>	15.16 <sup>k</sup>	11.30 <sup>l</sup>	13.59 <sup>f</sup>
<b>S1</b>	14.56 <sup>jk</sup>	13.14 <sup>pq</sup>	10.65 <sup>x</sup>	12.78 <sup>h</sup>	13.76 <sup>mno</sup>	18.18 <sup>b</sup>	13.21 <sup>pq</sup>	15.05 <sup>e</sup>	14.16 <sup>h</sup>	15.66 <sup>ef</sup>	11.93 <sup>k</sup>	13.91 <sup>e</sup>
<b>S2</b>	14.14 <sup>klm</sup>	13.76 <sup>mno</sup>	10.72 <sup>x</sup>	12.87 <sup>h</sup>	14.60 <sup>j</sup>	18.80 <sup>a</sup>	12.83 <sup>qr</sup>	15.41 <sup>b</sup>	14.37 <sup>h</sup>	16.28 <sup>c</sup>	11.77 <sup>k</sup>	14.14 <sup>d</sup>
<b>S+K</b>	17.60 <sup>c</sup>	17.30 <sup>cd</sup>	15.62 <sup>t</sup>	16.84 <sup>a</sup>	13.53 <sup>nop</sup>	17.67 <sup>c</sup>	12.68 <sup>rs</sup>	14.63 <sup>d</sup>	15.57 <sup>f</sup>	17.48 <sup>a</sup>	14.15 <sup>h</sup>	15.73 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	15.63 <sup>b</sup>	14.70 <sup>c</sup>	12.21 <sup>e</sup>	<b>14.18B</b>	13.86 <sup>d</sup>	17.27 <sup>a</sup>	11.81 <sup>f</sup>	<b>14.31A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									14.75B	15.98A	12.01C	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Ortapazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının EGC miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.47’de, EGC miktarları Çizelge 4.48’de verilmiştir. Ortapazar lokasyonunda EGC miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu saptanmıştır. Ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiki anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.47** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
<b>Yıl</b>	1	29.6752	29.6753	628.20**
<b>Blok (Yıl)</b>	4	0.3649	0.0912	1.93
<b>Gübre</b>	7	392.0406	56.0058	1185.60**
<b>Hasat Dönemi</b>	2	378.8994	189.4497	4010.51**
<b>Yıl*Gübre</b>	7	48.3622	6.9089	146.25**
<b>Yıl*Hasat Dönemi</b>	2	168.2898	84.1449	1781.28**
<b>Gübre*Hasat Dönemi</b>	14	22.2738	1.5910	33.68**
<b>Yıl*Gübre* Hasat Dönemi</b>	14	18.9583	1.3542	28.66**
<b>Hata</b>	92	4.3459	0.0472	
<b>Genel</b>	143	1063.2104		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.48 incelendiğinde; Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen EGC miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre kombinasyonunda tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin EGC miktarı, K3 gübresine (%1.8) göre azalırken K1 (%22) ve K2 (%14) gübrelerine göre artmıştır. Aynı zamanda inorganik gübrede sıvı gübrelerden (%5’e yaklaşan oranlarda) daha yüksek ve sıvı+katı kombinasyonundan (%4.5) daha düşük miktarlarda EGC belirlenmiştir. Gübreleme yapılmayanlara göre EGC miktarı; inorganik gübrede %43 ve sıvı+katı

gübre kombinasyonunda %50 civarında daha fazla iken katı gübrelerde %17 ila %45 arasında ve sıvı gübrelerde ise %40'a varan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler arasında en yüksek EGC miktarının elde edildiği K3 gübresine göre, K1 (%19) ve K2 (%14) gübrelerinin EGC miktarı düşmüştür. Sıvı gübreler kendi aralarında kıyaslandığında, S1 gübresinin EGC miktarı S2 gübresinden %2 civarında daha fazladır. Sıvı ve katı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında K3 gübresinin EGC miktarı sıvı gübrelerden (%6.5'a varan oranlarda) daha yüksektir. Ancak K3 gübresi haricindeki diğer katı gübreler EGC miktarı bakımından sıvı gübrelerin gerisinde kalmıştır. Sıvı+katı gübre kombinasyonuna göre, katı (%3 ila %27 aralığında) ve sıvı gübrelerin (%9.5'a ulaşan seviyelerde) EGC miktarı azalmıştır. Ortapazar lokasyonunda 2018 yılı için en yüksek EGC miktarı birinci hasat döneminde (15.26 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemleri takip etmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 yılında ise en yüksek EGC miktarı ikinci hasat döneminde (17.37 mg/g) belirlenmiş olup onu sırasıyla birinci ve üçüncü hasat dönemleri izlemiştir. Ortapazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde EGC miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen EGC miktarı ilk yıla (13.44 mg/g) göre ikinci yılda (14.35 mg/g) %7 civarında artmıştır.

**Çizelge 4.48** Ortopazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin (EGC) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	12.49 <sup>n*</sup>	10.10 <sup>qr</sup>	7.55 <sup>t</sup>	10.05 <sup>l</sup>	10.86 <sup>p</sup>	13.83 <sup>ijkl</sup>	8.25 <sup>t</sup>	10.98 <sup>h</sup>	11.68 <sup>j</sup>	11.97 <sup>j</sup>	7.90 <sup>m</sup>	10.51 <sup>h</sup>
<b>İnorganik G.</b>	16.29 <sup>de</sup>	15.35 <sup>fgh</sup>	11.68 <sup>o</sup>	14.44 <sup>cd</sup>	14.51 <sup>ij</sup>	18.77 <sup>b</sup>	13.51 <sup>l</sup>	15.60 <sup>a</sup>	15.40 <sup>d</sup>	17.06 <sup>ab</sup>	12.60 <sup>t</sup>	15.02 <sup>c</sup>
<b>K1</b>	13.63 <sup>kl</sup>	12.47 <sup>n</sup>	9.39 <sup>rs</sup>	11.83 <sup>g</sup>	12.50 <sup>n</sup>	15.72 <sup>ef</sup>	10.33 <sup>pq</sup>	12.85 <sup>f</sup>	13.06 <sup>hi</sup>	14.10 <sup>ef</sup>	9.86 <sup>l</sup>	12.34 <sup>g</sup>
<b>K2</b>	14.71 <sup>ghi</sup>	12.27 <sup>no</sup>	9.35 <sup>s</sup>	12.11 <sup>g</sup>	13.50 <sup>l</sup>	16.68 <sup>d</sup>	12.76 <sup>mn</sup>	14.31 <sup>d</sup>	14.10 <sup>ef</sup>	14.48 <sup>e</sup>	11.06 <sup>k</sup>	13.21 <sup>f</sup>
<b>K3</b>	16.52 <sup>d</sup>	15.49 <sup>f</sup>	12.38 <sup>no</sup>	14.79 <sup>e</sup>	15.45 <sup>f</sup>	18.17 <sup>bc</sup>	13.84 <sup>ijkl</sup>	15.82 <sup>a</sup>	15.98 <sup>c</sup>	16.83 <sup>b</sup>	13.11 <sup>h</sup>	15.31 <sup>b</sup>
<b>S1</b>	14.46 <sup>ij</sup>	13.40 <sup>lm</sup>	12.66 <sup>n</sup>	13.50 <sup>e</sup>	14.65 <sup>hi</sup>	18.59 <sup>b</sup>	14.34 <sup>ijk</sup>	15.86 <sup>a</sup>	14.55 <sup>e</sup>	15.99 <sup>d</sup>	13.50 <sup>gh</sup>	14.68 <sup>d</sup>
<b>S2</b>	16.23 <sup>de</sup>	15.63 <sup>ef</sup>	13.64 <sup>kl</sup>	15.17 <sup>b</sup>	12.61 <sup>n</sup>	17.85 <sup>c</sup>	10.18 <sup>pq</sup>	13.55 <sup>e</sup>	14.42 <sup>e</sup>	16.74 <sup>b</sup>	11.91 <sup>j</sup>	14.36 <sup>e</sup>
<b>S+K</b>	17.78 <sup>c</sup>	15.44 <sup>fg</sup>	13.69 <sup>kl</sup>	15.63 <sup>a</sup>	14.49 <sup>ij</sup>	19.35 <sup>a</sup>	13.66 <sup>kl</sup>	15.83 <sup>a</sup>	16.13 <sup>c</sup>	17.39 <sup>a</sup>	13.68 <sup>fg</sup>	15.73 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	15.26 <sup>b</sup>	13.77 <sup>c</sup>	11.29 <sup>f</sup>	<b>13.44B</b>	13.57 <sup>d</sup>	17.37 <sup>a</sup>	12.11 <sup>e</sup>	<b>14.35A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									14.42B	15.57A	11.70C	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

#### 4.10 Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarı

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Pazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının EGCG miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.49'da, EGCG miktarları Çizelge 4.50'de verilmiştir. Pazar lokasyonunda EGCG miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiksel anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.49** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	240.1725	240.1725	3395.70**
Blok (Yıl)	4	0.3678	0.0919	1.30
Gübre	7	619.1499	88.4500	1250.56**
Hasat Dönemi	2	1878.4678	939.2339	13279.47**
Yıl*Gübre	7	209.8654	29.9808	423.88**
Yıl*Hasat Dönemi	2	352.5234	176.2617	2492.09**
Gübre*Hasat Dönemi	14	72.3846	5.1703	73.10**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	29.5443	2.1103	29.83**
Hata	92	6.5070	0.0707	
Genel	143	3408.9827		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.50'de verilen bulgulara göre; Pazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen EGCG miktarı için en yüksek sonuç inorganik gübreden elde edilmiştir. İnorganik gübrenin EGCG miktarı, katı gübrelere göre %33'e ve sıvı gübrelere göre %12'ye varan oranlarda artmıştır. Ayrıca inorganik gübre, sıvı+katı gübre kombinasyonuna göre daha fazla (%9) EGCG içermektedir.

Gübreleme yapılmayanlara göre EGCG miktarı; inorganik gübrede %42 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %30.5 civarında yüksek iken katı gübrelerde %19'a ve sıvı gübrelerde %26'ya ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler açısından değerlendirildiğinde, K1 ve K3 gübrelerinin EGCG miktarı üzerine etkileri birbirlerinden farklı değilken K2 gübresi diğer katı gübrelerden daha az (%10 civarı) EGCG miktarına sahiptir. Sıvı gübrelerin ise eşit derecede EGCG miktarı üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Buna ilaveten, sıvı gübreler (%18'e ulaşan seviyelerde) katı gübrelerden daha yüksek miktarlarda EGCG ihtiva etmektedir. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun EGCG miktarı, katı gübrelerden %10 ila %22 aralığında ve sıvı gübrelerden %3 civarında daha yüksektir. Pazar lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yılları için en yüksek EGCG miktarları ikinci hasat dönemlerinde (21.71 ve 28.70 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri takip etmiştir. Pazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde EGCG miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen EGCG miktarı ilk yıla (18.88 mg/g) kıyasla ikinci yılda (21.46 mg/g) %14 civarında artmıştır.



**Çizelge 4.50** Pazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	15.21 <sup>uv*</sup>	19.36 <sup>mn</sup>	16.30 <sup>rst</sup>	16.96 <sup>i</sup>	14.45 <sup>v</sup>	21.36 <sup>hi</sup>	13.21 <sup>w</sup>	16.34 <sup>k</sup>	14.83 <sup>m</sup>	20.36 <sup>f</sup>	14.76 <sup>m</sup>	16.65 <sup>f</sup>
<b>İnorganik G.</b>	19.71 <sup>lmn</sup>	24.53 <sup>f</sup>	19.49 <sup>lmn</sup>	21.24 <sup>de</sup>	21.80 <sup>h</sup>	35.09 <sup>a</sup>	21.21 <sup>hi</sup>	26.03 <sup>a</sup>	20.76 <sup>f</sup>	29.81 <sup>a</sup>	20.35 <sup>f</sup>	23.64 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	17.55 <sup>o</sup>	22.76 <sup>g</sup>	19.05 <sup>mn</sup>	19.78 <sup>f</sup>	15.52 <sup>tu</sup>	26.65 <sup>e</sup>	17.42 <sup>opq</sup>	19.86 <sup>f</sup>	16.53 <sup>kl</sup>	24.70 <sup>d</sup>	18.23 <sup>i</sup>	19.82 <sup>d</sup>
<b>K2</b>	15.53 <sup>tu</sup>	19.94 <sup>klm</sup>	16.73 <sup>opqr</sup> <sub>s</sub>	17.40 <sup>ü</sup>	13.54 <sup>w</sup>	24.93 <sup>f</sup>	15.91 <sup>stu</sup>	18.13 <sup>h</sup>	14.53 <sup>m</sup>	22.43 <sup>e</sup>	16.32 <sup>i</sup>	17.76 <sup>e</sup>
<b>K3</b>	16.28 <sup>rst</sup>	20.62 <sup>ijk</sup>	16.56 <sup>qrs</sup>	17.82 <sup>hi</sup>	16.76 <sup>opqr</sup> <sub>s</sub>	28.31	19.77 <sup>klm</sup>	21.61 <sup>d</sup>	16.52 <sup>i</sup>	24.46 <sup>d</sup>	18.17 <sup>i</sup>	19.72 <sup>d</sup>
<b>S1</b>	16.86 <sup>opqr</sup>	21.79 <sup>h</sup>	18.82 <sup>n</sup>	19.16 <sup>g</sup>	17.45 <sup>opq</sup>	30.43 <sup>c</sup>	20.63 <sup>ijk</sup>	22.84 <sup>c</sup>	17.16 <sup>j</sup>	26.11 <sup>c</sup>	19.72 <sup>g</sup>	21.00 <sup>c</sup>
<b>S2</b>	16.46 <sup>rs</sup>	19.80 <sup>klm</sup>	16.61 <sup>pqrs</sup>	17.62 <sup>i</sup>	19.55 <sup>lmn</sup>	32.33 <sup>b</sup>	21.39 <sup>hi</sup>	24.42 <sup>b</sup>	18.00 <sup>i</sup>	26.06 <sup>c</sup>	19.00 <sup>h</sup>	21.02 <sup>c</sup>
<b>S+K</b>	17.50 <sup>op</sup>	24.87 <sup>f</sup>	20.70 <sup>ij</sup>	21.02 <sup>g</sup>	16.49 <sup>rs</sup>	30.52 <sup>c</sup>	20.30 <sup>ikl</sup>	22.44 <sup>c</sup>	16.99 <sup>jk</sup>	27.69 <sup>b</sup>	20.50 <sup>f</sup>	21.73 <sup>b</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	16.89 <sup>e</sup>	21.71 <sup>b</sup>	18.03 <sup>d</sup>	<b>18.88B</b>	16.94 <sup>e</sup>	28.70 <sup>a</sup>	18.73 <sup>c</sup>	<b>21.46A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									16.92C	25.20A	18.38B	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Musadağı lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının EGCG miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.51’de, EGCG miktarları Çizelge 4.52’de verilmiştir. Musadağı lokasyonunda EGCG miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi etkilerinin istatistiksel anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.51** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
<b>Yıl</b>	1	210.4192	210.4192	3360.84**
<b>Blok (Yıl)</b>	4	0.1386	0.0347	0.55
<b>Gübre</b>	7	688.0850	98.2979	1570.02**
<b>Hasat Dönemi</b>	2	982.4323	491.2162	7845.76**
<b>Yıl*Gübre</b>	7	45.8711	6.5530	104.66**
<b>Yıl*Hasat Dönemi</b>	2	37.4164	18.7082	298.80**
<b>Gübre*Hasat Dönemi</b>	14	77.5918	5.5423	88.52**
<b>Yıl*Gübre* Hasat Dönemi</b>	14	42.3850	3.0275	48.35**
<b>Hata</b>	92	5.7600	0.0626	
<b>Genel</b>	143	2090.0998		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

İlgili çizelgelere göre; Musadağı lokasyonunda gübre uygulamalarından 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen EGCG miktarı için en yüksek sonuç sıvı+katı gübre kombinasyonunda tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin EGCG miktarı, K1 ve K2 gübrelere göre (%3) azalırken K3 gübresine (%9) göre artmıştır. Aynı zamanda inorganik gübre, sıvı gübrelerden (%5-9) daha yüksek ve sıvı+katı kombinasyonundan (%6) ise daha düşük seviyede EGCG içermektedir. Gübreleme yapılmayanlara göre EGCG miktarı; inorganik gübrede %43, sıvı+katı gübre kombinasyonunda %52.5

civarında daha yüksek iken katı gübrelere %47.5'a, sıvı gübrelere ise %36'ya ulaşan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler açısından değerlendirildiğinde, K1 ve K2 gübrelere EGCG miktarı üzerine etkileri birbirlerinden farklı değilken K3 gübresi diğer katı gübrelere göre daha az (%11 civarı) EGCG miktarına sahiptir. Sıvı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında S1 gübresine kıyasla S2 gübresinin EGCG miktarı %4 artmıştır. Buna ilaveten, sıvı ve katı gübreler birbirleriyle kıyaslandığında, K3 ve S1 gübrelere EGCG miktarı üzerine eşit seviyede etkili olduğu saptanırken sıvı gübrelere EGCG miktarları K1 ve K2 gübrelere göre daha düşüktür. Sıvı+katı gübre kombinasyonunun EGCG miktarı katı gübrelere göre %3 ila %16 aralığında ve sıvı gübrelere göre %17'ye ulaşan seviyelerde daha yüksektir. Musadağı lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yılları için en yüksek EGCG miktarları ikinci hasat dönemlerinde (20.85 ve 24.40 mg/g) belirlenirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri izlemiştir. Musadağı lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde EGCG miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p < 0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen EGCG miktarı ilk yıla (17.92 mg/g) göre ikinci yılda (20.34 mg/g) %13.5 civarında artmıştır.

