

**T.C.  
ORDU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI SÜRGÜN DÖNEMLERİNE AİT KURUTULMUŞ SİYAH  
ÇAYIN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN EKOLOJİK BÖLGELERE  
GÖRE DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ**

**SELVİNAZ ALBAYRAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ORDU 2018**

## TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Selvinaz ALBAYRAK tarafından hazırlanan ve Doç. Dr. Burhan ÖZTÜRK danışmanlığında yürütülen “Farklı Sürgün Dönemlerine Ait Kurutulmuş Siyah Çayın Kalite Özelliklerinin Ekolojik Bölgelere Göre Değişiminin Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 21/12/2018 tarihinde oy birliği ile Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Burhan ÖZTÜRK

Başkan : Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN  
Bahçe Bitkileri, Ordu Üniversitesi

İmza :

Üye : Prof. Dr. Kenan YILDIZ  
Bahçe Bitkileri, Tokat Gaziosmanpaşa  
Üniversitesi

İmza :

Üye : Doç. Dr. Burhan ÖZTÜRK  
Bahçe Bitkileri, Ordu Üniversitesi

İmza :

ONAY:

27/12/2018 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 27/12/2018 tarih ve 218... / 588 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Enstitü Müdürü

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sami GÜLER

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan 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.

  
Selvinaz ALBAYRAK

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

### FARKLI SÜRGÜN DÖNEMLERİNE AİT KURUTULMUŞ SİYAH ÇAYIN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN EKOLOJİK BÖLGELERE GÖRE DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ

SELVİNAZ ALBAYRAK

Ordu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 2018  
Yüksek Lisans Tezi, 77s.

Danışman: Doç. Dr. Burhan ÖZTÜRK

Araştırma, kurutulmuş siyah çayın kalitesi üzerine sürgün dönemi (1, 2 ve 3. sürgün dönemi), yetiştiricilik bölgesi (Artvin, Rize ve Trabzon) ve rakımın (0-100 ve 300-400) etkisini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Araştırmada, 2017 vejetasyon periyoduna ait kurutulmuş siyah çaylar bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Örneklerde ekstrakt, kuru madde, toplam kül, selüloz, kafein, theaflavin, thearubigin, theaflavin/thearubigin, polifenol, total flavonoid, antioksidan aktivitesi, tadım, parlaklık ve renk özellikleri incelenmiştir.

Sürgün dönemleri verileri ışığında, genel olarak ilk sürgünlerin daha yüksek ekstrakt, kafein, theaflavin, theaflavin/thearubigin, polifenol, parlaklık ve renge sahip olduğu tespit edilmiştir. Hâlbuki kuru madde, toplam kül, selüloz, thearubigin ve toplam flavonoid bakımından 3. sürgünlerin daha zengin içeriğe sahip olduğu görülmüştür. Fabrika (rakım) ortalamalarına bakıldığında, ekstrakt bakımından Kemalpaşa ve Araklı; kuru madde bakımından Muratlı ve Ambarlık; kafein bakımından Araklı; theaflavin bakımından Ambarlık ve Araklı; Thearubigin bakımından Ardeşen; Theaflavin/thearubigin bakımından Araklı; polifenol bakımından Ardeşen ve Araklı; toplam flavonoid bakımından Ambarlık; parlaklık ve renk bakımından Araklı fabrikalarında işlenen kuru çayların diğer fabrikalarda işlenenlere kıyasla daha yüksek kaliteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

İl ortalamaları ışığında, Trabzon ilinde yetişen çayların diğer illere kıyasla daha yüksek kuru madde, toplam kül, kafein, theaflavin, theaflavin/thearubigin oranı, parlaklık ve renk kalitesine sahip olduğu saptanmıştır. Aksine Rize ilinde yetişen çaylardan daha yüksek polifenol, total flavonoid, antioksidan aktivitesi ve duyu kalite elde edilmiştir. Thearubigin içeriği bakımından ise Artvin ilinde yetişen çayların, diğer illerdekilere kıyasla daha yüksek içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, kurutulmuş siyah çayın kalitesi üzerine sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım gibi faktörlerin etki ettiği açığa çıkarılmıştır. Çalışmamızda Trabzon ve Rize ilinde yetişen kurutulmuş siyah çayların pek çok kalite parametresi yönünden daha yüksek içeriğe sahip olduğu ifade edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Camellia sinensis*, kafein, polifenol, rakım, theaflavin/thearubigin.

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF CHANGE OF QUALITY CHARACTERISTICS OF DRIED BLACK TEA BELONG TO DIFFERENT SHOOT PERIODS ACCORDING TO ECOLOGICAL REGIONS

SELVİNAZ ALBAYRAK

The University of Ordu  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Horticulture, 2018  
M.Sc. Thesis, 77p.

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Burhan ÖZTÜRK

The study was carried out to determine the effect of the(1<sup>st</sup>,2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup>) shooting periods, cultivation area (Artvin, Rize and Trabzon) and altitude (0-100 and 300-400) on the quality of dried black tea. Dried black teas of 2017 vegetation period were used as plant material for the study. Extract, dry matter, total ash, cellulose, caffeine, theaflavin, thearubigin, theaflavin/ thearubigin, polyphenol, total flavonoid, antioxidant activity, taste, luster and color properties were examined in the samples.

According to the data of the shooting periods, it was found out that the first shoots in general had higher extracts, caffeine, theaflavin, theaflavin/thearubigin, polyphenol, luster and color. In contrast, 3<sup>rd</sup> shoots have been found to have a richer dry substance, total ash, cellulose, thearubigin, and total flavonoid content. When the factory (altitude) averages were examined, it was determined that the dry tea processed in Kemalpaşa and Araklı factories in terms of extract, Muratlı and Ambarlık in terms of dry substance; Araklı in terms of caffeine; Ambarlık and Araklı in terms of theaflavin; Ardeşen in terms of thearubigin; Araklı in terms of theaflavin/thearubigin; Ardeşen and Araklı in terms of polyphenol; Ambarlık in terms of total flavonoid and Araklı in terms of luster and color were of higher quality compared to those processed in other factories.

In terms of provincial averages, tea grown in Trabzon proved to have higher dry substance, total ash, caffeine, theaflavin/thearubigin ratio, luster and color quality compared to other provinces. On the contrary, higher polyphenol, total flavonoid, antioxidant activity and sensory quality were obtained from the tea grown in Rize province. In terms of thearubigin content, tea grown in Artvin province has been found to have higher content compared to other provinces.

As a result, it was revealed that factors such as shooting period, cultivation area and altitude affect the quality of dried black tea. It can be stated in our study that, the dried black tea grown in Trabzon and Rize province has higher content in terms of many quality parameters.

**Keywords:** Altitude, caffeine, *Camellia sinensis*, polyphenol, theaflavins/thearubigins.

## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi ve çalışmanın yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen, tezimi titizlikle ve sabırla yürütmemi sağlayan tez danışmanım sayın Doç. Dr. Burhan ÖZTÜRK'e, tezimin laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Orhan KARAKAYA ve Arş. Gör. Sefa GÜN'e teşekkür ederim.

Çalışmalarımın yürütülmesi için idari ve teknik anlamda her türlü desteği veren Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü İşletme ve Üretim Dairesi Başkanı Sayın Metin BIÇAKÇI'ya, numunelerin temininde ve tez çalışmam süresince desteğini esirgemeyen Kalite Kontrol Şube Müdürü Hasan ÇEBİ'ye, aynı zamanda kuru çay örneklerinde kalite analizlerinin yürütülmesi ve raporlanmasına katkılarından dolayı Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Biyokimya Kısım Müdürü Zuhal KALCIOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmaya bitkisel materyal sağlayan, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Kemalpaşa, Muratlı, Ambarlık, Ardeşen, Hayrat ve Araklı çay fabrikası müdürlüklerine teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her anında olduğu gibi, yüksek lisansıma başlamamda ve bitirmemde hep yanımda olan aileme, maddi ve manevi olarak hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan değerli babam Sedat ŞARK ve annem Fatma ŞARK'a, sabırla ve sevgisiyle her anımda yanımda olan eşim Hakan ALBAYRAK'a sonsuz teşekkürler.