**Çizelge 4.52** Musadağı Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	11.29 <sup>x*</sup>	14.40 <sup>tu</sup>	12.53 <sup>w</sup>	12.74 <sup>i</sup>	13.64 <sup>uv</sup>	17.28 <sup>op</sup>	15.34 <sup>s</sup>	15.42 <sup>j</sup>	12.47 <sup>m</sup>	15.84 <sup>k</sup>	13.93 <sup>l</sup>	14.08 <sup>f</sup>
<b>İnorganik G.</b>	16.21 <sup>qr</sup>	22.23 <sup>e</sup>	18.51 <sup>kl</sup>	18.98 <sup>f</sup>	19.11 <sup>ijk</sup>	24.36 <sup>cd</sup>	20.23 <sup>fgh</sup>	21.23 <sup>c</sup>	17.66 <sup>ij</sup>	23.29 <sup>d</sup>	19.37 <sup>g</sup>	20.11 <sup>c</sup>
<b>K1</b>	17.57 <sup>no</sup>	24.13 <sup>cd</sup>	20.20 <sup>fgh</sup>	20.63 <sup>d</sup>	18.58 <sup>kl</sup>	24.64 <sup>c</sup>	19.55 <sup>hij</sup>	20.92 <sup>ed</sup>	18.07 <sup>hij</sup>	24.38 <sup>c</sup>	19.87 <sup>fg</sup>	20.78 <sup>b</sup>
<b>K2</b>	15.58 <sup>rs</sup>	22.65 <sup>e</sup>	18.46 <sup>klm</sup>	18.90 <sup>f</sup>	19.67 <sup>hi</sup>	27.63 <sup>b</sup>	20.28 <sup>ijfgh</sup>	22.53 <sup>b</sup>	17.62 <sup>j</sup>	25.14 <sup>b</sup>	19.37 <sup>g</sup>	20.71 <sup>b</sup>
<b>K3</b>	14.79 <sup>st</sup>	20.62 <sup>f</sup>	17.77 <sup>lmno</sup>	17.72 <sup>g</sup>	17.16 <sup>op</sup>	21.83 <sup>e</sup>	18.59 <sup>kl</sup>	19.19 <sup>f</sup>	15.97 <sup>k</sup>	21.22 <sup>e</sup>	18.18 <sup>hi</sup>	18.46 <sup>e</sup>
<b>S1</b>	14.78 <sup>st</sup>	19.73 <sup>ghi</sup>	17.60 <sup>no</sup>	17.37 <sup>gh</sup>	16.64 <sup>pq</sup>	22.66 <sup>e</sup>	18.63 <sup>k</sup>	19.31 <sup>f</sup>	15.71 <sup>k</sup>	21.19 <sup>e</sup>	18.11 <sup>hij</sup>	18.34 <sup>e</sup>
<b>S2</b>	13.47 <sup>v</sup>	19.51 <sup>hij</sup>	18.33 <sup>klmn</sup>	17.10 <sup>h</sup>	17.63 <sup>mno</sup>	27.18 <sup>c</sup>	18.57 <sup>kl</sup>	21.13 <sup>c</sup>	15.55 <sup>k</sup>	23.34 <sup>d</sup>	18.45 <sup>h</sup>	19.11 <sup>d</sup>
<b>S+K</b>	16.57 <sup>pq</sup>	23.54 <sup>d</sup>	19.72 <sup>ghi</sup>	19.94 <sup>e</sup>	18.82 <sup>jk</sup>	29.63 <sup>a</sup>	20.55 <sup>fg</sup>	23.00 <sup>a</sup>	17.70 <sup>ij</sup>	26.58 <sup>a</sup>	20.13 <sup>f</sup>	21.47 <sup>a</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	15.03 <sup>f</sup>	20.85 <sup>b</sup>	17.89 <sup>d</sup>	<b>17.92B</b>	17.66 <sup>e</sup>	24.40 <sup>a</sup>	18.97 <sup>c</sup>	<b>20.34A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									16.34C	22.62A	18.43B	

\* , farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

Farklı gübre uygulamaları yapılan çay bitkilerinden Ortapazar lokasyonunda elde edilen yaş çay yaprağının EGCG miktarlarına ilişkin 2018 ve 2019 yıllarının birleştirilmiş varyans analizi Çizelge 4.53’de, EGCG miktarları Çizelge 4.54’de verilmiştir. Ortapazar lokasyonunda EGCG miktarında yıllar arasındaki farklılığın çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda gübreler ve hasat dönemleri ile yıl x gübre, yıl x hasat dönemi, gübre x hasat dönemi ve yıl x gübre x hasat dönemi interaksiyon etkilerinin istatistiki anlamda çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.53** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarlarının Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T.	K.O.	F Değeri
Yıl	1	18.6408	18.6408	276.91**
Blok (Yıl)	4	0.0535	0.0134	0.19
Gübre	7	669.4174	95.6311	1420.64**
Hasat Dönemi	2	1167.8650	583.9325	8674.59**
Yıl*Gübre	7	50.2850	7.1836	106.71**
Yıl*Hasat Dönemi	2	204.4875	102.2438	1518.88**
Gübre*Hasat Dönemi	14	56.2820	4.0201	59.72**
Yıl*Gübre* Hasat Dönemi	14	19.3514	1.3822	20.53**
Hata	92	6.1930	0.0673	
Genel	143	2192.5756		

(\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.54 incelendiğinde; Ortapazar lokasyonunda gübre uygulamalarından iki yıl boyunca elde edilen EGCG miktarı için en yüksek sonuç inorganik gübrede tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin EGCG miktarı, katı gübrelere göre sırasıyla %1.5, %16 ve %20 oranlarında ve sıvı gübrelere göre sırasıyla %6 ve %11 seviyelerinde artış göstermiştir. Gübreleme yapılmayanlara göre EGCG miktarı; inorganik gübrede %48 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %47 civarında daha fazla

iken katı gübrelerde %23 ila %45 arasında ve sıvı gübrelerde ise %38'e varan miktarlarda artış kaydedilmiştir. Katı gübreler arasında en yüksek EGCG miktarının elde edildiği K3 gübresine göre, K1 (%13) ve K2 (%15.5) gübrelerinin EGCG miktarı düşmüştür. Sıvı gübreler kendi aralarında kıyaslandığında, S1 gübresinin EGCG miktarı S2 gübresinden %4 civarında daha fazladır. Sıvı ve katı gübreler birbirleriyle karşılaştırıldığında K3 gübresinin EGCG miktarı sıvı gübrelerden (%9.6'ya varan oranlarda) daha yüksektir. Ancak K3 gübresi haricindeki diğer katı gübreler EGCG miktarı bakımından sıvı gübrelerin gerisinde kalmıştır. Sıvı+katı gübre kombinasyonuna göre, katı (%1 ila %16 aralığında) ve sıvı gübrelerin (%10'a ulaşan seviyelerde) EGCG miktarı azalmıştır. Ortapazar lokasyonunda denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yılları için en yüksek EGCG miktarları ikinci hasat dönemlerinde (20.69 ve 24.78 mg/g) elde edilirken bunu sırasıyla üçüncü ve birinci hasat dönemleri takip etmiştir. Ortapazar lokasyonunda farklı gübre uygulaması yapılan çay bitkilerinde EGCG miktarları yıllar itibarıyla çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan gübre uygulamalarına ilişkin hasat dönemlerinde elde edilen EGCG miktarı ilk yıla (18.56 mg/g) göre ikinci yılda (19.28 mg/g) %4 civarında artmıştır.

**Çizelge 4.54** Ortapazar Lokasyonunda Farklı Gübre Uygulanan Çay Bitkilerinden 2018 ve 2019 Yıllarında Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yaş Yapraklardaki Epigallokateşin Gallat (EGCG) Miktarları (mg/g)

Gübreler	2018				2019				Hasat Dönemleri İki Yıl Ortalaması			Gübreler İki Yıl Ort.
	Hasat Dönemleri				Hasat Dönemleri				1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	
	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.	1. Hasat	2. Hasat	3. Hasat	Ort.				
<b>Kontrol</b>	14.23 <sup>u*</sup>	15.46 <sup>st</sup>	15.42 <sup>st</sup>	15.04 <sup>h</sup>	11.48 <sup>w</sup>	17.38 <sup>opq</sup>	11.68 <sup>w</sup>	13.51 <sup>l</sup>	12.86 <sup>q</sup>	16.42 <sup>m</sup>	13.55 <sup>p</sup>	14.27 <sup>g</sup>
<b>İnorganik G.</b>	19.61 <sup>k</sup>	22.49 <sup>ef</sup>	20.55 <sup>ij</sup>	20.88 <sup>bc</sup>	17.70 <sup>mnpq</sup>	27.60 <sup>a</sup>	18.49 <sup>lm</sup>	21.26 <sup>ab</sup>	18.65 <sup>gh</sup>	25.04 <sup>a</sup>	19.52 <sup>f</sup>	21.07 <sup>a</sup>
<b>K1</b>	15.55 <sup>s</sup>	20.76 <sup>hi</sup>	18.24 <sup>mno</sup>	18.18 <sup>f</sup>	13.15 <sup>v</sup>	23.49 <sup>d</sup>	17.42 <sup>opq</sup>	18.02 <sup>f</sup>	14.35 <sup>o</sup>	22.12 <sup>c</sup>	17.83 <sup>ij</sup>	18.10 <sup>e</sup>
<b>K2</b>	14.61 <sup>tu</sup>	17.54 <sup>op</sup>	16.62 <sup>qr</sup>	16.25 <sup>g</sup>	14.49 <sup>u</sup>	24.53 <sup>c</sup>	17.43 <sup>opq</sup>	18.82 <sup>e</sup>	14.55 <sup>o</sup>	21.03 <sup>d</sup>	17.02 <sup>kl</sup>	17.54 <sup>f</sup>
<b>K3</b>	17.60 <sup>nop</sup>	22.63 <sup>de</sup>	19.64 <sup>k</sup>	19.95 <sup>d</sup>	17.40 <sup>opq</sup>	27.69 <sup>a</sup>	19.58 <sup>k</sup>	21.55 <sup>a</sup>	17.50 <sup>jk</sup>	25.16 <sup>a</sup>	19.61 <sup>ef</sup>	20.75 <sup>b</sup>
<b>S1</b>	16.62 <sup>qr</sup>	21.56 <sup>gh</sup>	18.47 <sup>lm</sup>	18.88 <sup>e</sup>	16.43 <sup>r</sup>	25.43 <sup>b</sup>	19.87 <sup>jk</sup>	20.58 <sup>c</sup>	16.52 <sup>lm</sup>	23.49 <sup>b</sup>	19.17 <sup>fg</sup>	19.73 <sup>c</sup>
<b>S2</b>	16.08 <sup>rs</sup>	21.67 <sup>fg</sup>	18.46 <sup>lmn</sup>	18.74 <sup>e</sup>	14.64 <sup>tu</sup>	24.46 <sup>c</sup>	18.22 <sup>mno</sup>	19.11 <sup>e</sup>	15.36 <sup>n</sup>	23.07 <sup>b</sup>	18.34 <sup>hi</sup>	18.92 <sup>d</sup>
<b>S+K</b>	17.44 <sup>opq</sup>	23.47 <sup>d</sup>	20.89 <sup>ghi</sup>	20.60 <sup>e</sup>	17.30 <sup>pq</sup>	27.66 <sup>a</sup>	19.33 <sup>kl</sup>	21.43 <sup>a</sup>	17.37 <sup>jk</sup>	25.56 <sup>a</sup>	20.11 <sup>e</sup>	21.01 <sup>ab</sup>
<b>Hasat Dönemleri Ortalaması</b>	16.46e	20.69b	18.53c	<b>18.56B</b>	15.32f	24.78a	17.75d	<b>19.28A</b>				
<b>Hasat Dönemleri İki Yıl Ort.</b>									15.89C	22.74A	18.14B	

\*, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

K: Katı organik gübre

S: Sıvı organik gübre

S+K: Sıvı ve Katı organik gübre kombinasyonu

#### 4.11 Kafein ve Kateşin (C, EC, EGC ve EGCG) Miktarlarına İlişkin Tartışma

Kafein miktarı bakımından en yüksek değerler, Pazar lokasyonunda K2 gübresinden, Musadağı ve Ortapazar lokasyonlarında inorganik gübreden elde edilmiştir. İki yıl boyunca elde edilen kafein miktarı lokasyonlara bağlı olarak değişmekle birlikte, kontrol ile karşılaştırıldığında inorganik gübrede %29, katı gübrelerde %29, sıvı gübrelerde %6 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %10'a varan oranlarda artmıştır.

Kateşin miktarı bakımından en yüksek değerler, Pazar lokasyonunda inorganik gübreden, Musadağı lokasyonunda K2 gübresinden ve Ortapazar lokasyonunda sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilmiştir. İki yıl boyunca elde edilen kateşin miktarı lokasyonlara bağlı olarak değişmekle birlikte kontrol ile karşılaştırıldığında inorganik gübrede %57, katı gübrelerde %59, sıvı gübrelerde %52 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %54'e varan oranlarda artmıştır.

Epikateşin miktarı bakımından en yüksek değerler, bütün lokasyonlarda sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilmiştir. İki yıl boyunca elde edilen epikateşin miktarı lokasyonlara bağlı olarak değişmekle birlikte kontrol ile karşılaştırıldığında inorganik gübrede %63, katı gübrelerde %50, sıvı gübrelerde %49 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %70'e varan oranlarda artmıştır.

Epigallokateşin miktarı bakımından en yüksek değerler, bütün lokasyonlarda sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilmiştir. İki yıl boyunca elde edilen epigallokateşin miktarı lokasyonlara bağlı olarak değişmekle birlikte kontrol ile karşılaştırıldığında inorganik gübrede %45, katı gübrelerde %44, sıvı gübrelerde %45 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %60'a varan oranlarda artmıştır.

Epigallokateşin gallat miktarı bakımından en yüksek değerler, Pazar ve Ortapazar lokasyonlarında inorganik gübreden, Musadağı lokasyonlarında sıvı+katı gübre kombinasyonundan elde edilmiştir. İki yıl boyunca elde edilen epigallokateşin gallat miktarı lokasyonlara bağlı olarak değişmekle birlikte kontrol ile karşılaştırıldığında inorganik gübrede %48, katı gübrelerde %47, sıvı gübrelerde %38 ve sıvı+katı gübre kombinasyonunda %52'ye varan oranlarda artmıştır.

Yürüttüğümüz çalışma sonucunda taze çay yaprağında miktar bakımından en fazla EGCG bileşiği tespit edilmiş olup, ardından onu sırasıyla EGC, EC ve C



bileşikleri takip etmiştir. Araştırma bulgularımız ile daha önce çay kateşinlerinin tayin edildiği çalışmalar uyum sağlamaktadır (Pomponio ve ark., 2003; Özdemir ve ark., 2006; Wei ve ark., 2011).

Çalışmamızdaki bulgulara göre; en yüksek kafein miktarı genel olarak inorganik gübrede kaydedilirken Pazar lokasyonunda inorganik gübreye kıyasla katı organik gübrelerde daha fazla kafein miktarı saptanmıştır. Aynı zamanda inorganik gübre ile karşılaştırıldığında bazı organik gübrelerde daha yüksek miktarlarda kateşin bileşikleri tespit edilmiştir. Kafein miktarı bakımından organik gübreler arasında en yüksek değerler katı gübrelerde kaydedilirken, sıvı gübrelerin en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kateşin, EC, EGC ve EGCG miktarları bakımından, organik gübreler arasında sıvı+katı gübre kombinasyonunda en fazla artış sağlanmış ve genel olarak sıvı gübrelere kıyasla bazı katı gübrelerin kateşin bileşikleri daha yüksek saptanmıştır. Kateşin bileşiklerine bağlı olarak değişmekle birlikte bazı lokasyonlarda sıvı gübrelerin kateşin miktarları bir veya birkaç katı gübreden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca kafein ve kateşin bileşikleri miktarı bakımından, katı ve sıvı gübreler kendi aralarında değişiklik göstermiştir. Yürüttüğümüz denemede, farklı içerik ve oranlarda besin maddeleri ihtiva eden gübrelerin kullanımına bağlı olarak çay yaprağındaki kafein ve kateşin bileşiklerinin değişiklik gösterdiği düşünülmektedir. En yüksek miktarlarda kateşin bileşiklerinin sıvı+katı gübre kombinasyonunda elde edilmesi ile, iki farklı formdaki (sıvı ve katı) gübrenin birlikte uygulanmasının polifenollerin miktarını arttırmada etkili olabileceği kanaatine varılmıştır.

Tabu ve ark., (2015), inek gübresi ile karşılaştırıldığında inorganik gübre uygulanan çay bitkilerinde kafein içeriğinin daha yüksek olduğunu tespit etmişler ve artan N miktarı ile paralel olarak kafein içeriğinin de arttığı belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, inek gübresinin mineralize edilebilir N miktarının daha düşük olmasından ötürü daha az miktarda kafein içerebileceği çıkarımında bulunmuşlardır. Shiwakoti ve ark., (2023) yaptıkları araştırmada, organik ve inorganik gübrelerin çay yapraklarının kafein içeriğine önemli bir etkisi olmadığını saptamışlardır. Palit ve ark., (2008), inorganik gübreyle kıyaslandığında organik gübrenin polifenol üretimini artırdığını tespit etmişlerdir. Chin ve ark., (2010) tarafından yürütülen çalışmada, organik çaylarda konvansiyonel olarak yetiştirilen çaylardan daha fazla major polifenol miktarı tespit edilmiş ve polifenollerin biyosentezinin dolaylı olarak bitkilerin azot (N)

durumuna bağlı olduğu bildirilmiştir. Bu durumun izahını, flavonoidlerin yapısal olarak karbon bazlı metabolitler olması sebebiyle üretimlerinin karbonhidrat mevcudiyetine bağlı olarak belirlendiği ve artan N kaynağının karbonhidrat durumu ile şeker varlığını etkileyerek major polifenol sentezini azalttığı bilgisine dayandırmışlardır. Bir diğer araştırma (Müezzinoğlu, 2015) sonucunda ise konvansiyonel olarak yetiştirilen çayda organik çaya göre kafein miktarı daha yüksek çıkmıştır. Çalışmada, kafein oluşumunun bitki tarafından topraktan alınan azot miktarına bağlı olarak gerçekleşmesi ve ihtiyaç duyulan bu azot miktarının organik gübrede kimyasal gübreye göre çok daha az olması nedeniyle organik çaylarda daha düşük oranda kafein bulunduğu ifade edilmiştir. Bu sonuçları destekler nitelikte, organik çayların geleneksel olarak yetiştirilen çaylardan daha düşük kafein ve daha yüksek kateşin bileşikleri içerdiğine dair bulgular aktaran farklı araştırmalar da mevcuttur (Pomponio ve ark., 2003; Kim ve ark., 2015; Das ve ark., 2016; Han ve ark., 2018; Ofluoğlu, 2019).