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	I
<b>ÖZET</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	IV
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	V
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	VII
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	VIII
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b> .....	X
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	4
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	21
<b>3.1. MATERYAL</b> .....	21
<b>3.2. YÖNTEM</b> .....	21
3.2.1. Sudaki Ekstrakt Tayini .....	22
3.2.2. Kuru Madde Analizi.....	22
3.2.3. Toplam Kül Analizi.....	22
3.2.4. Selüloz Analizi.....	22
3.2.5. Kafein.....	23
3.2.6. Theaflavin-Thearubigin.....	24
3.2.7. Polifenol Analizi.....	25
3.2.8. Toplam Flavonoid.....	26
3.2.9. DPPH Antioksidan Aktivitesi (Serbest radikal giderme aktivitesi).....	26
3.2.10. Duyusal Kalite (Tadım).....	26
3.2.11. Parlaklık ve Renk.....	27

3.2.12. İstatistik Analizler.....	28
<b>4. BULGULAR</b> .....	29
4.1. Ekstrakt.....	29
4.2. Kuru Madde Miktarı.....	31
4.3. Toplam Kül.....	33
4.4. Selüloz.....	35
4.5. Kafein.....	37
4.6. Theaflavin.....	39
4.7. Thearubigin.....	41
4.8. Theaflavin/Thearubigin.....	43
4.9. Polifenol.....	45
4.10. Toplam Flavonoid .....	47
4.11. Antioksidan Aktivitesi.....	50
4.12. Duyusal Kalite (Tadım).....	52
4.13. Parlaklık.....	54
4.14. Renk.....	56
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	58
5.1. Ekstrakt .....	58
5.2. Kuru Madde Miktarı.....	59
5.3. Toplam Kül .....	59
5.4. Selüloz .....	60
5.5. Kafein .....	60
5.6. Theaflavin .....	61
5.7. Thearubigin .....	62
5.8. Theaflavin/Thearubigin.....	63
5.9. Polifenol.....	64
5.10. Toplam Flavonoid.....	65
5.11. Antioksidan Aktivitesi.....	65
5.12. Duyusal Kalite ( Tadım), Parlaklık ve Renk.....	65
<b>6. SONUÇ</b> .....	67
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	77



## ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1.	Kurutulmuş siyah çayın ekstrakt kalitesi üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	30
Şekil 4.2.	Kurutulmuş siyah çayın kuru madde miktarı üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	32
Şekil 4.3.	Kurutulmuş siyah çayın toplam kül değeri üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	34
Şekil 4.4.	Kurutulmuş siyah çayın selüloz içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi...	36
Şekil 4.5.	Kurutulmuş siyah çayın kafein içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi ...	38
Şekil 4.6.	Kurutulmuş siyah çayın theaflavin içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	40
Şekil 4.7.	Kurutulmuş siyah çayın thearubigin içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	42
Şekil 4.8.	Kurutulmuş siyah çayın theaflavin/thearubigin oranı üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	44
Şekil 4.9.	Kurutulmuş siyah çayın polifenol içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	46

	etkisi .....	
<b>Şekil 4.10.</b>	Kurutulmuş siyah çayın toplam flavonoid içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	49
<b>Şekil 4.11.</b>	Kurutulmuş siyah çayın antioksidan aktivitesi üzerine sürgün dönemi (A), fabrika- rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	51
<b>Şekil 4.12.</b>	Kurutulmuş siyah çayın duyuşal kalite (tadım) üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	53
<b>Şekil 4.13.</b>	Kurutulmuş siyah çayın parlaklığı üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi ...	55
<b>Şekil 4.14.</b>	Kurutulmuş siyah çayın rengi üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi .....	57

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 3.1.</b>	Kuru çay örneklemesine ait yetiştiricilik bölgesi, rakım ve sürgün dönemleri .....	21
<b>Çizelge 4.1.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın su ekstraktı miktarı üzerine etkisi ...	29
<b>Çizelge 4.2.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın kuru madde miktarı üzerine etkisi ...	31
<b>Çizelge 4.3.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın toplam kül içeriği üzerine etkisi .....	33
<b>Çizelge 4.4.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın selüloz içeriği üzerine etkisi .....	35
<b>Çizelge 4.5.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın kafein içeriği üzerine etkisi .....	37
<b>Çizelge 4.6.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın theaflavin içeriği üzerine etkisi .....	39
<b>Çizelge 4.7.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın thearubigin içeriği üzerine etkisi .....	41
<b>Çizelge 4.8.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın theaflavin/thearubigin oranı üzerine etkisi .....	43
<b>Çizelge 4.9.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın polifenol içeriği üzerine etkisi .....	45
<b>Çizelge 4.10.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın toplam flavonoid içeriği üzerine	48

	etkisi .....	
<b>Çizelge 4.11.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın DPPH antioksidan aktivitesi üzerine etkisi .....	50
<b>Çizelge 4.12.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kuru siyah çayın duyu kalitesi üzerine etkisi .....	52
<b>Çizelge 4.13.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın parlaklığı üzerine etkisi .....	54
<b>Çizelge 4.14.</b>	Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın renk kalitesi üzerine etkisi .....	56

### SİMGELER ve KISALTMALAR

O <sub>2</sub>	: Oksijen
FRAP	: Demir (III) indirgeme antioksidan gücü
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
DPPH	: Serbest radikal giderme aktivitesi
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde
L	: Litre
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü(Food and Agriculture rganization)
EC	: Epikateşin
GC	: Gallo kateşin
ECG	: Epikateşin gallat
EGC	: Epigallo Kateşin
EGCG	: Epigallo kateşin gallat
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	: Sodyum karbonat
NaNO <sub>2</sub>	: Sodyum nitrit
AlCl <sub>3</sub>	: Alüminyum klorür
EC	: Epikateşin
CG	: Kateşin gallat
C	: Kateşin
TF	: Theaflavin
TR	: Thearubigin
ISO	: International Organization For Standardization
NaOH	: Sodyum hidroksit
UNCTAD	: Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı

İBMK	: İzobütil metil keton
UV	: Ultraviyole
Mg	: Magnezyum
Mm	: Milimetre
Nm	: Nanometre
N	: Newton
GAE	: Gallik asite eşdeğer
QE	: Kuersetine eşdeğer
TE	: Troloksa eşdeğer

## 1. GİRİŞ

Çay, Dünyada sudan sonra en çok tüketilen, kafein içeren fakat alkol içermeyen rahatlatıcı özelliği olan aromatik bir içecektir. Doğal fenolik antioksidanların, önemli bir besin kaynağı olmasından dolayı, düzenli tüketildiğinde özellikle bazı kanser türleri, kalp hastalıkları, bağırsak ve karaciğer iltihaplanması, diyabet, nörolojik hastalıkların tedavisinin yanında, kilo kayıplarının azaltılması ile ilişkili olduğu varsayılmaktadır (Carloni ve ark., 2013; Kaur ve ark., 2014). Aynı zamanda çay, anti-allerjik, anti-mikrobiyal, anti-enfeksiyon ve antioksidan özelliklere de sahip bir aromatik bitkidir (Soni ve ark., 2015).

Günümüzde çay, başta Çin olmak üzere Hindistan, Kenya, Sri Lanka, Endonezya ve Türkiye olmak üzere pek çok ülkede üretimi yapılmaktadır. Dünya çay üretiminde, yaklaşık 2000'den fazla çay çeşit ve klonunun kullanıldığı tahmin edilmektedir. Çin, üretimde en fazla çeşitliliğe sahip ülke konumundadır. Dünya çay üretiminin 2016 yılında 5.95 milyon ton civarında olduğu rapor edilmiştir. Çin 2.4 milyon ton üretimi ile dünyada ilk sırada yer almaktadır. Hindistan yaklaşık 1.25 milyon ton ile 2. sırada yer alırken, bunları 473 bin ton ile Kenya, 349 bin ton ile Sri Lanka izlemektedir. Ülkemiz 243 bin ton üretim ile Dünyada 5. sırada yer almaktadır. Vietnam 240 bin ton, Endonezya 144 bin ton, Myanmar ise 102 bin ton üretim miktarı ile önemli üretici ülkeler arasında yer almaktadır (FAO, 2018).

Kaynaklarda, çayın Çin imparatoru Shen Nung tarafından milattan önce 2737 yıllarında tesadüfen bulunduğu ifade edilmektedir. Çay isminin Çince'de 'ça' kelimesinden geldiği ifade edilmekle birlikte, Rusca'da 'chay' Arapça'da 'shaye' Japonca'da ise 'cha' ismi ile ifade edilmiştir. Türkçe'ye ise Çince'de haşlandıktan sonra suyu tüketilen maruf yaprak 'çay' olarak geçtiği belirtilmektedir (Karadeniz, 2011).

Çin'de çay endüstrisinin ortaya çıkışının ise MS 650'li yıllarda 'T Sang hanedanı' dönemi olduğu düşünülmektedir. Çayın Dünyaya Çin'in Güney iç kısımları ile Hindistanın bir bölgesi olan Assam arasında kalan alandan yayıldığı, *Camellia sinensis* adlı yalnızca bir türünün olduğu ifade edilmektedir. İlk defa Hollandalı tüccarlar tarafından 1596 yılında ticari bir mal olarak Benton'da ticaretinin yapıldığı ifade edilmektedir. Çin'den ilk çay sevkiyatının ise 1606'da Benton'a olduğu

kayedilmiştir. Hindistan'da çay endüstrisi ise Assam'da çay bitkisinin keşfinin bir sonucu olarak 1823 yılından sonra ortaya çıkmıştır. 1820'li yılların başında, İngiliz şirketleri Assam'da büyük ölçekte çay üretimine başlamış ve bu üretimi hızlı bir şekilde ülkenin pek çok bölgesine yaymıştır. Günümüzde dünyanın en büyük çay üretici ülkelerinden biri olan Hindistan, tüketiminin yaklaşık % 70'ni kendisi karşılamaktadır (Soni ve ark., 2015).

Çay varyetelerinin tamamı, herdem yeşil çalı formunda olup, bitkinin genç ve taze yapraklarından üretim yapılmaktadır. Taze koparılmış çay yaprakları, siyah (fermente edilmiş), oolong (yarı fermente edilmiş) ve yeşil çay (fermente edilmemiş) olarak sınıflandırılmaktadır. Dünya çay üretiminin hemen hemen % 75'i siyah çay olarak işlenmektedir (Carloni ve ark., 2013). Aynı zamanda coğrafi bölgelere ve toplumlara özgü çaylarda vardır. Fakat bunların üretimi sınırlıdır. Bunlardan 'Pickled Tea' (salamura çay), yağmurlu bir zamanda hasat edilmekte ve bambu kapları içerisinde salamura edilmektedir. 'Brick Tea' (yığma çay) olarak isimlendirilen çay ise siyah ve yeşil çayın sıkıştırılması ile elde edilmekteyken, 'White Tea' (beyaz çay) ilave fermantasyondan önce hafif bir şekilde doğal güneş ışığında soldurulmuş çay tomurcuklarının hafif bir şekilde işlenmesi ile elde edilmektedir (Kaur ve ark., 2014).

Pazarlama yöntemi bakımından Dünyada çay 3 şekilde pazarlanmaktadır. Poşet çay, toz granüler çay ve çubuk biçimli siyah çaylardır. Bunların tamamı benzer işleme teknikleri ile üretilmelerine rağmen, son ürünlerin görünüşü bir birinden farklıdır. Çubuk biçimli çaylar halen orijinal çay yaprak şeklini muhafaza eder. Granüler çaylar ise mekanik olarak yapraklar çok küçük parçalara ayrılır. Bu yüzden yaprakların orijinal şekli kaybolur. Siyah poşet çaylar ise granüler çayların tat ve lezzetini kaybetmeksizin bir filtre kağıt ambalaj içerisine kapatılması ile üretilir (Cao ve ark., 2006).

Siyah çayın kalitesi, çoğunlukla tat ve aroma gibi özelliklere göre değerlendirilir. Çay ticaretinde 'kalite' kelimesi, araziden fabrikaya pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Aynı zamanda siyah çayın kalitesini etkileyen depolama, hasat yöntemi, üretim koşulları, bitki besleme, hastalık ve zararlı gibi pek çok faktör kontrol edilebilmesine rağmen, bitkinin yetiştirildiği rakım, mevsim ve çeşit gibi unsurlar kontrol edilmesi pek mümkün olmayan faktörlerdir. Aynı çay çeşidine ait

tüm genetik özellikler benzer olmasına rağmen, bitkinin yetiştiği çevrenin iklimsel farklılığından dolayı, biyokimyasal içeriğinin etkilendiği ifade edilmektedir (Muthumani ve ark., 2013).

Çayın güçlü antioksidan özelliği, onun theaflavinler, bisflavanoller ve theaflavik asit gibi flavonoid bileşiklerine bağlanmaktadır. Yapılan araştırmalarda çayın süperoksit, peroksil ve hidroksil radikallerini temizleme aktivitesine sahip olduğu rapor edilmiştir (Rice-Evans ve ark., 1995).

Siyah çay üretim sürecinde, kateşinler oksijen ve polifenol-oksidad'ın varlığında, theaflavinler (TFs) ve thearubiginlere (TRs) okside olurlar. Theaflavinler, kateşin dimeriyken (theaflavin, theaflavin 3-gallat, theaflavin 3'-gallat, theaflavin 3,3'-digallat), thearubiginler yapıları tam olarak bilinmeyen kateşin oligomeridirler. Bu okside olmuş içerikler siyah çaya has bileşiklerdir. Theaflavin oluşumu için hem EC ya da ECG hem de EGC ya da EGCG'nin mevcudiyetini ister (Wickremasinghe, 1978). Theaflavin monogallat, theaflavinden 2.2 kat daha sertken (buruk), theaflavin 3,3'-digallat ise theaflavinden 6.4 kat daha serttir (Owour ve ark., 2006).

Çayın fenolik bileşiklerinin içeriği dolayısı ile de antioksidan aktivitesinin sıcaklık, yağış ve güneşlenme süresi gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değiştiği rapor edilmektedir. Aynı zamanda toprak özellikleri, gübreleme, sürgün kesim zamanı ve sıklığı, yetiştirildiği bölge, çeşit ve çay üretimindeki diğer kültürel uygulamalarının kalite üzerine önemli etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Owour ve ark., 2008; Owour ve ark., 2010; Carloni ve ark., 2013; Kaur ve ark., 2014). Benzer şekilde Özdemir ve ark. (2018) siyah çayın fenolik kompozisyonu ve kalite özellikleri üzerine rakım, sürgün dönemi ve farklı çay sınıflarının etkili olduğunu gözlemlemiştir.

Bu çalışma ile kurutulmuş siyah çayın kalite özellikleri üzerine yetiştiricilik bölgesi (Artvin, Rize, Trabzon), rakım (0-100 ve 300-400) ve sürgün dönemi (1., 2. ve 3. sürgün) gibi faktörlerin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çay, kuzey yarımkürede 49° enlem derecesine yani Karpat Dağlarından, güney yarımkürede 33° enleme (Güney Afrika'nın Natal bölgesine) kadar yayılış göstermiştir. Japonya'da deniz seviyesinde, Kenya ve Ruanda'da 2700 m rakıma kadar yükseklikler de yetiştirilmektedir. Yaklaşık olarak 30 ülkede üretimi yapılmaktadır. Çay bitkisi Çin, Hindistan, Kenya, Sri Lanka, Türkiye, Vietnam, Endonezya, Myanmar, Arjantin ve Japonya gibi ülkelerde üretimi yoğun olarak yapılmaktadır. Kısacası çay bitkisi geniş bir iklimsel çeşitlilikte yetiştiriciliği yapılmaktadır (Owour ve ark., 2008).

Türkiye'de çay üretimine cumhuriyetin kuruluşundan sonra başlanılmıştır. Fakat çay ile ilgili en eski kaynak bir arap seyahatnamesidir. Çayın Osmanlı Devleti'ne Çin'den getirilişi Avrupa'dan önce olmuştur (Kaçar, 2010). 16. yüzyıldan 19. yüzyılın ortalarına kadar çayın Osmanlı Devleti'nde bir zümre tarafından ıtıriyat olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Kuzucu, 2010).