Araştırmanın yürütüldüğü iki yıllık süre için kafein ve kateşin miktarları lokasyonların tamamında ilk hasattan son hasada doğru azalmış olup, EC ve EGC bileşikleri denemenin ilk yılında birinci hasattan nc hasada doğru azalırken ikinci yılında ise en yüksek miktarlar ikinci hasat döneminde elde edilmiştir. Çalışmamızda en yüksek EGCG miktarları, ikinci hasat döneminde elde edilmiş olup onu sırasıyla Pazar lokasyonunda birinci ve nc hasat dönemleri izlemiş ve Musadağı ve Ortapazar lokasyonlarında nc ve birinci hasat dönemleri takip etmiştir. Hasat dönemlerine bağlı olarak kateşinlerin miktarlarında tespit edilen bu farklılık üzerine yağış ve sıcaklık faktörlerinin etkili olduğu dşnlmektedir. Denememizin her iki yılında en yüksek sıcaklık değerleri ikinci hasat dönemlerinde (Temmuz-Ağustos) kaydedilmiştir. Ayrıca, hem yıllık hem de vejetasyon dönemindeki yağışlar dikkate alındığında özellikle denemenin ikinci yılında yağış rejiminin düzensiz seyrettiği dikkat çekmektedir. Sıcaklık ve yağış parametrelerinde belirtilen bu değerliklerin kateşinlerin miktarlarını etkilediği kanısına varılmıştır. En yüksek kafein seviyelerinin, sürgün büyüme oranının en hızlı olduğu hasat mevsiminde elde edildiği bildirilmiştir (Cloughley, 1982). ay filizlerindeki fenolik bileşiklerin biyosentezi güneş işığının yoğunluğu ve gün uzunluğundan etkilenmektedir (Harbowy ve ark., 1997). Caffin ve ark., (2004), kateşin gallatların yaz aylarında daha fazla birikmesinin,

güneş ışığının aydınlatma etkisinden kaynaklanabileceğine dair bilgiler ortaya koyulduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmada, soğuk hava koşullarının EGC'nin birikmesine yardımcı olduğu belirtilmiştir. Yao ve ark. (2005), soğuk aylara kıyasla sıcak aylarda hasat edilen taze çay filizlerindeki EGCG içeriğini daha yüksek bulmuşlar ve EGCG sentezinin sıcaklığa duyarlı veya bağımlı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, EGC seviyelerinin Temmuz – Ekim ayları arasındaki serin aylarda en yüksek seviyeye ulaştığını ancak Ocak - Nisan ayları arasında sıcaklık ve gün uzunluğunun artışına bağlı olarak EGC miktarının azaldığını belirlemişlerdir. Aynı zamanda diğer kateşin (C, EC ve GC) varyasyonlarında da EGC miktarlarındaki değişime benzer sonuçlar elde edilmiş olup sıcaklık artışına bağlı olarak bu bileşiklerin miktarları azalmıştır. Araştırmada, yaz aylarında EGCG'ın aktif biyosentezi esnasında büyük miktarda EGC tüketildiği ve dolayısıyla sıcak aylarda EGCG içeriğinin artmasına bağlı olarak EGC içeriğinin azaldığı kanısına varılmıştır. Benzer şekilde, daha önceki yapılan çalışmalarda gündüz süresinin uzamasına ve güneş ışığının daha güçlü gelmesine bağlı olarak bitki dokularında EGCG sentezinin arttığı bildirilmiş ve serin aylarda bu fizyolojik süreç yavaşlarken taze çay filizlerindeki ana kateşinler olan EGC ve EC birikiminin kolaylaştığı aktarılmıştır (Bokuchava ve Skobeleva, 1969; Harbowy ve ark., 1997). Ochanda ve ark. (2017) yürüttükleri çalışmada, farklı aylarda çay polifenollerinin miktarlarında meydana gelen değişimi yağıştaki azalma ve sıcaklıktaki dalgalanma ile ilişkilendirmişlerdir. Araştırma sonucunda, soğuk ve kurak geçen mevsimlerde toplam polifenol ve bireysel kateşinlerin düzeylerinde düşüş belirlenmiştir. Türkmen (2007), işlenmiş çay örneklerinde en yüksek kafein ve EGCG miktarlarını Mayıs dönemindeki çaylarda belirlemiştir. Müezzinoğlu (2011) tarafından yürütülen denemede, kafein, kateşin, EGC ve EC miktarlarının 1. hasat döneminden 3. hasat dönemine doğru azaldığı tespit edilmiş ve en yüksek EGCG miktarı 2. hasat döneminde kaydedilmiştir. Hasat dönemlerine bağlı olarak kafein ve kateşin bileşiklerinde meydana gelen farklılığın yağış ve bağıl nem gibi çevresel faktörlerden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Özdemir ve ark., 2018). Wei ve ark., (2011), çaydaki kateşinler ile klorofil içeriklerinin ilişkisini incelemişlerdir. Klorofil oluşumu ile bitki metabolizmasında çeşitli fizyolojik olaylar gerçekleşmektedir. Özellikle klorofil a içeriği, kateşin bileşikleri olan C, EC ve EGC kompozisyonunun düzenlenmesinde çok önemli rol

oyunmaktadır. Yapılan araştırma sonucunda, iklim başta olmak üzere çevre faktörlerinin çay bitkisinde kateşinlerin biyosentezi üzerine önemli etkiye sahip olduğu öne sürülmüştür.

Çalışmamızın sonucunda, rakıma bağlı olarak kafein ve kateşin bileşiklerinin değişiminde farklılıklar tespit edilmiştir. En fazla kafein miktarı rakımın en yüksek olduğu Ortopazar lokasyonunda belirlenirken, EC ve EGC miktarları açısından en yüksek sonuçlar Musadağı'da kaydedilmiştir. Denememizde, rakım arttıkça kateşin ve EGCG bileşiklerinin miktarları azalmıştır. Lokasyonlara göre yaş çay yaprağındaki kafein, kateşin, EC, EGC ve EGCG bileşiklerinin farklılık göstermesi, rakıma bağlı olarak iklim parametrelerinin değişmesi ile açıklanabilir. Diğer lokasyonlara kıyasla Musadağı lokasyonunun daha düşük ortalama sıcaklık değerlerine ve daha yüksek nispi nem miktarına sahip olması, ayrıca hem vejetasyon döneminde hem de yıl boyunca en düzensiz yağış rejiminin Ortopazar lokasyonunda kaydedilmesi sonucu kafein ve kateşin bileşiklerinin lokasyonlara bağlı olarak değişim gösterdiği düşünülmektedir. Zhang ve ark. (2018)'nin çay plantasyonlarında yüksekliğe bağlı olarak polifenol içeriğinin değişimini inceledikleri çalışmada, düşük rakımdan yüksek rakıma doğru ilerledikçe çay yapraklarındaki kateşin bileşiklerinin içeriği azalmıştır. Türk siyah çayları üzerine rakımın etkisinin incelendiği çalışmada (Özdemir ve ark., 2018), alçak rakıma nazaran yüksek rakımdan alınan çay örneklerinde daha fazla kafein, C ve EGC miktarları tespit edilmiştir. Ancak, alçak rakımda EGCG miktarı az düzeyde yüksek olmakla birlikte rakımın EGCG miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuş ve EC miktarının ise düşük rakımda daha fazla olduğu bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada, farklı yüksekliklere sahip üç bölgeden çay örnekleri toplanarak EGCG miktarları belirlenmiştir (Widyaningrum ve ark., 2015). Çalışmada, orta ve düşük rakıma kıyasla yüksek rakımdan hasat edilen çay yapraklarının en az miktarda EGCG içerdiği bildirilmiştir. Chen ve ark. (2010), mevsimlere ve rakıma bağlı olarak oolong çayda kateşin içeriklerinin değişimini incelemişler ve ilkbahar hasadı dikkate alındığında, düşük rakımda yetiştirilenlere göre yüksek rakımda yetişen çayların EGCG miktarı yüksek bulunurken C ve EGC miktarları düşük bulunmuş olup, EC miktarının rakıma bağlı olarak önemli bir değişim sergilemediğini belirtmişlerdir. Bhattacharya ve Sen Mandi (2011) yüksek ve alçak rakımda yürüttükleri çalışmada, UV radyasyonunun yoğunluğuna bağlı olarak çay

yapraklarındaki flavonoid miktarlarının değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmada, yüksek rakımda yetiştirilen çay klonlarının daha fazla UV radyasyonuna maruz kalmasının sonucu olarak flavonoid üretimi için biyosentetik yolda anahtar bir enzim olan PAL (Phenylalanine ammonia lyase) aktivitesinin arttığı ve bu durumun flavonoid ve türevlerinin birikimine de yansıdığı bildirilmiştir.

Vejetasyon periyodu dikkate alınarak yıllara göre değişimler incelendiğinde, kafein ve kateşin bileşikleri bakımından yıllar arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Kafein miktarı, denemenin yürütüldüğü lokasyonların tamamında ikinci yıla kıyasla ilk yılda daha yüksektir. Kateşin, EC ve EGCG miktarları bütün lokasyonlarda ilk yıla nazaran ikinci yılda artarken, EGC miktarı için Musadağı ve Ortapazar lokasyonlarında ilk yılda ve Pazar lokasyonunda ikinci yılda en yüksek değerler elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında bütün lokasyonlardaki sıcaklık, nispi nem ve yıllık yağış miktarlarının daha düşük olması ve yağış rejiminin ilk yıla göre daha düzensiz seyretmesi nedeniyle yıllar arasında kafein ve kateşin miktarları bakımından farklılık oluşabileceği düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Farklı içerik ve formlara sahip organik gübrelerin taze çay yapraklarında verim, kalite parametreleri ve antioksidan aktivite üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen bu çalışma 2018 ve 2019 yıllarında farklı rakımdaki üç lokasyonda kurulan deneme alanlarında yürütülmüştür. Yaş çay yaprakları 2018 ve 2019 yıllarında üç farklı hasat döneminde (mayıs-haziran, 1. sürgün; temmuz-ağustos, 2. sürgün ve eylül-ekim, 3. sürgün) toplanmıştır. Toplanan taze çay yapraklarında, hasat dönemlerinde elde edilen yaş yaprak verimleri ile yıllık toplam verim miktarları belirlenmiştir. Ayrıca, çay bitkisinin toplam fenolik madde, polifenolik bileşikler (C, EC, EGC ve EGCG) ve kafein içerikleri ile antioksidan aktiviteleri üzerine farklı gübre uygulamalarının etkileri incelenmiştir.

Pazar, Musadağı ve Ortapazar lokasyonları için hasat dönemleri yaş yaprak verimi ve yıllık toplam yaş yaprak verimi bakımından en fazla artış genel olarak inorganik gübrede kaydedilmiştir. Aynı zamanda, inorganik gübre ile katı gübrelerin yaş yaprak verimi üzerine etkisi birbirinden farksız olmakla birlikte Ortapazar lokasyonunda 3 numaralı katı organik gübre uygulaması, inorganik gübreye göre yaş yaprak verimini daha fazla artırmıştır. Sıvı organik gübrelerin ve sıvı+katı organik gübre kombinasyonunun yaş yaprak verimi üzerine etkilerinin kontrolden farksız veya düşük olduğu sonuçlar tespit edilmiştir. Yaş yaprak verimi bakımından en yüksek değerler hasat dönemleri arasında 1. hasat döneminde ve lokasyonlar arasında en yüksek rakımdan elde edilmiştir. Yıllara göre değişimler incelendiğinde, ilk yıldaki yaş yaprak verimleri denemenin ikinci yılına göre daha yüksektir.

Genel olarak toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite için en fazla artış sıvı+katı organik gübre kombinasyonunda kaydedilmiştir. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite bakımından en çok artışın elde edildiği katı ve sıvı organik gübreler lokasyon bazında farklılık göstermiştir. Ancak genel olarak katı organik gübrelerden K3 ve sıvı organik gübrelerden S2 gübre uygulamaları toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerini artırmıştır. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite, denemenin ilk yılında 1. hasat döneminde ve ikinci yılında 2. hasat döneminde artmıştır. Lokasyon bazında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin değişimi incelendiğinde, en fazla artış orta rakımda elde edilmiştir. Yıl

bazında değişiklikler dikkate alındığında, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin denemenin ikinci yılında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Denemenin yürütüldüğü bütün lokasyonlarda, en yüksek kafein ve kateşin miktarları genel olarak inorganik gübreden elde edilmiştir. Epikateşin, epigallokateşin ve epigallokateşin gallat bileşiklerinin miktarlarında ise en fazla artış genellikle sıvı+katı organik gübre kombinasyonunda kaydedilmiştir. Hasat dönemleri dikkate alındığında; kafein ve kateşin miktarlarında 1. hasat döneminde, EC ve EGC miktarlarında ilk yıl 1. hasat ve ikinci yıl 2. hasat döneminde, EGCG miktarlarında ise ikinci hasat döneminde en yüksek sonuçlar tespit edilmiştir. Lokasyonlara göre incelediğimiz parametrelerin değişimi göz önünde bulundurulduğunda; en fazla kafein miktarı Ortapazar'da belirlenirken, en yüksek kateşin ve EGCG miktarları Pazar lokasyonundan elde edilmiştir. Bunun yanı sıra, EC ve EGC miktarlarında en çok artış Musadağı lokasyonunda kaydedilmekle birlikte rakıma bağlı olarak gösterdikleri değişikliklerin farklı olduğunu söylemek mümkündür. Yıllara göre değişimler incelendiğinde, kafein miktarının ilk yılda daha fazla olduğu ve kateşin bileşiklerinin genel olarak ikinci yılda daha yüksek miktarlara ulaştığı saptanmıştır.

Bu bilgiler doğrultusunda aşığıda sunulan sonuçlara ulaşılmıştır;

✓ İnorganik gübre, yaşı çay yaprağı verimini kontrole göre %100'e varan oranlarda artırmaktadır. Ayrıca, katı gübreler yaşı yaprak verimini %74'e varan oranlarda artırmakla birlikte genel olarak yaprak verimi üzerine etkileri inorganik gübre ile aynıdır. Sıvı gübrelerin ve sıvı+katı gübre kombinasyonunun yaşı yaprak verimi üzerine etkileri genellikle kontrolden farksızdır.

✓ Çalışmamızda organik gübrelerin, incelediğimiz kalite kriterlerini ve antioksidan aktiviteyi artırdığı belirlenmiştir. Toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, EC, EGC ve EGCG miktarları en çok sıvı+katı organik gübre kombinasyonunda ve sırasıyla %20, %27, %70, %60 ve 52'ye varan oranlarda artmıştır. Kafein ve kateşin miktarları bakımından, genellikle inorganik gübre ve katı organik gübrelerde daha fazla artış kaydedilmiştir. Organik gübreler açısından değerlendirildiğinde, katı ve sıvı gübrelerden elde edilen sonuçlar lokasyonlara bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Bu nedenle, kalite kriterleri ve antioksidan aktivite

bakımından organik gübreler arasında net bir kıyaslama yapmamız mümkün olmamıştır.

✓ Hasat dönemlerinin yaş yaprak verimi üzerine etkili olduğu belirlenmiş ve yaş yaprak verimi 1. hasat döneminde daha fazla artmıştır. Toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, EC ve EGC miktarları üzerine hasat dönemlerinin etkisi yıllara göre değişiklik göstermiştir. Kafein ve kateşin miktarları 1. hasat döneminde, EGCG miktarları ise 2. hasat döneminde artmıştır. Bu veriler, yıllara ve incelenen bileşiklere bağlı olarak hasat dönemlerinin polifenoller üzerine etkisinin değişebileceğini ortaya koymuştur.

✓ Toplam fenol, antioksidan aktivite, EC ve EGC miktarlarında rakıma bağlı olarak düzenli bir değişim gerçekleşmemiştir. Bununla birlikte, kafein miktarının en yüksek rakımda daha fazla artış gösterdiği ve rakım yükseldikçe kateşin ve EGCG miktarlarının azaldığı belirlenmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen bulgular, katı organik gübrelerin çay bitkisinde yaş yaprak verimini artırdıklarını ve inorganik gübreye karşı iyi bir seçenek olarak kullanılacaklarını ortaya koymuştur. Katı organik gübreler arasında özellikle hayvansal ve bitkisel atıkların fermantasyonu sonucunda elde edilen organik gübreler (K3), inorganik gübreye alternatif olarak tercih edilebilir. Ayrıca lokasyonlara, hasat dönemlerine ve yıllara göre değişmekle birlikte, organik gübreler kalite kriterleri ve antioksidan aktivitenin artmasına önemli katkılar yapmışlardır. Diğer taraftan, katı vermikompost ile aminoasit içerikli sıvı vermikompost ve leonardit birleşiminden oluşan gübre kombinasyonu (S+K), çay yaprağında kalite parametrelerini arttırmak amacıyla kullanılabilir.