Osmanlı Devletinin sonlarına doğru Rize ziraat odası Reisi Hulüsi Bey çay tarımı ile ilgili olarak ilk girişimde bulunan kişidir. Rize ve Batum'un iklim şartlarının benzer olması nedeniyle 1912 yılında Batum'dan aldığı tohumları kendi bahçesinde ekip gözlemlerde bulunmuştur. Nihayetinde tohumlar çimlenmiş ve bitkiler elde edilmiştir. Fakat I. Dünya Savaşı'nın çıkmasıyla birlikte farklı bir göreve atanmıştır (Karadeniz, 1979).

Osmanlı Döneminde çayın tarımsal üretiminin geliştirilmesinde en etkin olan kişi Ali Rıza Bey'dir. 1924 yılında 407 sayılı çay kanununun kabul edilmesinden kısa bir zaman sonra çay tarımı ile ilgili araştırmalar yapmak amacıyla Rize de 'Bahçe Kültür İstasyonu' kurulmuştur. Kuruluşun yürütme görevine o dönemin Ziraat Umum Müfettişi Zihni Derin atanmıştır. Bunun akabinde çay tohumu almak için Batum'a gönderilen Zihni Derin bir miktar çay tohumu alarak çay fidanı üretmeye başlamıştır. Çay üretiminin artmasıyla beraber çay fabrikası kurulma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. İlk çay fabrikası Rize'nin Fener mevkiinde günlük 60 ton işleme kapasiteli Zihni Derin Çay Fabrikası ismiyle 1947 yılında kurulmuştur. Günümüzde ise Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun illerinde çay işleme fabrikaları mevcuttur.

Ülkemizde halen çay tarımı Doğu Karadeniz Bölgesinde Gürcistan sınırından başlayarak Ordu ilinin Fatsa ilçesine kadar uzanmaktadır. Bu bölge içerisinde Rize başta olmak üzere Artvin, Trabzon, Giresun ve Ordu illerinde çay yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünyada bu bölge çay yetiştiriciliği yönünden en üst bölge arasındadır. Gürcistan sınırından Trabzon ilinin Araklı ilçesine kadar olan alan ise Türkiye’de çay yetiştiriciliği yönünden en elverişli ve verimli kısmı oluşturmaktadır (Alikılıç, 2016).

Çay yetiştiriciliğinde en önemli 2 faktör, iklim ve toprak koşullarıdır. Toprak pH’sının 4.5-6.0 arasında, yapısının kireçsiz olması gerekmektedir. Aynı zamanda yıllık sıcaklık ortalaması 14 °C’nin altına düşmemesine, toplam yıllık yağışın 2000 mm’den az olmamasına ve bağıl nem oranının % 70 olması çay bitkisinin gelişimi için optimal koşullar olarak ifade edilmektedir.

Doğaya büyümeye bırakıldığında bir ağaç görünümü alan çay bitkisi her dem yeşil bitkiler arasında yer almaktadır. Türlerine göre gelişme yüksekliği farklılık göstermektedir. Sıcak iklim ve bol yağış tercih eden bir bitkidir. Sürgün oluşumu yeterli nemin ve sıcaklığın olduğu yerlerde yıl boyu sürer. Soğuk mevsimlerde sürgün oluşumu duraklar. Yaprak ve tomurcuk gelişmez. Çay bitkisi beyaz renkli çiçeklere sahip olup, erkek ve dişi organlar birarada bulunur. Çeşide ve gelişme ortamına göre çiçek açma zamanı değişiklik göstermektedir. Rize Bölgesinde genellikle Ağustos ayında çiçek açar. Çiçeklenme aralık ayı sonunda sona erer. Sıcak iklim ülkelerinde bitki üzerinde yılın her ayında çiçek görmek mümkündür. Çiçek tohumlarının oluşumu ve açması çay yapraklarında aroma maddelerinin birikmesine neden olduğu için bu mevsimde alınan yapraklardan kaliteli çay elde edilir.

Yetiştiricilik ve üretim şartları çayın kalitesini belirleyen en önemli unsurlardır. Çay ürünü, genç sürgünlerin tepe tomurcuğu ile bu tomurcuğu izleyen birinci ve ikinci taze ve körpe yapraklardan oluşan, lif vermeyen ve tekniğe uygun toplanan filizlerdir. İki buçuk yaprak olarak tabir edilen bu filizlerdir. Taze ve körpe yapraklarda kateşin, kafein, makro ve mikro elementler ve enzimler daha yoğun bulunur. Kart yapraklarda ise bu oran düşmektedir. Dünyada çay hasadı ve kuru çay üretimi ekolojik şartlar nedeniyle 9-11 ay devam ederken, ülkemizde 5-6 ay sürmektedir (Alikılıç, 2016).

Türkiye’de çay hasadı mayıs ve ekim ayları arasında üç sürgün döneminde yapılmaktadır. Siyah çayın her sürgün dönemi için bileşim ve kalite özellikleri farklı olabilmektedir. Sürgün döneminin siyah çayın kalitesi üzerine etki eden en önemli faktörlerden biri olduğu belirtilmektedir (Özdemir ve ark., 2018)

Çay kalitesi üzerine bitkinin genetik özellikleri ve çevresel faktörlerin etkisi yanında işleme yöntemleri ve teknolojiye siyah çay kalitesi üzerine önemli etkiye sahiptir (Özdemir ve ark., 1993). Aynı zamanda sıcaklık, yağış, rakım, toprak ile toplama-kesme, budama, gölgeleme ve gübre kullanımı gibi kültürel uygulamalar siyah çayın kalitesini etkileyen faktörlerdir (Bhuyan ve ark., 2009; Carloni ve ark., 2013).

Ticari kullanıma uygun olarak 3 çeşit çay üretilmektedir.

- Siyah çay (Fermente yani okside olmuş çay)
- Yeşil çay (Fermente olmamış çay)
- Oolong çay (Yarı fermente olmuş çay)

Dünyada üretilen ve tüketilen çayların %78’i siyah çay , %20’si yeşil çay ve %2 si oolong çaydır. Yeşil çayın yaygın olarak tüketildiği yerler Çin, Japonya, Hindistan ve Kuzey Afrika, siyah çayın Orta Doğu, Batı ülkeleri ve bazı Asya ülkeleri, oolong çayın ise Güneydoğu Çin ve Tayvan’dır (Çelik, 2006)

Çayın en önemli özelliği tamamen doğal bir ürün olması ve hiçbir yapay renklendirici, koruyucu ve kokulandırıcı içermemesidir. Ayrıca sütsüz ve şekeriz alındığında kalorisi yoktur ve vücudun su dengesinin korunmasında önemli bir rol oynar. Taze çay yaprakları fenolik bileşiklerden flavonoidler bakımından zengindir. Çaya aroma veren bileşikler flavonoidlerdir. Çaydaki en yaygın bulunan flavonoid, flavan-3-ol’dür. Kateşinler monomer yapıda olup, taze çay yapraklarındaki kateşinler, (-)-epigallokateşin gallat (ECCG), (-)-epigallokateşin (EGC), (-)-epikateşin gallat (ECG), (-)-gallokteşin (GC), (-)-epikateşin (EC) ve (+) kateşin (C)’dir. Aynı zamanda diğer polifenollerden, flavonoller (kuarsetin, kaemferol, myrisetin), onların glikozitleri ve klorojenik asit gibi depsitlerini içerir. Bunlara ilave olarak aminoasitler (theanin, gama butirik asit), karbonhidratlar, proteinler, vitaminler, iz elementler, aromatik bileşikler, karotenoidler, kafein, theophylin ve theobromin gibi alkaloidleri de içermektedir (Kerio ve ark., 2013).

Çayda kafein; metilksantin, theobromin ve theophyllin'in çok küçük miktarı ile % 3'lük bir ortalama düzeyde bulunmaktadır. Çay yapraklarında aynı zamanda antosiyanin bulunmaktadır. Yine theanin çaya has bir amino asittir. Çayda bulunan C vitamini, taze yaprakların işlenmesi sürecinde kayba uğramaktadır. Fakat karotenoidler ve K vitamini, içime hazır demlenmiş çayda mevcuttur. Çay aynı zamanda alüminyum, potasyum, florür ve manganez içerir (Modder ve Amarakoon, 2002).

Yeşil çay üretiminde, ilk işlem Japonya'da buharlamayla, Çin'de ise fırınlayarak polifenol-oksidadın ısı ile yok edilmesidir. Siyah çayın yeşil çaydan farkı TF ve TR gibi okside olmuş ürünler ile birlikte, okside olmamış doğal polifenollerin karışımını içermesidir. Hâlbuki yeşil çay, yalnızca okside olmamış doğal polifenolleri içermektedir. Oolong çay yarı fermente bir çaydır. Oolong çayın yüksek kalitesi, zengin tadına kısmen de okside olmasına bağlanmaktadır. Oolong çayın polifenol profili yeşil ve siyah çaya benzemektedir. Fakat taze oolong çay yaprakları kurutulmadan önce kısmen bir fermantasyona maruz bırakıldığı için EGCG, EC ve ECG içeriği, yeşil çayın içeriğinden daha düşüktür (Zuo ve ark., 2002).

Yüksek kaliteye sahip çayların zengin fenolik içeriğe sahip olması arzulanmaktadır. Theaflavin, sade siyah çayların parlaklık, lezzet ve rengine önemli katkı sunarken, thearubiginler hem likör hem de demlenmiş çayın renk ve sertlik gibi özellikleri ile ilişkilidir (Biswas ve ark., 1973). Kateşinler ve gallatlar, yeşil çay için kalite parametresi olarak kullanılmaktadır. Bryce ve ark., (1970) ve Coxon ve ark., (1970), siyah çay oluşumunda, taze çay yapraklarındaki flavonoidlerin (C, EC, GC, ECG, GC, EGC ve EGCG) ve bir fenolik asitin (gallik asit) theaflavinlerin oluşumundan sorumlu olduğunu rapor etmişlerdir. Çayın kalitesini etkileyen yapraktaki polifenoloksidad ve kateşinlerin miktarına üretim sezonu, yetiştiricilik yapılan rakım, tarımsal uygulamalar, üretim yöntemleri ve muhafaza koşulları etki edebilmektedir. Aynı zamanda çayın demlenme süresi ve çayın keskinliği, demlenmiş çayın fenolik bileşiklerini etkileyebilir (Hilton ve Palmer Jones, 1973).

Çaydaki kateşinler ve diğer polifenoller, azot türleri ve reaktif oksijen türlerini temizleyerek ve metal iyonlarını ayırarak in vitro antioksidan olarak rol alırlar (Wiseman ve ark., 1997). Genel olarak çayın antioksidan aktivitesi çay çeşitlerine

göre farklılık göstermektedir. Yeşil çay en yüksek antioksidan içeriğine, siyah çay ise en düşük içeriğe sahiptir. Oolong çay ise siyah çaya kıyasla daha yüksek, yeşil çaydan daha düşük içeriğe sahiptir (Roginsky ve ark., 2003). Aynı zamanda siyah çayın yeşil çaydan daha yüksek antioksidan içeriğine sahip olduğunu bildiren çalışmanın yanında (Venditti ve ark., 2010), aralarında önemli farklılığın olmadığını bildiren çalışmada mevcuttur (Carloni ve ark., 2013). Yine toplam fenolik bileşikler bakımından oolong=siyah<yeşil; 2,2-difenil 1-pikrilhidrazil (DPPH antioksidan aktivitesi) bakımından siyah<oolong=yeşil ve demir indirgeme gücü (FRAP) bakımından siyah<oolong<yeşil olarak sıralama yapılmıştır (Chan ve ark., 2010). Yokozawa ve ark., (1998) ise çalışmasında antioksidan aktivitesini oolong<siyah<yeşil çay olmak üzere sıralamıştır. Yeşil çayların siyah çaylara kıyasla, daha yüksek toplam fenolik bileşiğe ve antioksidan aktivitesine (FRAP) sahip olduğu tespit edilmiştir (Chan ve ark., 2007). Hem yeşil çayın hem de siyah çayın toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi (FRAP) 70 ve 100 °C sıcaklıkta, sıcaklığın artması ile artış gösterdiği rapor edilmiştir (Jayasekera ve ark., 2011).

Siyah çayın toplam polifenol ve kafein miktarının belirlendiği çalışmada, siyah çayın toplam polifenol içeriğinin yeşil çaya kıyasla daha düşük olduğu aksine kafein içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çayın soldurma safhası süresince kafeindeki artışı, fermentasyonu ve kurutulması sürecinde bir azalış izler (Cloughley, 1983).

Çayın kafein içeriği, yetiştiricilik yapılan bölgeye, hasat-sürgün dönemine, çeşide, mevsime, toplama-kesme safhasına ve iklimsel faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Adnan ve ark., 2013). En iyi kalitedeki ticari çayların kafein içeriğinin % 4'ün altında olması gerektiği belirtilmektedir.

Çay deniz seviyesinden hemen hemen 2000 m'ye kadar olan yüksekliğe kadar yetiştirilebilmektedir. Owour ve ark., (1990; 2008) ve Jayasekera ve ark., (2011) siyah çayın kalitesinin gelişme dönemine, rakıma, yetiştirildiği bölgenin iklimine, üretim bölgesine ve genetiğine bağlı olarak değişebileceğini rapor etmişlerdir. Orta Afrika'da yapılan bir çalışma, çayın taze uç sürgünlerindeki flavonoid konsantrasyonunun, soğuk dönemlerde daha yüksek olduğunu göstermiştir (Hilton ve Palmer-Jones, 1973). Aksine sıcak aylarda hasat edilen çaylar ile karşılaştırıldığında

soğuk aylarda hasat edilen Avustralya çayının kateşin gallat (CG) seviyesinin daha düşük olduğu görülmüştür (Caffin ve ark., 2004). Kuzey yarımkürede, toplam flavanol içeriği, yaz dönemi süresince daha yüksek içeriğe sahiptir. Japonya’da yapılan bir çalışma EGC seviyesinin ilkbaharda, hâlbuki ECG ve EGCG seviyelerinin ise yaz mevsiminde daha yüksek olduğunu göstermiştir (Nakagawa ve Torri, 1964).

Jayasekera ve ark., (2011), Sri Lanka’nın farklı bölgelerinde yetişen yeşil çay ve siyah çayın su ekstraktlarının toplam fenolik bileşikleri ve antioksidan aktivitesini (FRAP) incelemişlerdir. Seçilen bölgeler içerisinde 4 yüksek rakımlı bahçe ve 2 adette nispeten daha düşük rakımlı bahçeler belirlenmiştir. Yüksekte yetişen çayların örnekleri kuru ve muson yağmurları olmak üzere 2 farklı dönemde toplanmıştır. Sonuçlara bakıldığında 6 bahçenin antioksidan aktiviteleri arasında önemli derecede farklılık tespit edilmiştir. Hem toplama dönemi hem de bahçelerin konumlarının toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi üzerine önemli derecede etki ettiği saptanmıştır. Yine toplanan yeşil çay örneklerinin kateşin, flavanol ve theaflavin içerikleri üzerine örneklerin toplandığı dönemin önemli etkisi gözlemlenmiştir. Yine işlenmemiş çay yapraklarının polifenol içeriği üzerine kuru ve yağışlı iklimin önemli etkisinin olduğu çalışma ile belirlenmiştir.

Gelişme mevsimi süresince oolong çayların kateşin seviyesi ve kompozisyonu üzerine çay bitkisinin yetiştirildiği rakım ve çayın hasat edildiği dönemin etkisi belirlenmiştir (Chen ve ark., 2010). Farklı dönemlerde toplanan (ilkbahar ve yaz) Tayvan oolong çayının EC, ECG ve EGCG seviyeleri arasında önemli derecede farklılıklar rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2006). Chen ve ark., (2010) yürüttüğü çalışmada, yüksek rakımda yetişen ‘Huang Zhi Xiang’ oolong çayının EGCG, CG ve TC içeriğinin, düşük rakımda yetişenlere kıyasla daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Üstelik sonbaharda EGCG ve CG içeriğinin, düşük rakım ve ilkbahar dönemindekilere kıyasla önemli derecede daha yüksek olduğu saptanmıştır. İlkbaharda çay yapraklarının EGC, C ve GC içeriği, düşük rakımda yetişen ve sonbaharda toplanan çay yapraklarına kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur. Fakat yüksek rakımda yetişen ve sonbaharda kesilen çayların içerikleri arasında farklılık saptanamamıştır. Araştırmacılar yürütmüş oldukları çalışma neticesinde, düşük rakımda yetişen ‘Huang Zhi Xiang’ oolong çayının üretiminde

çayların sonbaharda kesiminin daha yararlı olabileceğini, hâlbuki yüksek rakımda yetişen oolong çayların üretimi için hem ilkbahar hem de sonbahar döneminin daha uygun olacağını belirtilmişlerdir.