## 6. KAYNAKLAR

- Akbulut, A., Kara, ŞM. & Özcan, A. (2020). Siyah, yeşil ve beyaz çayların kalite kriterleri, mineral içerikleri, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite yönünden karşılaştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi*. 9(2), 279-288.
- Akyol, N. (2013). Sıvı hayvan gübresinin pamuk tarımında üst gübre olarak kullanılabilirliği ve uygun doz araştırması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Aydın.
- Alarcón, E., Campos, A., Edwards, A., Lissi, E. & López-Alarcón, C. (2008). Antioxidant capacity of herbal infusions and tea extracts: A comparison of ORAC-fluorescein and ORAC-pyrogallol red methodologies. *Food Chemistry*. 107(3), 1114-1119.
- Albayrak, S. (2018). Farklı sürgün dönemlerine ait kurutulmuş siyah çayın kalite özelliklerinin ekolojik bölgelere göre değişiminin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Ordu.
- Alikılıç, D. (2016). Çay'ın Karadeniz Bölgesi İçin Önemi ve Tarihi Seyri. *Karadeniz İncelemeleri Dergisi*. 11(21), 269-280.
- Aluthgamaa, A., Bandarab, N., Dissanayakeb, P. & Dissanayakec, R. (2020). Evaluation of physicochemical and organoleptic properties of wild tea (*Camellia sinensis*) compared to selected commercially grown tea cultivars in Sri Lanka. *Journal of Agriculture and Value Addition*. 3(1), 1-10.
- An, BJ., Kwak, JH., Son, JH., Park, JM., Lee, JY., Jo, C. & Byun, MW. (2004). Biological and anti-microbial activity of irradiated green tea polyphenols. *Food Chemistry*. 88(4), 549-555.
- Anesini, C., Ferraro, GE. & Filip, R. (2008). Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *Journal of agricultural and food chemistry*. 56(19), 9225-9229.
- Anonim. (2019). 2019 Yılı Çay Sektörü Raporu (ÇAYKUR), Yayın No: 601(4), Rize.
- Anonim. (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 08.09.2023)
- Armoskaite, V., Ramanauskiene, K., Maruska, A., Razukas, A., Dagilyte, A., Baranauskas, A. & Briedis, V. (2011). The analysis of quality and antioxidant activity of green tea extracts. *Journal of Medicinal Plants Research*. 5(5), 811-816.
- Astill, C., Birch, MR., Dacombe, C., Humphrey, PG. & Martin, PT. (2001). Factors affecting the caffeine and polyphenol contents of black and green tea infusions. *Journal of agricultural and food chemistry*. 49(11), 5340-5347.
- Atalay, D. & Erge, HS. (2017). Determination of some physical and chemical properties of white, green and black teas (*Camellia Sinensis*). *Gıda the Journal of Food*. 42(5), 494-504. <https://doi.org/10.15237/gida.GD17024>

- Aucamp, J., Hara, Y. & Apostolides, Z. (2000). Simultaneous analysis of tea catechins, caffeine, gallic acid, theanine and ascorbic acid by micellar electrokinetic capillary chromatography. *Journal of Chromatography A*. 876(1-2), 235-242.
- Aygün, Y. & Acar, M. (2004). Organik gübreler ve önemi. *Hasat Dergisi*. 228, 68-72.
- Bademkiran, F., Çığ, A. & Türkoğlu, N. (2018). Nergis (Narcissus cv.'Royal Connection') bitkisinin gelişimi üzerine katı ve sıvı solucan gübresi dozlarının etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 5(4), 676-684.
- Balci, F. & Özdemir, F. (2016). Influence of shooting period and extraction conditions on bioactive compounds in Turkish green tea. *Food Science and Technology*. 36(4), 737-743. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.17016>
- Balentine, DA., Wiseman, SA. & Bouwens, LC. (1997). The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*. 37(8), 693-704.
- Barbora, A. (1996). Integrated nutrient management for tea in north-eastern India. *Fertiliser news*. 41(12).
- Benzie, IF. & Strain, JJ. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*. 239(1), 70-76.
- Bertolini, F., Fusetti, L., Rabascio, C., Cinieri, S., Martinelli, G. & Pruneri, G. (2000). Inhibition of angiogenesis and induction of endothelial and tumor cell apoptosis by green tea in animal models of human high-grade non-Hodgkin's lymphoma. *Leukemia*. 14(8), 1477-1482.
- Bhattacharya, S. & Sen Mandi, S. (2011). Variation in antioxidant and aroma compounds at different altitude: A study on tea (*Camellia sinensis* L. Kuntze) clones of Darjeeling and Assam, India. *African Journal of Biochemistry Research*. 5(5), 148-159.
- Boehm, K., Borrelli, F. & Ernst, E. (2009). Green tea (*Camellia sinensis*) for the prevention of cancer. *Cochrane Database Systematic Reviews*.
- Bokuchava, MA. & Skobeleva, NI. (1969). The chemistry and biochemistry of tea and tea manufacture. *Advances in food research*. 17, 215-292.
- Botwright, T. (1997). Growth and quality of green tea (*Camellia sinensis* var *sinensis*). PhD Thesis, University of Tasmania.
- Burana Osot, J. & Yanpaisan, W. (2012). Catechins and caffeine contents of green tea commercialized in Thailand. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*. 22(17), 1-7.
- Butler, LM. & Wu, AH. (2011). Green and black tea in relation to gynecologic cancers. *Molecular nutrition & food research*. 55(6), 931-940.
- Büyükfiliz, F. (2016). Vermikompost gübrelemesinin ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Cabrera, C., Artacho, R. & Giménez, R. (2006). Beneficial effects of green tea - a review. *Journal of the American College of Nutrition*. 25(2), 79-99.

- Cabrera, C., Giménez, R. & López, MC. (2003). Determination of tea components with antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51(15), 4427-4435.
- Caffin, N., D'arcy, B., Yao, L. & Rintoul, G. (2004). Developing an index of quality for Australian tea. *Rural Industries Research and Development Corporation Publication*. 4, 033.
- Canbay, HS. & Doganturk, M. (2017). Türkiye'deki Bazı Diyet Çay Örneklerinin Fenolik Bileşik İçeriği. *Akademik Gıda*. 15(4), 350-354.
- Cao, G., Sofic, E. & Prior, RL. (1996). Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of agricultural and food chemistry*. 44(11), 3426-3431.
- Carlioni, P., Tiano, L., Padella, L., Bacchetti, T., Customu, C., Kay, A. & Damiani, E. (2013). Antioxidant activity of white, green and black tea obtained from the same tea cultivar. *Food Research International*. 53(2), 900-908.
- Chakraborty, K., Bhattacharjee, S., Pal, TK. & Bhattacharyya, S. (2015). Evaluation of in vitro antioxidant potential of Tea (*Camelia sinensis*) leaves obtained from different heights of Darjeeling Hill, West Bengal. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 5(1), 063-068.
- Chan, EWC., Lim, YY. & Chew, YL. (2007). Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Food Chemistry*. 102(4), 1214-1222. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.009>
- Chang, CJ., Chiu, KL., Chen, YL. & Chang, CY. (2000). Separation of catechins from green tea using carbon dioxide extraction. *Food Chemistry*. 68(1), 109-113.
- Chen, CN., Liang, CM., Lai, JR., Tsai, YJ., Tsay, JS. & Lin, JK. (2003). Capillary electrophoretic determination of theanine, caffeine, and catechins in fresh tea leaves and oolong tea and their effects on rat neurosphere adhesion and migration. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51(25), 7495-7503.
- Chen, Y., Jiang, Y., Duan, J., Shi, J., Xue, S. & Kakuda, Y. (2010). Variation in catechin contents in relation to quality of 'Huang Zhi Xiang' Oolong tea (*Camellia sinensis*) at various growing altitudes and seasons. *Food Chemistry*. 119(2), 648-652.
- Chen, ZS., Hseu, ZY. & Tsai, CC. (2015). The soils of Taiwan. Springer, XIII, 127. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-94-017-9726-9>
- Chin, FS., Ho, TY., Chong, KP., Jalloh, MB. & Wong, NK. (2010). Organic versus conventional farming of tea plantation. *Borneo Science*. 26, 19-26.
- Chong, KP., Ho, TY. & Jalloh, MB. (2008). Soil nitrogen phosphorus and tea leaf growth in organic and conventional farming of selected fields at Sabah tea plantation slope. *Journal of Sustainable Development*. 1(3), 117-122.
- Cloughley, J. (1982). Factors influencing the caffeine content of black tea: Part 1— The effect of field variables. *Food Chemistry*. 9(4), 269-276.
- Cooper, R. (2012). Green tea and theanine: health benefits. *International journal of food sciences and nutrition*. 63(1), 90-97.

- Cooper, R., Morré, DJ. & Morré, DM. (2005). Medicinal benefits of green tea: Part I. Review of noncancer health benefits. *Journal of Alternative & Complementary Medicine*. 11(3), 521-528.
- Craig, WJ. (1999). Health-promoting properties of common herbs. *The American journal of clinical nutrition*. 70(3), 491s-499s.
- Çatal, Mİ., Bakoğlu, A. & Çelik, Ş. (2022). Farklı organik gübre uygulamaları ve biçim zamanlarının çay bitkisinde (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) verim üzerine etkileri. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*. 7(4), 406-411.
- Çelik, F. (2006). Çay (*Camellia sinensis*); içeriği, sağlık üzerindeki koruyucu etkisi ve önerilen tüketimi. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*. 26(6), 642-648.
- Darnhofer, I., Lindenthal, T., Bartel Kratochvil, R. & Zollitsch, W. (2010). Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. *Agronomy for sustainable development*. 30, 67-81.
- Das, S., Borua, PK. & Bhagat, RM. (2016). Soil nitrogen and tea leaf properties in organic and conventional farming systems under humid sub-tropical conditions. *Organic agriculture*. 6, 119-132.
- De Mejia, EG., Ramirez Mares, MV. & Puangraphant, S. (2009). Bioactive components of tea: cancer, inflammation and behavior. *Brain Behavior and Immunity*. 23(6), 721-731. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2009.02.013>
- De Silva, MSDL. (2007). The effects of soil amendments on selected properties of tea soils and tea plants (*Camellia sinensis* L.) in Australia and Sri Lanka. PhD Thesis, James Cook University, Philosophy in Tropical Plant Science, Australia.
- Deka, H., Sarmah, PP., Devi, A., Tamuly, P. & Karak, T. (2021). Changes in major catechins, caffeine, and antioxidant activity during CTC processing of black tea from North East India. *Royal Society of Chemistry Advances*. 11(19), 11457-11467. <https://doi.org/10.1039/d0ra09529j>
- Demir, H., Topuz, A., Gölükcü, M., Polat, E., Özdemir, F. & Şahin, H. (2003). Ekolojik üretimde farklı organik gübre uygulamalarının domatesin mineral madde içeriği üzerine etkisi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*. 16(1), 19-25.
- Demir, N. & Bostan, SZ. (2021). Yaş çay (*Camelia sinensis* L.) verimi ve kalite özelliklerinin güneşlenme durumu ve sürgün dönemlerine göre değişimi. *Bahçe Journal*. 50(2), 103-110.
- Devkota, S., Rayamajhi, K. & Shrestha, J. (2021). Effects of different doses of organic and inorganic fertilizers on cauliflower yield and soil properties. *Journal of Agriculture and Natural Resources*. 4(2), 11-20.
- Dey, SK., Pal, S., Ghosh, D., Saha, C., Chakrabarti, AK. & Datta, SC. (2012). Total polyphenol content, antioxidant activity and lipid peroxidation inhibition

- efficacy of branded tea (*Camellia sinensis*) available in India. *International Journal of Tea Science*. 8(03), 13-20.
- Efe, A. (2017). Siyah Çayların Farklı Demleme Sürelerine Göre Kimyasal Bileşiminin Araştırılması. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, Diyarbakır.
- Ekin, S. (2022). Sıvı gübrelerin makarnalık buğdayda yapraktan uygulanması ile verim, verim unsurları ve kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Mardin.
- Reference Elliot, EC. & Whitehead, FJ. (1996). Tea plantation in Ceylon. In: Charles Subasingne and sons (p) Ltd, Colombo, Sri Lanka. 1p.
- Eraslan, F., İnal, A., Güneş, A., Erdal, İ. & Coşkan, A. (2010). Türkiye’de kimyasal gübre üretim ve tüketim durumu, sorunlar, çözüm önerileri ve yenilikler. *Tmmob ziraat mühendisleri odası, ziraat mühendisliği vii. Teknik kongresi*. 11, 15.
- Ercisli, S., Orhan, E., Ozdemir, O., Sengul, M. & Gungor, N. (2009). Seasonal variation of total phenolic, antioxidant activity, plant nutritional elements, and fatty acids in tea leaves (*Camellia sinensis* var. *sinensis* clone Derepazari 7) grown in Turkey. *Pharmaceutical Biology*. 46(10-11), 683-687. <https://doi.org/10.1080/13880200802215818>
- Erol, NT., Sarı, F. & Velioglu, YS. (2010). Polyphenols, alkaloids and antioxidant activity of different grades turkish black tea. *Gida*. 35(3), 161-168.
- Ertürk, Y., Ercisli, S., Sengul, M., Eser, Z., Haznedar, A. & Turan, M. (2010). Seasonal variation of total phenolic, antioxidant activity and minerals in fresh tea shoots (*Camellia sinensis* var. *sinensis*). *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 23(1), 69-74.
- Eyüboğlu, H., Meyveci, K., Avcı, M. & Avcın, A. (1992). Wuxal tip 6 sıvı yaprak gübresinin Orta Anadolu koşullarında buğday verimi ve kalitesine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 1(1), 46-55.
- Feller, U. & Fischer, A. (1994). Nitrogen metabolism in senescing leaves. *Critical reviews in plant sciences*. 13(3), 241-273.
- Fisunoğlu, M. & Besler, HT. (2008). Çay ve sağlık ilişkisi. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 727.
- Fujiki, H. (1999). Two stages of cancer prevention with green tea. *Journal of cancer research and clinical oncology*. 125, 589-597.
- Fung, KF. & Wong, MH. (2002). Effects of soil pH on the uptake of Al, F and other elements by tea plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82(1), 146-152.
- Gao, SL., Hu, SS., He, P., Feng, K., Pan, RY., Zhang, S., Guo, B., Lee, TC. & Lin, J-K. (2020). Effects of reducing chemical fertilizer on the quality components of Tieguanyin tea leaves. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,

- George, J., Nigam, N. & Shukla, Y. (2008). Tea: age-old beverage as an effective cancer chemopreventive agent. *Oncology Reviews*. 1(4), 243-252.
- Goto, T., Yoshida, Y., Kiso, M. & Nagashima, H. (1996). Simultaneous analysis of individual catechins and caffeine in green tea. *Journal of Chromatography A*. 749(1-2), 295-299.
- Gökalp, HY. & Çeper, Ş. (1990). Yeşil çay üretim teknolojisi ve ülkemizde yeşil çay üretimi. *Gıda*. 15(6), 355-358.
- Gökşen, MY. (2019). Farklı sıvı gübrelere ekmeçlik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) verim ve kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Graham, DY., Lew, GM., Klein, PD., Evans, DG., Evans Jr, DJ., Saeed, ZA. & Malaty, HM. (1992). Effect of treatment of *Helicobacter pylori* infection on the long-term recurrence of gastric or duodenal ulcer: a randomized, controlled study. *Annals of internal medicine*. 116(9), 705-708.
- Gu, S., Hu, Q., Cheng, Y., Bai, L., Liu, Z., Xiao, W., Gong, Z., Wu, Y., Feng, K., Deng, Y. & Tan, L. (2019). Application of organic fertilizer improves microbial community diversity and alters microbial network structure in tea (*Camellia sinensis*) plantation soils. *Soil and Tillage Research*. 195. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104356>
- Gui, J., Fu, X., Zhou, Y., Katsuno, T., Mei, X., Deng, R., Xu, X., Zhang, L., Dong, F. & Watanabe, N. (2015). Does enzymatic hydrolysis of glycosidically bound volatile compounds really contribute to the formation of volatile compounds during the oolong tea manufacturing process? *Journal of agricultural and food chemistry*. 63(31), 6905-6914.
- Gulati, A., Rawat, R., Singh, B. & Ravindranath, S. (2003). Application of microwave energy in the manufacture of enhanced-quality green tea. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51(16), 4764-4768.
- Guo, G., Hu, K. & Yuan, D. (2006). Study on chemical composition of Maojian Tea in Xinyang. *Sci Technol. Food. Ind.* 12, 162-165.
- Günhan, T. (2020). Azaltılmış azot gübresi uygulamaları ve solucan gübresi kombinasyonlarının pehlivan ekmeçlik buğday çeşidinde (*Triticum aestivum* L.) verim ve verim öğeleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Hajiboland, R. (2017). Environmental and nutritional requirements for tea cultivation. *Folia Horticulturae*. 29(2), 199-220. <https://doi.org/10.1515/fhort-2017-0019>
- Hajimahmoodi, M., Hanifeh, M., Oveisi, M., Sadeghi, N. & Jannat, B. (2008). Determination of total antioxidant capacity of green teas by the ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*. 5(3), 167-172.
- Hajra, NG. (2001). Tea cultivation: comprehensive treatise. International Book Distribution Company. Chaman Studio Building, 2nd Floor Charbagh, Lucknow-226004 (India).