Siyah çayın kalite parametrelerinin (TFs, TRs, renk, parlaklık ve duyuşsal özellikler) üretim alanının coğrafik konumuna bağılı olarak büyük varyasyon gösterdiği rapor edilmiştir (Owour ve ark., 1986). Owour ve ark., (1990) yüksekliğin artışı ile çayın kalitesinin arttığını bildirmiştir. Araştırmacı bu durumu, yüksekliğin artışına bağılı olarak bitkinin gelişme oranının azalması ile açıklamıştır. Yine Hilton ve Palmer-Jones, (1973) Orta Afrika'da yürüttüğü çalışmasında, çay kalitesinin sürgün gelişimi ile ters orantılı olduğunu vurgulamıştır. Aynı zamanda, aynı çalışmada bitkinin gelişme oranının etkisinin çayın polifenolik içeriği üzerine de benzer etkiyi gösterdiği görülmüştür. Hızlı gelişen çayların polifenolik içerikleri daha düşüktür. Bu yüzden fermentasyondan sonra TF içeriğinde de benzer değışim görülür. Sud ve Baru (2000) Hindistan'ın Pradesh bölgesinde yağmurlu dönemlerde yetişen çaylardan üretilen siyah çayların TF ve TR içeriklerinin diğere dönemlere kıyasla daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir. TF ve TR içeriğinde ki azalışa, yağışla birlikte oluşun yüksek klorofil içeriğinin ve düşük soldurma derecesinin katkı sağladığı belirtilmektedir. Yaprak neminin buharlaşmasını arttırmak için daha çok sıcak kuru hava uygulandığında, aynı zamanda çayın kalitesinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Daha önce yürütölen çalışmalar, iklimdeki büyük farklılıkların, kalitede farklılıkların ortaya çıkabilmesi için gerekli olduğunu varsaymaktadır. Üstün bir çay genotipinin, nerede yetiştirilirse yetiştirilsin her zaman kalitesini koruyacağı düşünölmüştür. Fakat yapılan gözlemlerde, bir lokasyonda seçilen çay genotipinin başka bir lokasyonda aynı performansı ve kaliteyi göstermediğı görölmüştür (Wachira ve ark., 2002). Bu farklılıkların bir sebebinin de rakım olduğı ifade edilmektedir. Aynı zamanda diğere tarımsal uygulamalar benzer olsa dahi gelişme oranının rakıma bağılı olarak değıştiğı bilinmektedir. Kenya'da 10 km çapındaki bir yetiştiricilik sahasında yürütölen bir çalışmada, iklimsel veriler minimum değışkenlik göstermesi sağlandığında, yetiştiricilik yapılan çeşitlerde aynı düzeylerde olmasa da verim ve kalitenin rakıma bağılı olarak değışkenlik gösterebileceğı belirlenmiştir (Owuor ve ark., 1990; Ngetich ve ark., 2001). Sonuç olarak, istenen özelliklere sahip bir genotip, bu özellikleri aynı ölkede yetiştirildikleri her yerde diğere genotiplere göre

koruyacaktır. Ancak, üretim yeri ile verim farklılıklarına daha dayanıklı çay genotipleri mevcuttur (Wachira ve ark., 2002). Owuor ve ark., (2010) Kenya'daki üç yetiştiricilik bölgesinde 20 farklı genotipi değerlendirdiği çalışmada, siyah çay kaliteleri arasında önemli farklılıklar tespit etmiştir. Çalışmanın sonucunda, aynı çeşit dahi olsa üretim yerinin değişmesi ile kalitenin önemli derecede farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Kenya ve Malawi'de vejetatif olarak çoğaltılan çeşitlerden elde edilen siyah çay hem kimyasal içerik hem de kalite bakımından farklılık göstermiştir. Hâlbuki toplam theaflavinler, bireysel theaflavinler, parlaklık ve renk seviyesi bakımından benzer düzeyde siyah çay üretmek mümkün olsa da, Kenya'da üretilen siyah çayların daha yüksek TRs, toplam uçucu tat bileşikleri ve renk indeksine sahip olduğu tespit edilmiştir. Malavi ve Kenya arasındaki siyah çay kalitesindeki değişimler, sürgünlerdeki biyokimyasal kompozisyona, farklı sürgün gelişme oranına ve çevresel koşullardaki farklılıklara bağlanmıştır (Owuor ve ark., 2008).

Kafein içeriğinin mevsimsel, genetik, agronomik ve kültürel faktörlerden etkilendiği ifade edilmiştir (Cloughley, 1983). En yüksek kafein seviyesinin, sürgün büyüme oranının en hızlı ve en yoğun olduğu hasat dönemine tekabül ettiği, sezon sonunda üretilen çayların % 50 daha az kafein içerdiği bildirilmiştir (Cloughley, 1983).

Farklı kültürel uygulamalar veya yetiştiricilik yöntemleri flavonoidlerin biyosentezini değiştirerek çayın kalitesini etkilediği bildirilmiştir. Gölge, yapraklarda burukluğa katkıda bulunan ana bileşikler olan flavonoidlerin konsantrasyonunda bir azalmaya neden olarak çayın kalitesini olumlu yönde etkileyen bir faktördür (Wang ve ark., 2012). Yüksek ışık ve beslenme yetersizliği koşullarında çay bitkilerinde ışığın engellenmesi kolay bir şekilde oluşturulur (Mohotti ve Lawlor 2002). Gölgeleme uygulaması, fotosentetik inhibisyonun ortaya çıkmasını etkili bir şekilde engelleyerek ve hafifleterek, çayın kalitesini geliştirmektedir (Zhang ve ark., 2004). Aynı zamanda gölgede yetiştirilen çay bitkisinin yaprakları yüksek amino asit, fakat düşük kateşin içerir (Ku ve ark., 2009). Wang ve ark., (2012), doğrudan güneş ışığına maruz kalan çay yaprakları ile örtü altında (% 20 ± 5 ışık yayan) gelişen çay yaprakları arasındaki farklılığı ortaya koyduğu çalışmada, fermente olmamış çay yapraklarında flavonoidlerin kalitatif ve kantitatif kompozisyonuna ilişkin olarak



flavonoid metabolik yoluna ilişkin gen ekspresyonunu analiz etmişlerdir. Gölgenin çayın flavonoid (kateşinler, O-glikosile olmuş flavonoller dahil) içeriği üzerine önemli düzeyde etkisinin olduğu ve bu da flavonoid biyosentezi üzerine güneş ışığının etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Çay kesiminin kısacası toplamının ölçüsü, siyah çayın kalitesi üzerine etki etmektedir. Çayın üç veya dört yaprak ve bir tomurcuklu olarak toplanması (kaba toplama), çayın ilk 2 yaprak ve bir tomurcuklu toplanması (ince-hassas toplama) karşılaştırıldığında, kaba toplanan çayların kalitesi daha düşük olmaktadır. Kalite meydana gelen kayıp kateşin miktarında azalış ile polifenol oksidaz enzim kompozisyonu ve aktivitesindeki değişime bağlanmaktadır. Bunun sonucunda toplam theaflavin seviyesinin azaldığı ifade edilmektedir. Aynı zamanda kalite kaybının çayın fermantasyon süresine de bağlı olduğu belirtilmektedir (Forrest ve Bendall, 1969; Thanaraj ve Seshadri, 1990; Kaur ve ark., 2014).

Çay bitkisinden düzenli bir ürün alınmak isteniyor ise mutlaka her yıl birkaç kez kesim yapılması gerekmektedir. Budama bitkinin gelişme oranını artmasını teşvik eder. Owuor ve Langat (1988) budamadan sonra çay kalitesinin arttığını rapor etmişlerdir. Genç yapraklar ve tomurcuklar, kökler ve dalların üst kısmındaki olgun yapraklar vasıtasıyla beslenmektedir. Bir kısmı da fotosentez ile üretilen maddelerin kullanımı ile gelişir. Alt kısımdaki olgun yapraklar fotosentez ile ürettikleri besin maddelerini kök gelişimi için kullanırlar (Wickremasinghe, 1978). Bokuchava ve Skobeleva (1969), iki ana flavonoid (ECG ve EGCG) içeriğinin, çay sürgünlerinin yaşlanmasıyla azalış, EGC ve EC'nin ise hafif arttığını bildirmişlerdir.

Aynı zamanda çay bitkisinde ki genetik çeşitlilik çayın kalitesini de etkilemektedir. Çay tohumdan yetiştirildiği gibi vejetatif organlar vasıtasıyla da çoğaltılmaktadır. Tohumdan yetişebilmesinden dolayı çay da genetik varyasyon çok fazladır. Fakat üretim de tohumla çoğaltmadan ziyade, klonal olarak adlandırılan çaylar üretimde daha çok tercih edilirler. Klonal farklılık üretim de çeşitliliğin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Wickremasinghe, 1978).

Siyah çay üretiminde, nispeten büyük yapraklara sahip *Camellia sinensis* var. *assamica* tercih edilmekte iken, yeşil çay üretiminde yaprakları daha küçük olan *Camellia sinensis* var. *sinensis* tercih edilmektedir. Her ikisi arasındaki temel fark

*Camellia sinensis* var. *sinensis*'den ziyade, *Camellia sinensis* var. *assamica*'da burukluk veren bileşiklerin azotlu bileşiklere oranının daha yüksek olmasıdır (Haslam, 1989).

Yeşil çaydaki okside olmamış polifenoller, metalik bir tat ortaya çıkarabilir. Bu yüzden yüksek kaliteli bir yeşil çay için, düşük seviyede polifenol üreten çay klonları arzu edilir. Bu klonlar tipik olarak çok küçük ve koyu yeşil yapraklara sahiptir. Koyu yeşil olan bu özellik önemlidir. Çünkü çayda arzulanan demli görünüm, işleme sırasında klorofilin feofytin'e (phaeopyhtin) dönüşümünün sonucudur (Wickremasinghe, 1978). Düşük polifenol ve yüksek klorofil içeriğinin yanı sıra, yeşil çayın yüksek düzeyde amino asit içermesi bir diğer arzulanan husustur. Bu yüzden, kaliteli siyah çay üretimi için arzu edilen yüksek düzeyde polifenol ve polifenoloksidaz üreten klonlar, kaliteli yeşil çay üretimi için uygun değildir. Yaprakta daha yüksek bir polifenoloksidaz enzimin deaktivasyonunu sağlamak için daha uzun bir süre buharlaştırma işlemi gerekecek, bunun sonucunda daha fazla klorofil kaybı meydana gelecektir.

Çayın insan sağlığı üzerine olan etkisini artırmak ve içeriğini zenginleştirmek için son yıllarda Kenya'da yaprakları mor olan çay çeşitleri geliştirilmiştir (Kamunya ve ark., 2009). Bu çeşitlerin yapraklarının antosiyanin ve antosiyanidin ihtiva ettiği ve dominant antosiyanidin malvidin olduğu bildirilmiştir. Kerio ve ark., (2013), mor yaprak rengine sahip çeşitlerden elde edilen çay ürünlerinin, yeşil yaprak rengine sahip çeşitler ile benzer düzeyde toplam fenolik bileşikler, toplam kateşinler ve antioksidan aktivitesine (DPPH) sahip olduğunu bildirmiştir.

Yeşil ve siyah çayın antioksidan aktivitesi arasında farkın olmadığını bildiren araştırma sonuçları da bulunmaktadır (Hodgson ve ark., 1999).

Çayın fermentasyonu, siyah ve oolong çayların özel aroması ve renginden sorumlu olan çay polifenollerinin peroksidaz ve içsel polifenol oksidazlar tarafından enzimatik oksidasyonun bir sonucudur. Şöyle ki bunlar theaflavinler ve thearubiginlere kısmen dönüştürülen renksiz flavanollerden oluşurlar (Obanda ve ark., 2004). Beyaz çay en az işleme tabi tutulan çaydır. Sadece doğal (güneşte) soldurma ve kurutma yoluyla işlenmektedir. Ayrıca, beyaz çaylar için yalnızca ince

beyaz pullarla kaplı tomurcuklar ve bir veya iki çok genç yaprak kullanılır (Balentine, 1992, Carloni ve ark., 2013).

Çay için üretim koşulları bir fabrikadan diğerine değişir. Çayın ortodoks veya geleneksel yöntemlerle üretildiği yerlerde bu varyasyonlar önem kazanmaktadır. Üretim yöntemlerinin de çayların antioksidan içeriğini etkilediği bildirilmiştir. Carloni ve ark., (2013), çay üretim yönteminin, tek bir çeşitten gelen Afrika çaylarının antioksidan özellikleri üzerine de etkisinin olduğunu bildirmiştir. Elde edilen sonuçlar, değişen faktörlerin (coğrafi bölge, çevresel koşullar, çeşit, sürgün kesme tekniği) kontrol edildiği şartlarda, üretim sürecinin çayın antioksidan aktivitesini nasıl etkilediğini daha iyi anlamaya katkıda bulunmaktadır.

Yeşil çay, hidroksil bakımından zengin polifenollerin daha fazla yoğunlaşması nedeniyle yüksek bir antioksidan potansiyeline sahiptir. Siyah çayda theaflavinler ve thearubiginler, yeşil çay gibi antioksidan özellikler gösterirler (Yoshino ve ark., 1994). Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, karaciğerde bulunan lipid peroksidasyonunun engellenmesinde, siyah çayın, yeşil çaya benzer yada daha yüksek antioksidatif etki gösterdiği bildirilmiştir (Yoshino ve ark., 1994). Hem yeşil hem de siyah çaylar iyi bir antioksidan polifenol kaynağıdır. Fakat siyah çayların antioksidan aktivitesi ile ilişkili mekanizmaları tam olarak açığa çıkarabilmek için detaylı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çay, antioksidan özelliklerine sahip fizyolojik olarak aktif moleküller içeren bir üründür. Bugüne kadar elde edilen araştırmalar, çay veya çay polifenollerinin tüketiminin, insanlarda antioksidan aktivitesine önemli katkılar sunmaktadır. Bununla birlikte, çayda mevcut olan polifenolik bileşiklerin çay çeşidi, üretim yeri, sürgün dönemi ve çay işleme ile önemli ölçüde değiştiği, bunda çayın kalitesini ve antioksidan aktivitesini etkilediği belirtilmektedir. Çayın kalite özellikleri ile çay polifenollerini ve genel antioksidan aktivitesini çeşitli çevresel faktörlerin nasıl etkilediğini belirlemeye yönelik olarak daha fazla araştırma yapmak gerekmektedir (Kaur ve ark., 2014).

Thearubigin's'in çay bitkisi tarafından bir savunma mekanizması olarak oluşturulduğu varsayılmaktadır (Harbowy ve ark., 1997). Bitkilerin, kahverengileşme stratejisini bir savunma aracı olarak kullandığı düşünülür. Bu nedenle, polifenol oksidaz enziminin,

kahverengimsi bir renklenmeyi meydana getirmesi için fenolik sekonder metabolitleri üzerindeki etkisini, zararlı organizmaları caydırmak için meydana getirdiği varsayılmaktadır. Çay bitkisi, flavan-3-ol'leri thearubiginlere okside etmek için benzer bir yöntemi kullanır. Çay bitkisi, zararlı organizmaları caydırmak için polifenol oksidazı kullanarak flavan-3-ol'leri oksitler ve thearubiginleri meydana getirir (Das ve ark., 2002).

Muthumani ve ark., (2013), thearubigin sentezini çay bitkisinin yetiştirildiği çevrenin sıcaklık ve neminden ziyade, enzim ve substrata bağlı olduğunu rapor etmektedir. Fakat bu araştırma Kenya'da yürütülen bir araştırmanın sonuçları ile çelişmektedir. Bu çalışmada düşük rakım ve yüksek sıcaklık koşullarında daha yüksek thearubigin elde edilmiştir (Owour ve Obanda, 1993).

Kenya'da yürütülen bir araştırma da, 26 farklı çay klonunun fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi incelenmiştir. Siyah çayların toplam fenol içeriğini % 14.96 - % 23.21, toplam kateşin içeriğini ise % 2.64 - % 8.12 aralığında tespit etmişlerdir. Yine çayların theaflavin içeriğinin % 0.96 - % 2.07, thearubigin içeriğinin, % 12.35 - % 17.12 ve antioksidan kapasitesinin % 84.10 ile 91.10 aralığında değiştiği saptanmıştır (Karori ve ark., 2014).