- Han, C., Tian, J. & Chen, J. (1997). The screening of anticarcinogenic ingredients in tea-polyphenols. *Journal of nutraceuticals, functional & medical foods*. 1(2), 7-24.
- Han, WY., Wang, DH., Fu, SW. & Ahmed, S. (2018). Tea from organic production has higher functional quality characteristics compared with tea from conventional management systems in China. *Biological Agriculture & Horticulture*. 34(2), 120-131. <https://doi.org/10.1080/01448765.2017.1396497>
- Hanay, N. (2011). Farklı ekstrasyon süre ve sıcaklıklarının çaydan deme geçen fenolik ve alkaloid madde miktarı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Antalya.
- Haorongbam, NS., Rout, J. & Sethi, LN. (2014). Effect of different doses of organic, bio and chemical fertilizer on tea crop productivity in assam: a field experiment. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*. 5(6), 593.
- Hara, Y. (1992). The effects of tea polyphenols on cardiovascular diseases. *Preventive medicine*. 21(3), 333.
- Hara, Y., Luo, S., Wickremasinghe, R. & Yamanishi, T. (1995). Special issue on tea. *Food Reviews International*. 11(3), 371-542.
- Harbowy, ME., Balentine, DA., Davies, AP. & Cai, Y. (1997). Tea chemistry. *Critical reviews in plant sciences*. 16(5), 415-480.
- Hatipoğlu, AR. (2021). Piyasada satışı sunulan siyah, yeşil ve beyaz çaylardaki kateşin düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Hilal, Y. & Engelhardt, U. (2007). Characterisation of white tea – Comparison to green and black tea. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*. 2(4), 414-421. <https://doi.org/10.1007/s00003-007-0250-3>
- Ho, CT. (1994). Food phytochemicals for cancer prevention II. American Chemical Society.
- Hoang, TX., Thang, VN., Van Thu, D., Binh, NN., Van Toan, N. & Hoang, DT. (2021). Effects of mineral fertilizer doses and ratios on tea yield and quality. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*. 4(2), 997-1006.
- Horuz, A. & Korkmaz, A. (2006). Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayın verimi, azot içeriği ve mineral madde kompozisyonu. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 21(1), 49-54.
- Hour, TC., Liang, YC., Chu, IS. & Lin, JK. (1999). Inhibition of eleven mutagens by various tea extracts,(-) epigallocatechin-3-gallate, gallic acid and caffeine. *Food and Chemical Toxicology*. 37(6), 569-579.
- Hukom, ZF. (2020). Pengaruh penambahan nitrogen pada pupuk cair dan musim terhadap kandungan bahan aktif Epigallocatekin Galat (EGCG) pucuk teh (*Camellia sinensis* L.). *Agrologia*. 9(2).

- Ilgaz, AŞ., Sarımeahmet, M. & Kalcıoğlu, Z. (2005). 2004 Yılı 1. Sürđün dönemine ait Çaykur yeşil çay nevelerinin kalite parametrelerinin belirlenmesi ve yabancı ölkelerde üretilen yeşil çaylarla mukayesesi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (Rapor) Rize, Issue.
- Ipinmoroti, RR., Iremiren, GO., Olubamiwa, O., Fademi, AO. & Aigbekaen, EO. (2011). Effect of inorganic and organic based fertilizers on growth performance of tea and cost implications in Kusuku, Nigeria. *Journal of Life Sciences*. 5(7), 536-540.
- Islam, S., Hamid, F., KA, SS., Zaman, Q., Noorullah, K., Abbas, K. & Basharat, H. (2017). Effect of organic fertilizer on the growth of tea (*Camellia sinensis* L.). *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 36(8), 1-9.
- Izzreen, NMQ. & Fadzelly, MA. (2013). Phytochemicals and antioxidant properties of different parts of *Camellia sinensis* leaves from Sabah Tea Plantation in Sabah, Malaysia. *International Food Research Journal*. 20(1), 307.
- Jayasekera, S., Molan, A., Garg, M. & Moughan, P. (2011). Variation in antioxidant potential and total polyphenol content of fresh and fully-fermented Sri Lankan tea. *Food Chemistry*. 125(2), 536-541.
- Ji, L., Wu, Z., You, Z., Yi, X., Ni, K., Guo, S. & Ruan, J. (2018). Effects of organic substitution for synthetic N fertilizer on soil bacterial diversity and community composition: A 10-year field trial in a tea plantation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 268, 124-132.
- Jin, JQ., Ma, JQ., Ma, CL., Yao, MZ. & Chen, L. (2014). Determination of catechin content in representative Chinese tea germplasms. *Journal of agricultural and food chemistry*. 62(39), 9436-9441.
- Kacar, B. (1987). Çayın biyokimyası ve işleme teknolojisi. Çaykur Yayınları, Ankara.
- Kacar, B. (1992). Yapraktan bardağa çay. *T.C. Ziraat Bankası Kùltür Yayınları*. 23, 441.
- Kacar, B. (2010). Çay bitkisi biyokimyası, gübrenmesi, işleme teknolojisi. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar, B. & Katkat, AV. (2007). Gübreler ve gübreleme tekniği. Nobel Yayın Dağıtım.
- Kakar, K., Xuan, TD., Noori, Z., Aryan, S. & Gulab, G. (2020). Effects of organic and inorganic fertilizer application on growth, yield, and grain quality of rice. *Agriculture*. 10(11), 544.
- Kalia, A. & Gosal, S. (2011). Effect of pesticide application on soil microorganisms. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 57(6), 569-596.
- Kamau, D., Kekana, V., Sitienei, K., Wanyoko, J. & Nyabundi, K. (2015). Prospects for organic tea farming in Kenya: Two case studies. Proceedings of the First International Conference on Tea Science and Development, Kenya.
- Kang, J., Ye, J., Wang, Y., Chen, Y., Hong, L., Li, M., Jia, Y., Wang, Y., Jia, X., Wu, Z. & Wang, H. (2022). Effects of long-term use of organic fertilizer with



- different dosages on soil improvement, nitrogen transformation, tea yield and quality in acidified tea plantations. *Plants (Basel)*. 12(1). <https://doi.org/10.3390/plants12010122>
- Kaplan, M., Aktaş, M., Güneş, A., Alpaslan, M. & Sönmez, S. (2000). Türkiye gübre üretim ve tüketiminin değerlendirilmesi. *V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi*. 881, 900.
- Karori, S., Wachira, F., Ngure, R. & Mireji, P. (2014). Polyphenolic composition and antioxidant activity of Kenyan Tea cultivars. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 3(4), 105-116.
- Karori, S., Wachira, F., Wanyoko, J. & Ngure, R. (2007). Antioxidant capacity of different types of tea products. *African journal of Biotechnology*. 6(19).
- Katiyar, S. & Mukhtar, H. (1996). Epidemiologic and experimental studies. *International Journal of Oncology*. 8, 221-238.
- Katiyar, SK., Bergamo, BM., Vyalil, PK. & Elmets, CA. (2001). Green tea polyphenols: DNA photodamage and photoimmunology. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 65(2-3), 109-114.
- Katiyar, SK. & Mukhtar, H. (1997). Tea antioxidants in cancer chemoprevention. *Journal of Cellular Biochemistry*. 67(S27), 59-67.
- Kaur, L., Jayasekera, S. & Moughan, PJ. (2014). Antioxidant quality of tea (*Camellia sinensis*) as affected by environmental factors: Processing and impact on antioxidants in beverages, Ed.: Preedy, V., Elsevier, London, UK, 121-129.
- Keleşoğlu, B. (2012). Siyah ve yeşil çay ile atıklarının oksidatif DNA hasarına yönelik etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi,
- Khan, N., Afaq, F. & Mukhtar, H. (2008). Cancer chemoprevention through dietary antioxidants: progress and promise. *Antioxidants & redox signaling*. 10(3), 475-510.
- Khanal, R. (2013). A study of organic tea cultivation (A case study of Tinjure Tea Farmer Co-Operative Association Ltd., Phakphok Ilam). Master's Thesis, Mahendra Ratna Multiple Campus Ilam, Department of Rural Development, Nepal.
- Khokhar, S. & Magnusdottir, S. (2002). Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. *Journal of agricultural and food chemistry*. 50(3), 565-570.
- Khokhar, S., Venema, D., Hollman, PC., Dekker, M. & Jongen, W. (1997). A RP-HPLC method for the determination of tea catechins. *Cancer letters*. 114(1-2), 171-172.
- Kim, MJ., Kim, JH., Kim, JH. & Kim, YJ. (2015). Comparative studies on the antioxidant capacities and catechin profiles of conventional and organic green tea. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 58(4), 475-480.

- Komes, D., Horzic, D., Belscak, A., Kovacevic Ganic, K. & Bljak, A. (2009). Determination of caffeine content in tea and maté tea by using different methods. *Czech J. Food Sci.* 27(1), 213-216.
- Kulluk, DA. (2022). Şeker pancarına uygulanan katı ve sıvı gübrelerin etkinliklerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Konya.
- Lee, BL. & Ong, CN. (2000). Comparative analysis of tea catechins and theaflavins by high-performance liquid chromatography and capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A.* 881(1-2), 439-447.
- Li, F., Wang, Y., Li, D., Chen, Y., Qiao, X., Fardous, R., Lewandowski, A., Liu, J., Chan, TH. & Dou, QP. (2018). Perspectives on the recent developments with green tea polyphenols in drug discovery. *Expert Opin Drug Discov.* 13(7), 643-660. <https://doi.org/10.1080/17460441.2018.1465923>
- Liang, Y., Lu, J., Zhang, L., Wu, S. & Wu, Y. (2003). Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions. *Food Chemistry.* 80(2), 283-290.
- Lin, JK., Lin, CL., Liang, YC., Lin Shiau, SY. & Juan, IM. (1998). Survey of catechins, gallic acid, and methylxanthines in green, oolong, pu-erh, and black teas. *Journal of agricultural and food chemistry.* 46(9), 3635-3642.
- Lin, W., Lin, M., Zhou, H., Wu, H., Li, Z. & Lin, W. (2019). The effects of chemical and organic fertilizer usage on rhizosphere soil in tea orchards. *PloS one.* 14(5), 1-16.
- Lin, YL., Juan, IM., Chen, YL., Liang, YC. & Lin, JK. (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.
- Lin, YS., Tsai, YJ., Tsay, JS. & Lin, JK. (2003). Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. *Journal of agricultural and food chemistry.* 51(7), 1864-1873.
- Liu, J., Jin, M. & Mao, Z. (2021). Effects of reduced application of special organic fertilizers on tea production. *Bangladesh Journal of Botany,* 939-945.
- Luczaj, W. & Skrzydlewska, E. (2005). Antioxidative properties of black tea. *Preventive medicine.* 40(6), 910-918.
- Luximon-Ramma, A., Bahorun, T., Crozier, A., Zbarsky, V., Datla, KP., Dexter, DT. & Aruoma, OI. (2005). Characterization of the antioxidant functions of flavonoids and proanthocyanidins in Mauritian black teas. *Food Research International.* 38(4), 357-367.
- Mahmutoğlu, H. (2012). Çay bitkisinin yetiştirilmesi. *Standart Ekonomik ve Teknik Dergi.* 607, 30-36.
- Maltas, A., Charles, R., Jeangros, B. & Sinaj, S. (2013). Effect of organic fertilizers and reduced-tillage on soil properties, crop nitrogen response and crop yield: Results of a 12-year experiment in Changins, Switzerland. *Soil and Tillage Research.* 126, 11-18.

- Mammadov, R. (2014). Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolitler. Nobel Akademik Yayıncılık Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., yayın no: 841, Ankara., 428.
- Manzocco, L., Anese, M. & Nicoli, M. (1998). Antioxidant properties of tea extracts as affected by processing. *LWT-Food Science and Technology*. 31(7-8), 694-698.
- Mastura, YH., Hasnah, H. & Dang, T. (2017). Total phenolic content and antioxidant capacity of beans: organic vs inorganic. *International Food Research Journal*. 24(2).
- Mehra, A. & Baker, C. (2007). Leaching and bioavailability of aluminium, copper and manganese from tea (*Camellia sinensis*). *Food Chemistry*. 100(4), 1456-1463.
- Mendilcioglu, K. (2000). Tea growth techniques. *Ege University Agricultural Faculty*. 12, 43.
- Mishra, J., Dash, A. & Dash, D. (2013). Medicinal and therapeutic potentialities of green tea (*Camellia sinensis*)-A review. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2(6), 4745-4763.
- Miura, Y., Chiba, T., Tomita, I., Koizumi, H., Miura, S., Umegaki, K., Hara, Y. & Ikeda, M. (2001). Tea catechins prevent the development of atherosclerosis in apoprotein E-deficient mice. *The Journal of nutrition*. 131(1), 27-32.
- Mokaya, BN. (2016). Effect of varying rates of organic and inorganic fertilizers on growth, yield and nutrient use efficiency of clonal tea (*Camellia sinensis* L.[O] Kuntze). Master Thesis, University of Nairobi, Department of Plant Science and Crop Protection, Faculty of Agriculture, Nairobi, Kenya.
- Mokaya, BN., Chemining'Wa, GN., Ambuko, JL. & Nyankanga, RO. (2018). Effect of organic and inorganic fertilizers on growth, yield and nutrient use efficiency of clonal tea (*Camellia sinensis*). *Cell Biology and Development*. 2(1). <https://doi.org/10.13057/cellbioldev/v020103>
- Moreira, MA., Santos, CAP., Lucas, AAT., Bianchini, FG., Souza, IM. & Viégas, PRA. (2014). Lettuce production according to different sources of organic matter and soil cover. *Agricultural Sciences*. 5(2), 99-105.
- Mukhopadhyay, M. & Mondal, T. (2014). The physio-chemical responses of *Camellia* plants to abiotic stresses. *J Plant Sci Res*. 1(1), 105.
- Mukhtar, H. & Ahmad, N. (2000). Tea polyphenols: prevention of cancer and optimizing health. *The American journal of clinical nutrition*. 71(6), 1698S-1702S.
- Müezzinoğlu, A. (2015). Konvansiyonel ve organik çay çeşitlerinin harmanlara ve nevilere bağlı olarak kalite parametreleri ile mineral madde içeriklerinin kıyaslanması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Müezzinoğlu, N. (2011). Yeşil çayın fenolik ve mineral madde içerikleri üzerine üretim yöntemi, hasat dönemi ve demleme süresinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.

- Nas, S. & Öksüz, M. (1987). Siyah çayda kalite. *Gıda*. 12(3).
- Nazar, H. (2012). Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) farklı besin maddesi içerikteki yaprak gübrelerinin verim, verim ögeleri ve bazı kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, .
- Nishitani, E. & Sagesaka, YM. (2004). Simultaneous determination of catechins, caffeine and other phenolic compounds in tea using new HPLC method. *Journal of Food Composition and Analysis*. 17(5), 675-685.
- Nyabundi, KW., Owuor, PO., Netondo, GW. & Bore, JK. (2017). Seasonal and environment variations of yields and yield components of tea (*Camellia sinensis*) cultivars in Kenya. *International Journal of Tea Science*. 13(01-02). <https://doi.org/10.20425/ijts.v13i01-02.9981>
- Obanda, M., Owuor, PO. & Taylor, SJ. (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.
- Ochanda, SO., Wanyoko, JK., Kamau, DM., Faraj, AK. & Onyango, CA. (2017). Effects of Nitrogen Fertilizer Rates and Seasons on Polyphenols and Catechins of Non-aerated Green Tea Processed from Seedling Tea (*Camellia sinensis*). *International Journal of Tea Science*. 13(01 and 02), 41-51.
- Ofluoğlu, P. (2019). Türkiyede farklı yörelerde yetiştirilen yaş çay yapraklarından yeşil çay üretimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.
- Okur, N., Kayıkçıoğlu, HH., G., T. & Tüzel, Y. (2007). Organik tarımda kullanılan bazı organik gübrelerin topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 44(2), 65-80.
- Onduru, DD., De Jager, A., Hiller, S. & Van den Bosch, R. (2012). Sustainability of smallholder tea production in developing countries: Learning experiences from farmer field schools in Kenya. *International journal of Development and Sustainability*. 1(3), 714-742.
- Owuor, PO. (2001). Effects of fertilisers on tea yields and quality: A review with special reference to Africa and Sri Lanka. *International Journal of Tea Science*. 1, 11.
- Owuor, PO., Obanda, M., Nyirenda, HE. & Mandala, WL. (2008). Influence of region of production on clonal black tea chemical characteristics. *Food Chemistry*. 108(1), 263-271.
- Öksüz, M. (2011). Ülkemizde seleksiyonla bulunan beş çeşit klon çayın bazı özellikleri ile bunlardan orthodox ve rotorvane yöntemle elde edilen mamul çayların kalite kriterlerinin tesbiti. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 18(1), 43-56.
- Önçırak, M. (2019). Çay sektörü ve Türkiye ekonomisi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Bursa.

- Özdemir, F. (1992). Farklı kıvrırma metodlarının üç sürgün dönemi çayın siyah çaya işlenmesinde uygulanma etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Özdemir, F., Nas, S. & Gökalp, H. (1993). Siyah çay imalatında farklı kıvrırma metodlarının üç sürgün dönemi çayın işlenmesi üzerindeki etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı karakteristik özellikleri. *Standard, Nisan*, 46-50.
- Özdemir, F., Şahin Nadeem, H., Akdoğan, A., Dinçer, C. & Topuz, A. (2018). Effect of altitude, shooting period, and tea grade on the catechins, caffeine, theaflavin, and thearubigin of Turkish black tea. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 42(5), 334-340. <https://doi.org/10.3906/tar-1710-21>
- Özdemir, F., Topuz, A. & Şahin, H. (2006). Yaş çay ve işlenmiş farklı sınıf çayların sürgün dönemi ve rakıma bağı olarak polifenolik madde değişimi [TÜBİTAK-TOGTAG Proje Sonuç Raporu No:3286, (Basılmamış)].
- Özyardımcı, C. (2021). Sıvı organik gübrelerde ve amino asitli sıvı organik gübrelerde bitki besin maddesi içeriklerinin belirlenmesi ve gübrelerdeki içerik yararlılığının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Özyazıcı, G., Özdemir, O., Özer, SP. & Kalcıoğlu, Z. (2014). Kireçleme materyali olarak kullanılan şeker sanayi atığı şlamın çay bitkisinin verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. 1(1), 43-54.
- Palit, S., Ghosh, B. & Swain, D. (2008). Conventional and organic fertilizer management practices for yield and quality improvement of tea (*Camellia sinensis*). 2008 Providence, Rhode Island, June 29–July 2, 2008,
- Pasrija, D. & Anandharamakrishnan, C. (2015). Techniques for extraction of green tea polyphenols: a review. *Food and Bioprocess Technology*. 8, 935-950.
- Peng, X., Yan, X., Zhou, H., Zhang, Y. & Sun, H. (2015). Assessing the contributions of sesquioxides and soil organic matter to aggregation in an Ultisol under long-term fertilization. *Soil and Tillage Research*. 146, 89-98.
- Pomponio, R., Gotti, R., Luppi, B. & Cavrini, V. (2003). Microemulsion electrokinetic chromatography for the analysis of green tea catechins: Effect of the cosurfactant on the separation selectivity. *Electrophoresis*. 24(10), 1658-1667.
- Powlson, D., Bhogal, A., Chambers, B., Coleman, K., Macdonald, A., Goulding, K. & Whitmore, A. (2012). The potential to increase soil carbon stocks through reduced tillage or organic material additions in England and Wales: a case study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 146(1), 23-33.
- Provan, CJ., Wang, H. & Helliwell, K. (2000). Tea flavonoids: their functions, utilisation and analysis. *Trends in Food Science & Technology*. 11(4-5), 152-160. [https://doi.org/Doi 10.1016/S0924-2244\(00\)00061-3](https://doi.org/Doi 10.1016/S0924-2244(00)00061-3)
- Qiu, SL., Wang, LM., Huang, DF. & Lin, XJ. (2014). Effects of fertilization regimes on tea yields, soil fertility, and soil microbial diversity. *Chilean journal of agricultural research*. 74(3), 333-339.

- Rahman, M., Jahan, IA., Ahmed, S., Ahmed, KS., Roy, M., Zzaman, W. & Ahmad, I. (2021). Bioactive compounds and antioxidant activity of black and green tea available in Bangladesh. *Food Research*. 5(3), 107-111. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(3\).491](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(3).491)
- Roberts, TL. (2008). Improving nutrient use efficiency. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 32(3), 177-182.
- Roginsky, V., Barsukova, T., Hsu, CF. & Kilmartin, PA. (2003). Chain-breaking antioxidant activity and cyclic voltammetry characterization of polyphenols in a range of green, oolong, and black teas. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51(19), 5798-5802.
- Ruan, J., Wu, X. & Hardter, R. (1999). Effects of potassium and magnesium nutrition on the quality components of different types of tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79(1), 47-52.
- Sağlam, N. & Turkyılmaz, K. (2007). Ticari olarak piyasada satılan Turk ve yabancı kokenli çayların bazı fenolik madde ve kafein içeriklerinin belirlenmesi. Ataturk ay ve Bahe Kulturleri Araştırma Enstitusu Mudurluğu, Rize, Turkiye. <https://www.caykur.gov.tr/Arge/Pages/PC/Calismalar.aspx?ParentId=56&ItemId2=78&ItemType=Detail>
- Saha, AK., Biswas, A., Zohora, KFT., Ali, NM. & Chowdhury, FJ. (2022). Response of organic and inorganic sources of manure and fertilizer on soil properties and yield of tea. *Tea J. Bangladesh*. 48, 1-13.
- Sajilata, M., Bajaj, PR. & Singhal, R. (2008). Tea polyphenols as nutraceuticals. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 7(3), 229-254.
- Salman, S. & ozdemir, F. (2018). Beyaz ay: uretimi, bileşimi ve sağlık uzerine etkileri. *Akademik Gıda*. 16(2), 218-223.
- Sanderson, GW. & Grahamm, HN. (1973). Formation of black tea aroma. *Journal of agricultural and food chemistry*. 21(4), 576-585.
- Sari, F. & Velioglu, YS. (2013). Changes in theanine and caffeine contents of black tea with different rolling methods and processing stages. *European Food Research and Technology*. 237, 229-236.
- Sarıca, ř. & Diktaş, KM. (2008). ay (*Camellia sinensis*); ieriği, metabolizma ve sağlık uzerine etkileri, antioksidan aktivitesi ve etlik pili karma yemlerinde kullanımı. *Gaziosmanpaşa niversitesi Ziraat Fakltesi Dergisi*. 25(2), 79-85.
- Sarwar, S., Ahmad, F., Hamid, F., Khan, B. & Khurshid, F. (2007). Effect of different nitrogenous fertilizers on the growth and yield of three years old tea (*Camellia sinensis*) plants. *Sarhad Journal of Agriculture (Pakistan)*. 23(4), 907-910.
- Sedaghatoor, S., Torkashvand, AM., Hashemabadi, D. & Kaviani, B. (2009). Yield and quality response of tea plant to fertilizers. *African Journal of Agricultural Research*. 4(6), 568-570.
- Seyis, F., Yurteri, E., ozcan, A. & şavşatlı, Y. (2018). Organic tea production and tea breeding in Turkey: challenges and possibilities. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*. 4(1), 60-69.

- Shaheen, S., Yadav, R. & Borua, P. (2015). Incidence of Helopeltis infestation in popular tea clones of North-East India in relation to agro-climatic condition. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 5(1), 190-196.
- Sharangi, AB. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis* L.) - A review. *Food Research International*. 42(5-6), 529-535. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.01.007>
- Sharma, V., Gulati, A., Ravindranath, SD. & Kumar, V. (2005). A simple and convenient method for analysis of tea biochemicals by reverse phase HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis*. 18(6), 583-594.
- Shen, Y., Yang, X. & Xie, X. (1990). Effects of late-autumn fertilizer dressing on accumulation of photosynthates in tea (*Camellia sinensis*) and its contribution to spring tea quality. *The Journal of Agricultural Science*. 115(2), 233-238.
- Shimizu, K., Shimizu, NK., Hakamata, W., Unno, K., Asai, T. & Oku, N. (2010). Preventive effect of green tea catechins on experimental tumor metastasis in senescence-accelerated mice. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 33(1), 117-121.
- Shimizu, M., Adachi, S., Masuda, M., Kozawa, O. & Moriwaki, H. (2011). Cancer chemoprevention with green tea catechins by targeting receptor tyrosine kinases. *Molecular nutrition & food research*. 55(6), 832-843.
- Shirkhodaie, M., Darzi, MT. & Haj, SHMR. (2014). Influence of vermicompost and biostimulant on the growth and biomass of coriander (*Coriandrum sativum* L.).
- Shiwakoti, LD., Chalise, K., Dahal, P., Shiwakoti, R., Katuwal, N. & Kc, Y. (2023). Effect of fertilizer application on tea plant productivity and phytochemicals in prepared black tea. *Cogent Food & Agriculture*. 9(1). <https://doi.org/Artn218401310.1080/23311932.2023.2184013>
- Shu, W., Zhang, Z., Lan, C. & Wong, MH. (2003). Fluoride and aluminium concentrations of tea plants and tea products from Sichuan Province, PR China. *Chemosphere*. 52(9), 1475-1482.
- Singh, A., Bisen, J., Bora, D., Kumar, R. & Bera, B. (2011). Comparative study of organic, inorganic and integrated plant nutrient supply on the yield of Darjeeling tea and soil health. *Two and a Bud*. 58, 58-61.
- Song, JM., Lee, KH. & Seong, BL. (2005). Antiviral effect of catechins in green tea on influenza virus. *Antiviral research*. 68(2), 66-74.
- Squire, G., Obaga, S. & Othieno, C. (1993). Altitude, temperature and shoot production of tea in the Kenyan Highlands. *Experimental Agriculture*. 29(1), 107-120.
- Stagg, GV. & Millin, DJ. (1975). The nutritional and therapeutic value of tea-a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 26(10), 1439-1459.
- Sultana, J., Siddique, M., Kamaruzzaman, M. & Halim, M. (2014). Conventional to ecological: Tea plantation soil management in Panchagarh District of Bangladesh. *J. Sci. Technol. Environ. Inform*. 1, 27-37.

- Sumpio, BE., Cordova, AC., Berke Schlessel, DW., Qin, F. & Chen, QH. (2006). Green tea, the “Asian paradox,” and cardiovascular disease. *Journal of the American College of Surgeons*. 202(5), 813-825.
- Sun, L., Fan, K., Wang, L., Ma, D., Wang, Y., Kong, X., Li, H., Ren, Y. & Ding, Z. (2021). Correlation among metabolic changes in tea plant *Camellia sinensis* (L.) shoots, green tea quality and the application of cow manure to tea plantation soils. *Molecules*. 26(20). <https://doi.org/10.3390/molecules26206180>
- Suteerapataranon, S., Butsoongnern, J., Punturat, P., Jorpalit, W. & Thanomsilp, C. (2009). Caffeine in Chiang Rai tea infusions: Effects of tea variety, type, leaf form, and infusion conditions. *Food Chemistry*. 114(4), 1335-1338. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.013>
- Sürücü, CG. (2022). Farklı demleme yöntemlerinin yeşil çayın fenolik bileşikler ve aroma bileşenleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Şahin, G. (2013). Organik zeytin yetiştiriciliğinde farklı gübre dozlarının toprak özellikleri, yaprak besin elementi içeriği ve yağ kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Aydın.
- Tabak, N. (2017). Çay Bitkisinden Ekstraksiyon Yöntemiyle Kafein Eldesinin Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Taban, S., Okay, Y. & Kunter, B. (2001). Klon ve tohumdan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının ekstrakt, polifenol, kül ve bazı mineral madde içerikleri. *Gıda*. 26(1), 49-53.
- Taban, S. & Turan, M. (2012). Tarımda gübre çevre ilişkileri. *Tarım Türk Türkiye'nin bitkisel üretim ve hayvancılık dergisi*. 34, 10-14.
- Tabu, IM., Kekana, VM. & Kamau, DM. (2015). Effect of varying ratios and rates of enriched cattle manure on leaf nitrogen content, yield and quality of tea (*Camellia sinensis*). *Journal of Agricultural Science*. 7(5), 175.
- Taheri, M., Giahı, M., Shahmohamadi, R., Ghafoori, H., Aghamaali, M. & Sariri, R. (2011). Screening antioxidant activity of extracts from different tea samples. *Pharmacologyonline*. 3, 442-448.
- Taylor, S. & McDowell, I. (1993). Tea: Types, production and trade. *Encyclopedia of Food Science and Food Technology and Nutrition Academic Press, London*. 7, 4521-4527.
- Thennakoon, TMES., Abeysinghe, PD., Ranasinghe, P., Pathirana, RN., White, A., Fernando, WGD., Abeysinghe, S. & Premakumara, S. (2022). Total phenolic content, total flavonoid content and in vitro antioxidant activities measured by the FRAP, ABTS, DPPH and ORAC assays of Sri Lankan black and green tea (*Camellia sinensis*) infusions. *Food Biology*, 1-10. <https://doi.org/10.25081/fb.2022.v11.7800>
- Trevisanato, SI. & Kim, YI. (2000). Tea and health. *Nutrition reviews*. 58(1), 1-10.



- Tsuji, M., Kinoshita, T. & Imure, T. (2001). Effect of liquid fertilizer application under the canopy of Tencha tea garden. Proceeding International O-cha (Tea) Conference, Japan,
- Turhan, M. & Sueri, A. (2002). Değişik yaprak gübrelerinin şeker pancarının verim ve kalite kalitesine etkisi. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. II. Ulusal Şekerpancarı Üretimi Sempozyumu, 10-11 Eylül 2002, Ankara.,
- Türkmen, N. (2007). Farklı sınıf çaylarda kıvrırma proseslerinin ve değişik hasat dönemlerinin çayın fenolik madde ve alkaloid bileşimine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Türkyılmaz, K. (2015). Türkiye’de çaylık alanların ve üretici sayılarının istatistiksel analizi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Ullah, M., Islam, M., Islam, M. & Haque, T. (2008). Effects of organic manures and chemical fertilizers on the yield of brinjal and soil properties. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*. 6(2), 271-276.
- Ulpathakumbura, C. & Gunapala, PKRN. (2021). Effect of organic and inorganic fertilizer application for tea cultivation in Sri Lanka *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/351943232>
- Üstün, Ç. & Demirci, N. (2013). Çay bitkisinin (*Camellia sinensis* L.) tarihsel gelişimi ve tıbbi açıdan değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*. 3(3), 5-12.
- Venkatesan, S. & Ganapathy, M. (2004a). Impact of nitrogen and potassium fertiliser application on quality of CTC teas. *Food Chemistry*. 84(3), 325-328.
- Venkatesan, S. & Ganapathy, M. (2004b). Nitrate reductase activity in tea as influenced by various levels of nitrogen and potassium fertilizers. *Communications in soil science and plant analysis*. 35(9-10), 1283-1291.
- Vinson, JA., Dabbagh, YA., Serry, MM. & Jang, J. (1995). Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. *Journal of agricultural and food chemistry*. 43(11), 2800-2802.
- Vita, JA. (2003). Tea consumption and cardiovascular disease: effects on endothelial function. *The Journal of nutrition*. 133(10), 3293S-3297S.
- Wachira, F., Ng'etich, W., Omolo, J. & Mamati, G. (2002). Genotype× environment interactions for tea yields. *Euphytica*. 127, 289-297.
- Wakamatsu, M., Yamanouchi, H., Sahara, H., Iwanaga, T., Kuroda, R., Yamamoto, A., Minami, Y., Sekijima, M., Yamada, K. & Kajiya, K. (2019). Catechin and caffeine contents in green tea at different harvest periods and their metabolism in miniature swine. *Food Science & Nutrition*. 7(8), 2769-2778.
- Wang, Z., Geng, Y. & Liang, T. (2020). Optimization of reduced chemical fertilizer use in tea gardens based on the assessment of related environmental and economic benefits. *Science of the total environment*. 713, 136439.

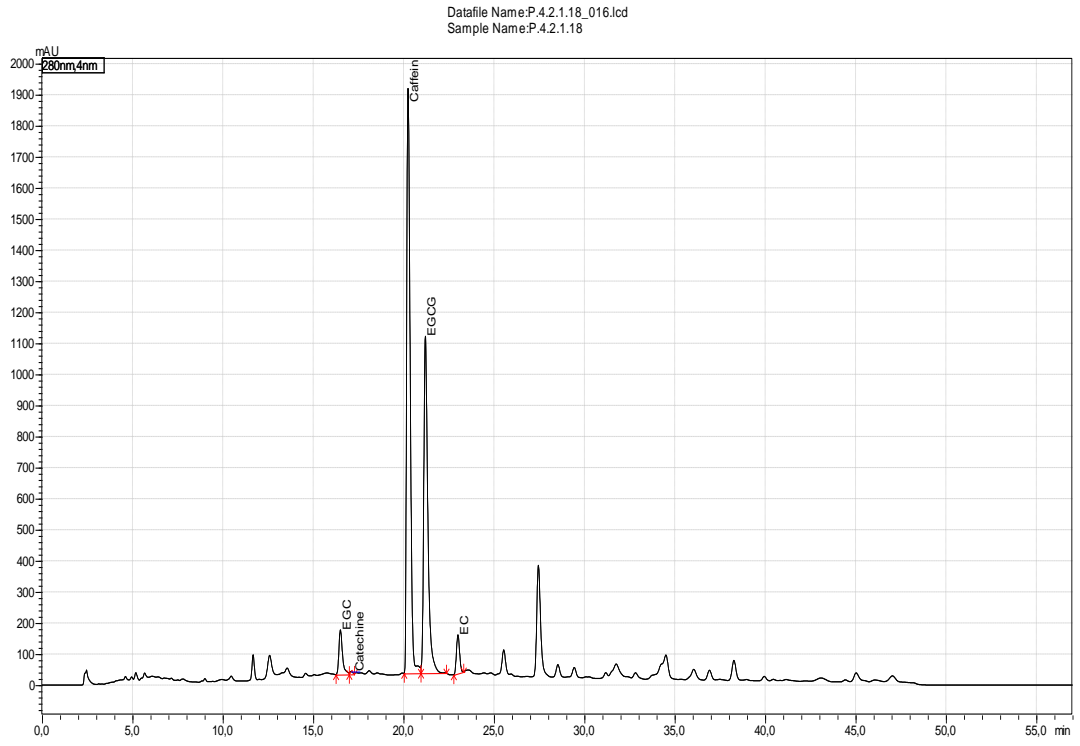
- Wanyoko, J., Othieno, C., Mwakha, E. & Cheruiyot, D. (1997). Effects of types and rates of nitrogen fertilizer on leaf nutrients contents of seedling tea in Nandi hills, Kenya. *Tea-Tea Board of Kenya (Kenya)*. 18(1), 21-31.
- Waterhouse, AL. (2002). Determination of total phenolics. *Current protocols in food analytical chemistry*. 6(1), II. 1.1-II. 1.8.
- Wei, K., Wang, L., Zhou, J., He, W., Zeng, J., Jiang, Y. & Cheng, H. (2011). Catechin contents in tea (*Camellia sinensis*) as affected by cultivar and environment and their relation to chlorophyll contents. *Food Chemistry*. 125(1), 44-48.
- Weisburger, J. & Chung, FL. (2002). Mechanisms of chronic disease causation by nutritional factors and tobacco products and their prevention by tea polyphenols. *Food and Chemical Toxicology*. 40(8), 1145-1154.
- Wheeler, DS. & Wheeler, WJ. (2004). The medicinal chemistry of tea. *Drug development research*. 61(2), 45-65.
- Widyaningrum, N., Fudholi, A. & Setyowati, EP. (2015, 30 Kasım). The effect of altitude against total phenolic and Epigallocatechin Gallate (EGCG) content in green tea leaves. International Conference on Science and Science Education, 30 Kasım, Satya Wacana Christian University, Indonesia.
- Willer, H., Yussefi Menzler, M. & Sorensen, N. (2010). The world of organic agriculture: Statistics and emerging trends 2008. 267.
- Williges, U. (2004). Status of organic agriculture in Sri Lanka with special emphasis on tea production systems (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). Dissertation, Justus-Liebig-University of Giessen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, Faculty of Plant Production, Germany.
- Wright, LP., Mphangwe, NIK., Nyirenda, HE. & Apostolides, Z. (2000). Analysis of caffeine and flavan-3-ol composition in the fresh leaf of *Camellia sinensis* for predicting the quality of the black tea produced in Central and Southern Africa. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80(13), 1823-1830.
- Xu, J., Zhu, S., Yang, F., Cheng, L., Hu, Y., Pan, G. & Hu, Q. (2003). The influence of selenium on the antioxidant activity of green tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83(5), 451-455.
- Yadav, K., Parajuli, A., Khatri, BB. & Shiwakoti, LD. (2020). Phytochemicals and quality of green and black teas from different clones of tea plant. *Journal of Food Quality*. 2020, 1-13.
- Yamanishi, T. (1995). Special issue on tea: Flavor of tea. *Food Review Int.*, 11, 477-525.
- Yanagimoto, K., Ochi, H., Lee, KG. & Shibamoto, T. (2003). Antioxidative activities of volatile extracts from green tea, oolong tea, and black tea. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51(25), 7396-7401.
- Yang, Y. (2005). China tea cultivation. *Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers*, 97-169.

- Yang, YC., Lu, FH., Wu, JS., Wu, CH. & Chang, CJ. (2004). The protective effect of habitual tea consumption on hypertension. *Archives of internal medicine*. 164(14), 1534-1540.
- Yao, L., Caffin, N., D'arcy, B., Jiang, Y., Shi, J., Singanusong, R., Liu, X., Datta, N., Kakuda, Y. & Xu, Y. (2005). Seasonal variations of phenolic compounds in Australia-grown tea (*Camellia sinensis*). *Journal of agricultural and food chemistry*. 53(16), 6477-6483.
- Yao, L., Jiang, Y., Datta, N., Singanusong, R., Liu, X., Duan, J., Raymont, K., Lisle, A. & Xu, Y. (2004). HPLC analyses of flavanols and phenolic acids in the fresh young shoots of tea (*Camellia sinensis*) grown in Australia. *Food Chemistry*. 84(2), 253-263.
- Ye , F., Guo, X., Li, B., Chen, H. & Qiao, X. (2022). Characterization of effects of different tea harvesting seasons on quality components, color and sensory quality of "Yinghong 9" and "Huangyu" large-leaf-variety black tea. *Molecules*. 27(24). <https://doi.org/10.3390/molecules27248720>
- Ye, J., Wang, Y., Wang, Y., Hong, L., Jia, X., Kang, J., Lin, S., Wu, Z. & Wang, H. (2022). Improvement of soil acidification in tea plantations by long-term use of organic fertilizers and its effect on tea yield and quality. *Front Plant Sci*. 13, 1055900. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1055900>
- Yen, GC. & Chen, HY. (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of agricultural and food chemistry*. 43(1), 27-32.
- Yurteri, E., Aykutlu, AÖ., Küplemez, H. & Seyis, F. (2022). Effect of organic fertilizers on tea yield and quality parameters at different years. 3. International Cappadocia Scientific Research Congress,, Nevşehir, Türkiye.
- Yurteri, E., Ozcan, A. & Seyis, F. (2019). Switch to sustainable organic tea cultivation in the Eastern Black Sea Region of Turkey. *International Journal of Scientific and Technological Research*. 5(9), 39-44. <https://doi.org/10.7176/JSTR/5-9-06>
- Zhang, C., Suen, CLC., Yang, C. & Quek, SY. (2018). Antioxidant capacity and major polyphenol composition of teas as affected by geographical location, plantation elevation and leaf grade. *Food Chemistry*. 244, 109-119.
- Zhen, Y. (2002). Tea: Bioactivity and Therapeutic Potential. Medicinal and Aromatic Plants–Industrial Profiles. In: Taylor and Francis, London.
- Zuo, Y., Chen, H. & Deng, Y. (2002). Simultaneous determination of catechins, caffeine and gallic acids in green, Oolong, black and pu-erh teas using HPLC with a photodiode array detector. *Talanta*. 57(2), 307-316.
- Zünbülcan, D. (2021). Yeşil Çayın Antioksidan Potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognozi Ana Bilim Dalı, İzmir.

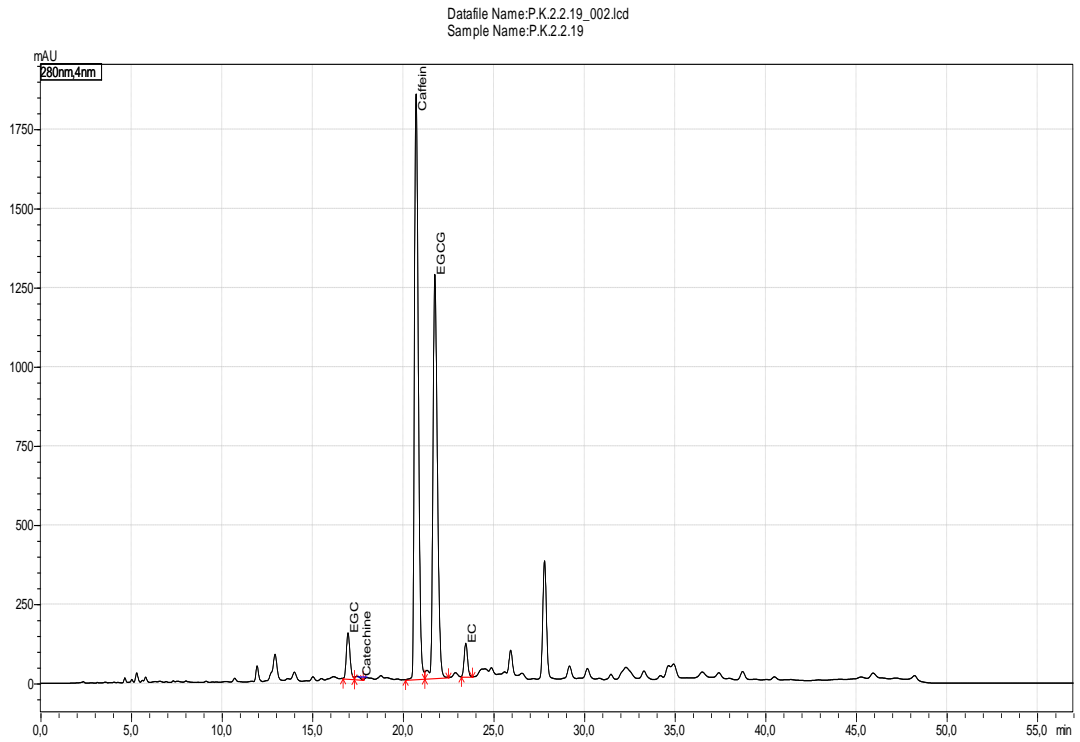
# **EKLER**

## EK 1: Taze çay yaprağı örneklerine ait HPLC kromatogramları

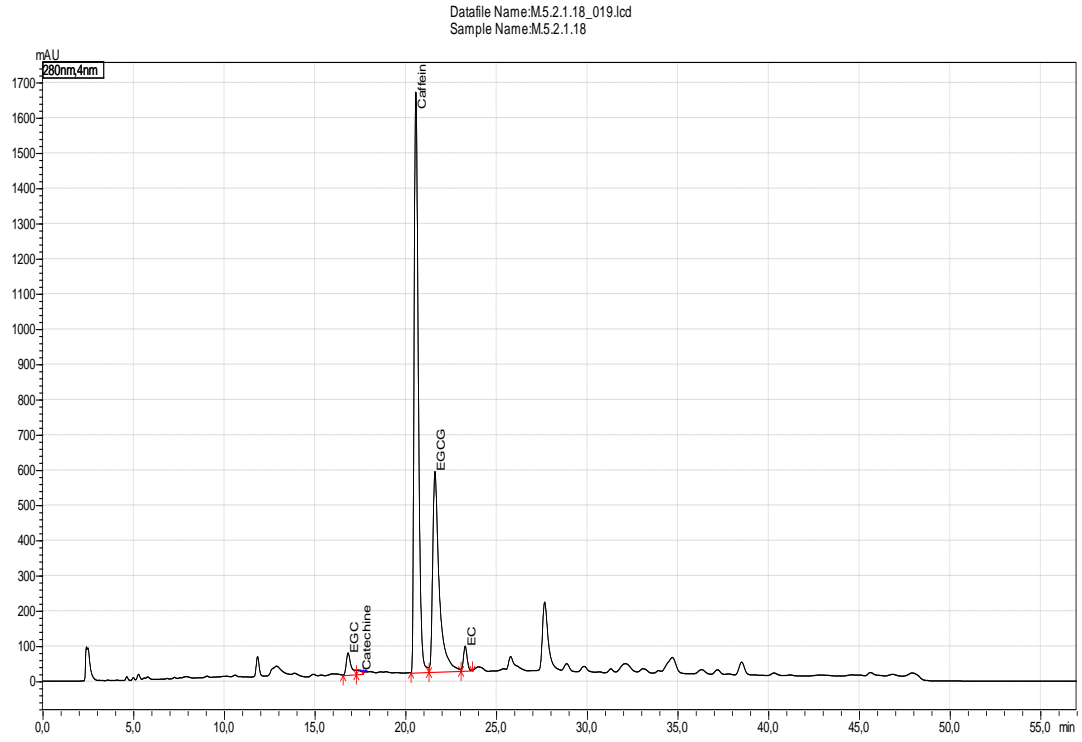
### 1. Pazar lokasyonu 2018 yılı 2. hasat dönemi S+K uygulaması



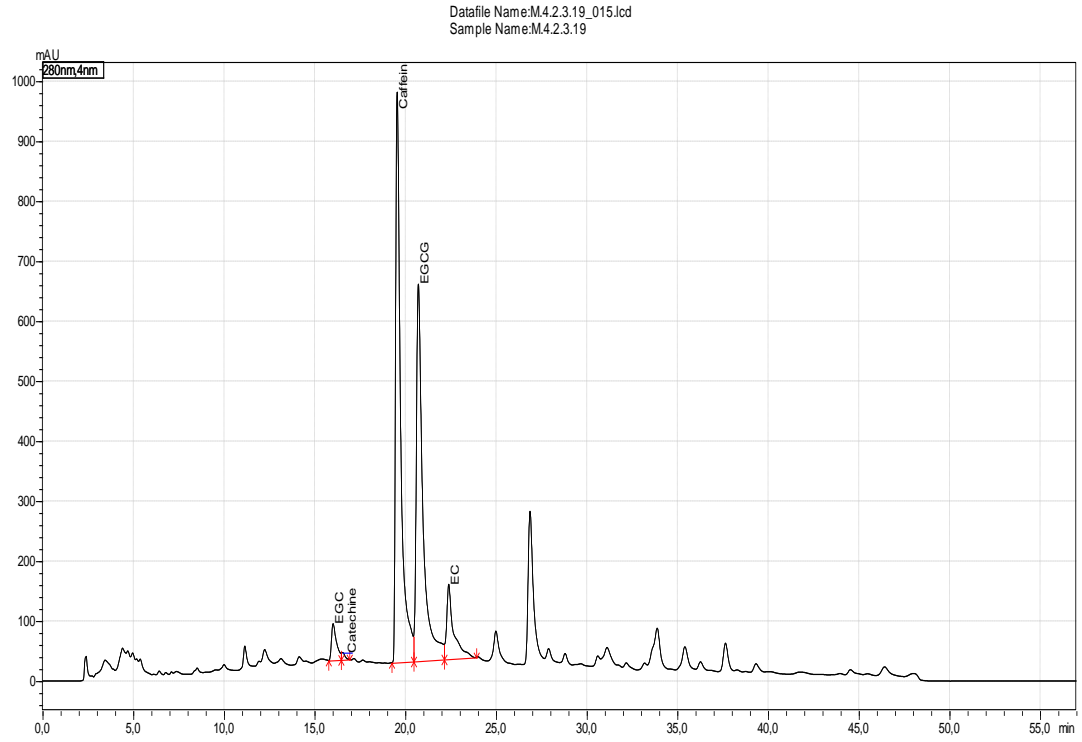
### 2. Pazar lokasyonu 2019 yılı 2. Hasat dönemi inorganik gübre uygulaması



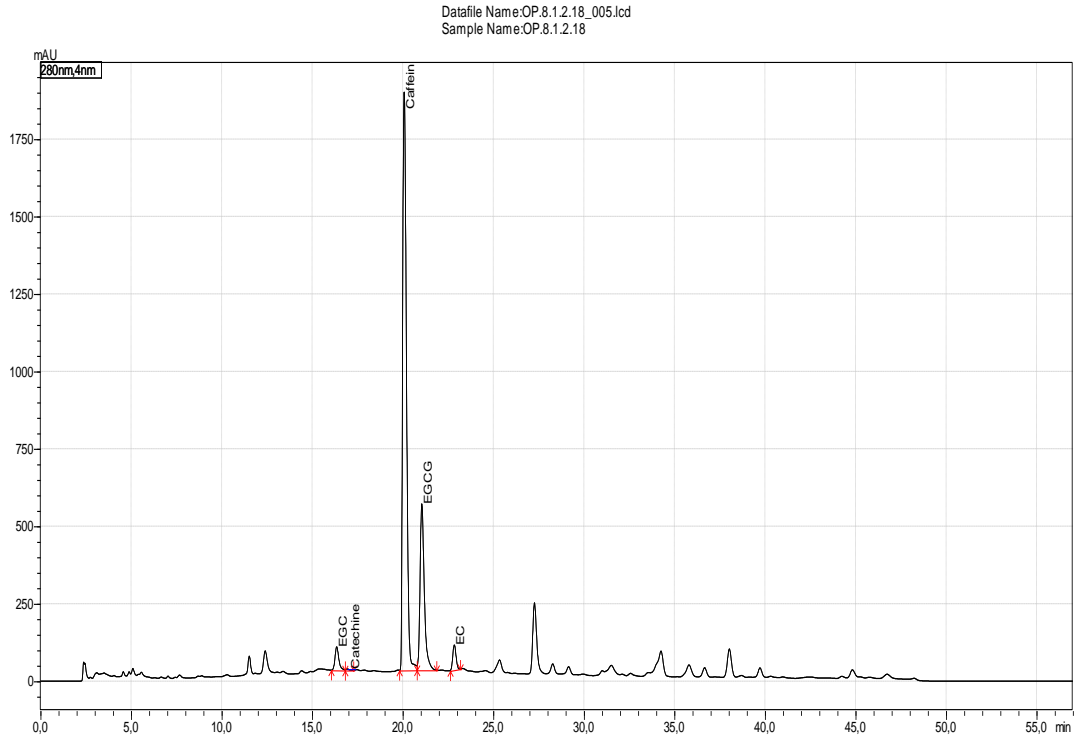
### 3. Musadağı lokasyonu 2018 yılı 2. hasat dönemi K1 uygulaması



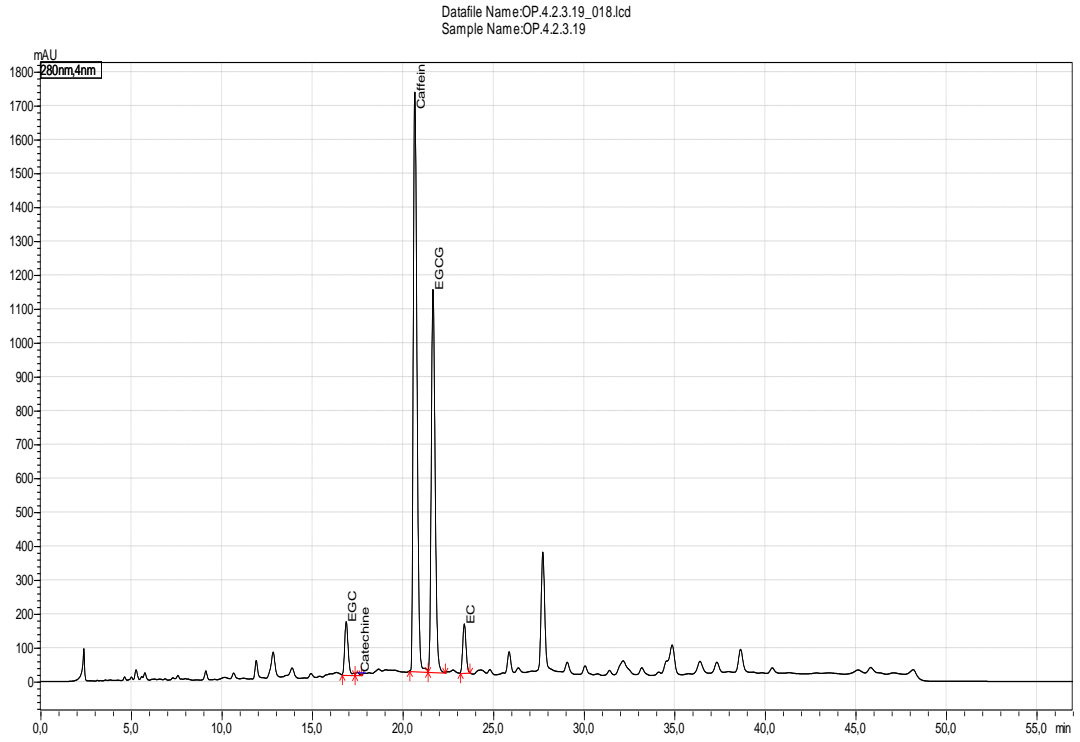
### 4. Musadağı lokasyonu 2019 yılı 2. hasat dönemi S+K uygulaması



## 5. Ortopazar lokasyonu 2018 yılı 1. hasat dönemi K3 uygulaması



## 6. Ortopazar lokasyonu 2019 yılı 2. hasat dönemi S+K uygulaması



## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Aysel ÖZCAN AYKUTLU
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Selçuk Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Tarla Bitkileri
Mezuniyet Yılı	11.06.2010
Yüksek Lisans	
Üniversite	Selçuk Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	08.07.2015
Doktora	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	
Yayımlar	
<b>A. MAKALELER</b>	
<b>A. 1. (SCI-Expanded)</b>	
<b>A.1.1.</b> Seyis F., Yurteri E., <b>Özcan A.</b> , "In Vitro Multiplication of <i>Stevia rebaudiana</i> (Bertoni) Genotypes by Using Different Explants", International Journal of Food Science and Technology, cilt.3, sa.2, ss.36-40, (2017).	
<b>A.1.2.</b> Cirak C., Ozcan A., Yurteri E., Kurt D., Seyis F., "Chemical and Morphological Diversity Among Wild Populations of <i>Hypericum aviculariifolium</i> Jaub. et Spach subsp. depilatum ( Freyn et Bornm.) N. Robson var. depilatum", Acta Botanica Croatica, cilt.79, sa.1, ss.78-86, (2020).	
<b>A.1.3.</b> Seyis F., Yurteri E., <b>Ozcan A.</b> , Cirak C., "Altitudinal Impacts on Chemical Content and Composition of <i>Hypericum perforatum</i> , a Prominent Medicinal Herb", South African Journal of Botany, cilt.135, ss.391-403, (2020).	
<b>A.1.4.</b> Şavşatlı Y., <b>Özcan Aykutlu A.</b> , Civelekoğlu O., "Çay ( <i>Camellia sinensis</i> L. O. Kuntze) Genotiplerinde Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik İçeriğindeki Varyasyon", KSU Tarım ve Doğa Dergisi - KSU Journal of Agriculture and Nature, cilt.24, sa.1, ss.40-48, (2021) (ESCI).	
<b>A.1.5.</b> Yurteri E., <b>Özcan Aykutlu A.</b> , Küplemez H., Seyis F., "Effects of Stratification and Moisturizing Treatments on Breaking Seed Dormancy in	



Two *Echinacea* Species", Fresenius Environmental Bulletin, cilt.30, sa.2, ss.1661-1665, (2021).

**A.1.6.** Seyis F., Yurteri E., **Özcan Aykutlu A.**, Çırak C., Yayla F., "Volatile Secondary Metabolites of *Hypericum tetrapterum* and *Hypericum bithynicum*", Biochemical Systematics and Ecology, cilt.105, (2022).

**A.1.7.** Çırak C., Seyis F., **Özcan Aykutlu A.**, Yurteri E., "Ontogenetic Changes in Phenolic Contents and Volatile Composition of *Hypericum androsaemum* and *Hypericum xylosteifolium*", Biochemical Systematics and Ecology, cilt.102, ss.1-17, (2022).

## **A. 2. (Hakemli Dergi)**

**A.2.1.** Şavşatlı Y., **Özcan A.**, Çatal M. İ., Seyis F., Akbulut M., Akyüz Turumtay E., "Trace Elements in Bitter Melon *Momordica charantia* L. and Their Distribution in Different Plant Parts", ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, cilt.11, sa.11, ss.437-443, (2016).

**A.2.2.** **Özcan A.**, Yurteri E., Seyis F., "Total Phenolic Content and Antioxydant Activity of Two *Rhododendron* Species Collected from the Rize Province (Turkey)", World Research Journal of Agricultural Sciences, cilt.4, sa.2, ss.126-131, (2017).

**A.2.3.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., Kevseroğlu K., "Characterisation of Some *Lamiaceae* Species Distributed in the Rize Province, Turkey", International Journal of Plant Breeding and Crop Science, cilt.4, sa.3, ss.300-307, (2017).

**A.2.4.** Şavşatlı Y., **Özcan A.**, Çatal M. İ., Yurteri E., Seyis F., "Organik Çay Tarımında Budama Yaşı ve Diurnal Varyabilitenin Çay (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz) Yapraklarının Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi", Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology, cilt.6, sa.2, ss.163-168, (2018).

**A.2.5.** Seyis F., Yurteri E., **Özcan A.**, Şavşatlı Y., "Organic Tea Production and Tea Breeding in Turkey: Challenges and Possibilities", Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, cilt.4, sa.1, ss.60-69, (2018).

**A.2.6.** Yurteri E., Seyis F., **Özcan A.**, "The Passing Adventure of Anzer Thyme (*Thymus praecox* Opiz subsp. *caucasicus* (Wild. Ex Ronniger) J alas var. *caucasicus*) from the Highland to the Field", International Journal of Scientific and Technological Research, cilt.5, sa.3, ss.40-44, (2019).

**A.2.7.** Seyis F., Yurteri E., **Özcan A.**, "Tea (*Camellia sinensis* O. Kuntze) Seed Oil and Health Properties", International Journal of Scientific and Technological Research, cilt.5, sa.3, ss.84-87, (2019).

**A.2.8.** Seyis F., Yurteri E., **Özcan A.**, "Phenolic Content and Antioxidant Activity of *Vaccinium myrtillus* Collected from Rize Highlands, Turkey", International Journal of Crop Science and Technology, cilt.5, sa.1, ss.14-19, (2019).

**A.2.9.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "Switch to Sustainable Organic Tea Cultivation in the Eastern Black Sea Region of Turkey", International

Journal of Scientific and Technological Research, cilt.5, sa.9, ss.39-44, (2019).

- A.2.10.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "Effects of Organic Fertilizer and Drying Methods on Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Organic White Tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze)", Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, cilt.7, sa.10, ss.1641, (2019).
- A.2.11.** Akbulut A., Kara S.M., **Özcan A.**, "Siyah, Yeşil ve Beyaz Çayların Kalite Kriterleri, Mineral İçerikleri, Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivite Yönünden Karşılaştırılması", Akademik Ziraat Dergisi, cilt.9, sa.2, ss.279-288, (2020).
- A.2.12.** Yurteri E., Aksu M., Küplemez H., **Özcan Aykutlu A.**, Seyis F., "Effects of Thidiazuran and Zeatin on Plant Regeneration in *Helichrysum pallasii*", Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, cilt.7, sa.3, ss.533-539, (2021).

## **B. BİLDİRİLER**

### **B.1. Uluslararası Bildiriler**

- B.1.1.** Seyis F., Yurteri E., **Özcan A.**, Şavşatlı Y., "Characterisation of Members of The *Lamiaceae* Family Collected from The Rize Province, Turkey", III. International Plant Breeding Congress, Kyrenia, Kıbrıs (KKTC), 15 - 19 Ekim 2017, ss.36.
- B.1.2.** Seyis F., Şavşatlı Y., Yurteri E., **Özcan A.**, "Medicinal and Aromatic Plant Genetic Resources of Rize/Turkey", III. International Plant Breeding Congress, Girne, Kıbrıs (KKTC), 15 - 19 Ekim 2017, ss.80.
- B.1.3.** Seyis F., Yurteri E., **Özcan A.**, "Adaptation of *Echinacea* in Rize, Turkey", 4th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress-2019, Afyonkarahisar, Türkiye, 20 - 22 Nisan 2019, ss.471-474.
- B.1.4.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "Investigation of the Effect of Diurnal Variability on Volatile Components in *Lavandula officinalis* L.", 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life & Sport, Ankara, Türkiye, 2 - 06 Ekim 2019, cilt.2, ss.1377-1380.
- B.1.5.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "Investigation of the Effect of Diurnal Variability on Volatile Components in *Achillea millefolium* L.", 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life & Sport, Amasya, Türkiye, 2 - 06 Ekim 2019, cilt.2, ss.363-367.
- B.1.6.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "Chemical Alteration of the Essential Oil of *Thymus praecox* Collected and Cultivated from Rize Highlands", 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life Sport, Ankara, Türkiye, 2 - 06 Ekim 2019, ss.755.
- B.1.7.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "The Alteration in the Essential Oil Composition of Three Different *Mentha* Species Collected and Cultivated from Rize Highlands", 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life Sport, Ankara, Türkiye, 2 - 06 Ekim 2019, ss.757.

- B.1.8.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "Use of Tissue Culture in Multiplicating Tea (*Camellia sinensis*) Genotypes With High Oleic Acid Content in Its Seeds", of 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life Sport, Ankara, Türkiye, 2 - 06 Ekim 2019, ss.28-31.
- B.1.9.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "Çay (*Camellia sinensis* L.) Bitkisinde Organik Gübrelemenin Verim ve Fenolik Bileşikler Üzerine Etkisi", Türkiye 13. Ulusal, 1. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi, Antalya, Türkiye, 1 - 04 Kasım 2019, ss.126.
- B.1.10.** Yurteri E., Yıldırım G. H., **Özcan A.**, Seyis F., Okur S., "Rize Florasında Yayılış Gösteren Aslanpençesi Türleri (*Alchemilla* spp.) ve Tıbbi Önemleri", Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi, Antalya, Türkiye, 1 - 04 Kasım 2019, ss.129-135.
- B.1.11.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "Rize' de Yayılış Gösteren *Hypericum* Türleri", Türkiye 13. Ulusal, 1. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi, 01-04 Kasım 2019, Antalya, Antalya, Türkiye, 1 - 04 Kasım 2019, ss.184.
- B.1.12.** Yurteri E., **Özcan A.**, Seyis F., "*Echinacea purpurea* (L.)'da Organik Gübrelemenin Uçucu Yağ Kompozisyonuna Etkilerinin Araştırılması", Türkiye 13. Ulusal, 1. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi, 01-04 Kasım 2019, Antalya, Antalya, Türkiye, 1 - 04 Kasım 2019, ss.168.
- B.1.13.** Yurteri E., Küplemez H., Bahram A. K., **Özcan Aykutlu A.**, Seyis F., "Investigation of Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Guelder Rose (*Viburnum opulus*) Natural Grown in The Flora of Trabzon", 29th of October (Republic Day) Symposium on Scientific Researches-2, 29 - 30 Ekim 2020, ss.164-165.
- B.1.14.** Yurteri E., **Özcan Aykutlu A.**, Küplemez H., Seyis F., "Investigation of The Essential Oil Components of *Salvia glutinosa* ", Vth International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, Konya, Türkiye, 23 Aralık 2021, cilt.1, sa.1, ss.29-33.
- B.1.15.** Yurteri E., **Özcan Aykutlu A.**, Seyis F., "Organic Fertilizer Trials in Turkish Tea (*Camellia sinensis*) Plantations", International Tea Congress, Lenkeran, Azerbaycan, 13 Mayıs 2022, ss.145-150.
- B.1.16.** **Özcan Aykutlu A.**, Yurteri E., Seyis F., Küplemez H., "Effect of Diurnal and Morphogenetic Variability on Total Phenol and Antioxidant Activity in Achillea (*Achillea millefolium* and *Achillea filipendulina*)", International Istanbul Modern Scientific Research Congress-IV, İstanbul, Türkiye, 16 - 18 Aralık 2022, ss.459-466.
- B.1.17.** Yurteri E., **Özcan Aykutlu A.**, Küplemez H., Seyis F., "Organic Tea Farming in Turkey and Effects of Organic Fertilizers on Tea Yield", 4. International Baku Scientific Research Conference, Baku, Azerbaycan, 30 Kasım 2022, cilt.1, ss.462-469.
- B.1.18.** Küplemez H., Seyis F., **Özcan Aykutlu A.**, Yurteri E., "Medicinal Effects and Grayanotoxin Content of *Rhododendron* Species in Türkiye", 3rd

International Anatolian Congress on Scientific Research, Kayseri, Türkiye, 28 Aralık 2022, cilt.1, ss.337-342.

- B.1.19. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., Küplemez H., "Effect of Diurnal and Morphogenetic Variability on Total Phenol and Antioxidant Activity in Lavander (*Lavandula officinalis* L.) ", International Istanbul Modern Scientific Research Congress–IV, İstanbul, Türkiye, 16 Aralık 2022, ss.536-542.
- B.1.20. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Küplemez H., Seyis F., "Effects of Drying Methods on Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Guelder Rose (*Viburnum opulus* L.) Collected from Different Altitudes", Tashkent 2st-International Congress on Modern Sciences, Tashkent, Özbekistan, 16 Aralık 2022, cilt.2, ss.318-326.
- B.1.21. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., "Changes Of Aromatic Components Based on Morphogenetic Variability in *Salvia Verticillata* subsp. *Verticillata*", 11th International Mardin Artuklu Scientific Researches Conference, Mardin, Türkiye, 13 - 15 Aralık 2023, ss.1172-1183.
- B.1.22. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., "Aromatic Components Present in Different Parts of Turkish Tea (*Camellia sinensis* L.)", 11th International Mardin Artuklu Scientific Researches Conference, Mardin, Türkiye, December 13 - 15 2023, ss.187-193
- B.1.23. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., "Changes in Aroma Components in *Stevia rebaudiana* Regarding Diurnal Variability", 6th International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress Adana, Türkiye, December 22-24, 2023, ss. 344-352.
- B.1.24. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., "Determination of Aroma Components in *Alchemilla vulgaris* L. Collected from the Flora", 6th International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress Adana, Türkiye, December 22-24, 2023, ss. 353-361.
- B.1.25. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., "Aromatic Components Present in Different Parts of *Origanum vulgare* subsp. *viride*", 9th Ankara International Congress on Scientific Research, Ankara, Türkiye, December 26-29 2023, ss.100-109.
- B.1.26. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., "*Stachys annua* subsp. *annua* var. *annua* Bitkisinin Farklı Kısımlarında Tespit Edilen Aroma Bileşenleri", 9th Ankara International Congress on Scientific Research, Ankara, Türkiye, December 26-29 2023, ss.110-115.
- B.1.27. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., "Chemical Composition in Different Plant Parts of *Echinaceae purpurea* L.", Abant 2nd International Conference on Current Scientific Researches, Bolu, Türkiye, December 28-30, 2023, ss.777-782.
- B.1.28. Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., "Aroma Components in Different Plant Parts of *Calamintha nepata* subsp. *glandulosa*", Abant 2nd

International Conference on Current Scientific Researches, Bolu, Türkiye, December 28-30, 2023, ss.783-788.

## **B.2. Ulusal Bildiriler**

- B.2.1. Özcan A.,** Çelik S., Kan Y., "Konya Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Kantaron (*Hypericum perforatum* L.) Bitkisi Tohum ve Herbalarının Sabit Yağ Verimi ve Yağ Asidi Bileşenlerinin İncelenmesi", 11. Tarla Bitkileri Kongresi, Çanakkale, Türkiye, 7 - 10 Eylül 2015, ss.78.
- B.2.2. Çatal M. İ., Özcan A.,** Şavşatlı Y., Seyis F., "Tıbbi Bitkilerin Organik Gübre Olarak Kullanım İmkanları", Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, Rize, Türkiye, 6 - 09 Ekim 2015, ss.497-502.
- B.2.3. Özcan A.,** Çatal M. İ., Şavşatlı Y., Seyis F., "Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Bitki Koruma Amacıyla Organik Tarımda Değerlendirme İmkanları", Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, Rize, Türkiye, 6 - 09 Ekim 2015, ss.393-398.
- B.2.4. Seyis F.,** Şavşatlı Y., Yurteri E., **Özcan A.,** Çatal M. İ., "Organik Tarımda Bitki Islahı", Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, Rize, Türkiye, 6 - 09 Ekim 2015, ss.689.

## **C. KİTAPTA BÖLÜM**

- C.1. Yurteri E.,** Bahram A. K., Küplemez H., **Özcan Aykutlu A.,** Seyis F., Phenolic Content and Antioxidant Activity in Different Plant Parts of *Viburnum opulus* at Different Altitudes , "New Development on Medicinal and Aromatic Plants ", Editör: Assist. Prof. Dr. Gülen Özyazıcı, Nobel Yayınevi, Ankara, ss.265-286, 2021.
- C.2. Küplemez H., Özcan Aykutlu A.,** Yurteri E., Seyis F., Distribution of *Alchemilla* Species in Rize and Their Usage in Folk Medicine, "Different Perspectives in Medicinal and Aromatic Plants", Editör: Gülen Özyazıcı, Esra Uçar, İksad Yayınevi, Ankara, ss.133-148, 2022.
- C.3. Yurteri E., Özcan Aykutlu A.,** Seyis F., Effect of Organic Fertilizers on Yield and Quality Parameters in *Camellia sinensis* (O.) Kuntze in Rize, "New Development on Medicinal and Aromatic Plants-II", Editör: Gülen Yalçıntaş Özyazıcı, İksad Yayınevi, Ankara, ss.255-286, 2022
- C.4. Özcan Aykutlu A.,** Küplemez H., Yurteri E., Seyis F., Determination of Caffeine and Phenolic Substance Contents of Black Tea Smuggled Illegal to Türkiye, "Different Perspectives in Medicinal and Aromatic Plants", Editör: Gülen Özyazıcı, Esra Uçar, İksad Yayınevi, Ankara, ss.173-185, 2022.
- C.5. Yurteri E.,** Seyis F., **Özcan Aykutlu A.,** Distribution of Volatile Oils in Different Plant Parts of *Passiflora incarnata* L. and Uses in Folk Medicine, "Current Studies on Medicinal Plants-I", Editör: Assoc. Prof. Dr. Gülen Özyazıcı, İksad Yayınevi, Ankara, ss.127-142, 2023.