Muthumani ve ark., (2013), 3 seçilmiş çay çeşidinin 2125, 1150 ve 953 m yükseklikteki kalite özelliklerini inceledikleri araştırmalarında, yüksekliğin kalite üzerine önemli etkisinin olduğunu rapor etmişlerdir. Özellikle yüksek rakımda yetiştirilen siyah kuru çayların, theaflavin, aroma ve su ekstraktının düşük rakımlara kıyasla önemli derecede daha yüksek olduğunu, lif içeriğinin ise rakıma bağlı olarak farklılık göstermediğini belirtmişlerdir.

Yüksek rakımda yetiştirilen siyah çayların theaflavin içeriğinin yüksek olmasının nedeni olarak, yüksek rakımlarda theaflavin sentezi için daha uygun iklim şartlarının sağlanması gerekçe olarak gösterilebilir. Daha yüksek theflavin için yüksek rakım ve soğuk nemli iklim koşullarının sağlanması gerekmektedir (Muthumani ve ark., 2013).

Assam siyah çayı yüksek rakımlarda daha yüksek su ekstraktına sahiptir. Fakat düşük rakımlarda düşük seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir. Bu çayların alındığı

örneklerin heterojenliğinden kaynaklanmış olabileceği ifade edilmiştir (Muthumani ve ark., 2013).

Kenya’da Timbilil ve Kangaita yetiştiricilik bölgelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, 60 farklı çay klonunun kafein içeriği değerlendirilmiştir. Araştırmada yetiştiricilik bölgesine göre biyokimyasal içeriğin önemli derecede farklılık gösterdiği saptanmıştır. Kangaita Bölgesinde kafein içeriği % 1.06 ile % 5.39, Timbilil Bölgesinde ise % 2.25 ile % 6.44 aralığında değişmiştir (Mutuku ve ark., 2016). Kafein sentezi üzerine iklim koşulları etki etmektedir. Yüksek oransal nem çay bitkisinde, kafein sentezini uyarmaktadır (Lee ve ark., 2010; Wang ve ark., 2011). Nitekim araştırmanın yürütüldüğü Timbilil Bölgesinin oransal nem ve yağış miktarı, Kangaita’dan daha yüksekti.

Mor ve yeşil yaprak rengine sahip çayların antioksidan aktivitesinin incelendiği bir çalışmada, yeşil yaprak rengine sahip siyah çayların toplam fenol içeriğinin % 12.9 ile % 26.3, mor yaprak renkli siyah çayların ise % 17.0 ile % 20.5 aralığında değişmiştir. Aynı zamanda yeşil yapraklı çayların kafein ve DPPH antioksidan aktivitesi sırasıyla % 2.22 - % 4.03 ve % 56.3 - % 91.7 (siyah kuru çay için), mor yaprak rengine sahip çayların kafein ve DPPH antioksidan aktivitesi ise sırasıyla % 1.75 - % 3.16 ve % 65.7 - % 91.8 aralığında tespit edilmiştir (Kerio ve ark., 2013).

Polifenollerin yüksek seviyesinin, fermente edilmiş çayların yüksek kalitesi ile ilişkili olabilmektedir. Özellikle genotip, coğrafi yetiştiricilik bölgesi ve yetiştiricilik koşulları (toprak kompozisyonu ve nemi, hasat zamanı, hasat sonrası uygulamalar ve yaprağın fiziksel yapısı) gibi faktörler çayın biyokimyasal içeriğini ve polifenolik içeriğini etkilediği görülmüştür (Lin ve ark., 2003; Cheruiyot ve ark., 2008).

Çay bitkisinde kafein birikimi ve sentezi genotipe bağlı olarak değişebilmektedir. Sıradan işlenmiş yeşil yaprak rengine sahip çayların kafein içeriği, mor yaprak rengine sahip çaylar ile karşılaştırıldığında hem fermente olmuş hem de fermente olmamış çaylarda daha yüksek bulunmuştur (Obanda ve Owour, 1997). Lin ve ark., (2003) çayların kafein içeriğinin siyah çay<oolong çay<yeşil çay<taze çay olarak sıralamıştır. Fermente çaylar, theaflavin ile bir kompleks oluşturmasından dolayı daha düşük kafeine sahiptir. Fermente olmuş çaylarda polifenoller ile kafeinin bir araya gelmesi sonucu, özellikle demlenmiş çayların soğuması ile çayın yüzeyinde

renkli bir krema ortaya çıkar (Roberts, 1962). Bu oluşan kompleks yani krema theaflavin ve kafeinin tat özellikleri pozitif bir şekilde çayın kalitesini etkiler (Sanderson ve ark., 1972).

Kafein ayrıca çayın önemli bir bileşeni olarak kabul edilir ve insanın ruh hali ve bilişsel zekâsını güçlendirici özellikler gösterir (Malec, 1988).

Çin'de yürütülen bir çalışmada yüksek rakımda yetişen Çin Qi-Men çay çeşidinin kalitesi üzerine gübre rejimlerinin etkisi incelenmiştir. Araştırmada, 8 farklı gübre rejimi denenmiş ve Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarındaki 3 yaprak+tomurcuk içeren taze çay yapraklarının kaliteleri belirlenmiştir. Genel olarak 120-30-90 NPK gübre rejiminden genel olarak daha yüksek su ekstraktı ve polifenol, aksine daha düşük kafein içeriğine sahip bulunmuştur (Hamid ve ark., 2014).

Kuru siyah çayın yaklaşık % 30'nu polifenoller oluşturmaktadır. Bunların en büyük grubu da kateşinlerdir.

Goswani ve Barbora (1994), çayın kalitesinin taze yaprakların kafein ve flavanol glikozit içeriğine bağlı olduğunu rapor etmektedir. Chen et al. (2010), çayın kimyasal içeriği ve sürgün gelişimi üzerine daha yüksek rakımlarda yetişen çayın toplam fenol, kafein ve kateşin içeriğinin daha yüksek olduğunu, hava oransal nemi ile çay kalitesinin pozitif ilişkiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Siyah çayın kalite özelliklerinden en önemlileri olan TF ve TR içeriğine, farklı yetiştiricilik bölgeleri ve rakımın yanında, çeşit, çevre, toprak ve işleme yöntemi önemli düzeyde etki edebilmektedir. TF ve TR, özellikle siyah çayın parlaklığı, demi, rengi ve canlılığından sorumlu bileşiklerdir (Yang ve Liu, 2013). Theaflavinler ve thearubiginler, çay işleminin fermentasyon süreci boyunca kateşinlerin ve gallatların enzimatik oksidasyonu sonucu oluşmaktadır.

Farklı kateşinlerden oluşan 4 büyük theaflavin olan basit theaflavin [epigallokateşin (EGC)+epikateşin (EC)], theflavin 3-gallat [epigallokateşin gallat (EGCG)+EC], theaflavin 3'-gallat [EGC+epikateşin gallat (ECG)] ve theaflavin 3,3'-digallat'dan (EGCG+ECG) oluşmaktadır (Roberts, 1992). Çayda burukluk-sertlik, dilin temasıyla belirlenebilen duyuusal bir özelliktir. Burukluk, çayın insanın ağzını buruşturması ve ağızda bıraktığı kuruluk hissi olarak da ifade edilebilir.

Thearubiginler, polifenollerden ortaya çıkmış polimerik bileşiklerdir. Günümüzde halen yapıları iyi bilinmemektedir (Robertson, 1992). Thearubiginler çayın renginin yaklaşık % 35'ne katkı sunmaktadır. Bunlarda çayın tat, renk tonu ve çayın kuvveti-sertliğine katkı sunmaktadır. Çaydaki kuru madde, biyokimyasal kaliteye katkı sunmaktadır. Aynı zamanda çaydaki suda çözünen kuru madde; polifenoller, şeker, kafein, amino asit ve mineraller gibi bileşiklerden oluşmaktadır (Harbowy ve ark., 1997).

Thearubigin seviyesindeki artış ile fermentasyon süresindeki artış arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir (Owour ve ark., 1994; Owour ve ark., 2008). Orta Afrika'da siyah çaylardaki theflavinlerin yüksek düzeyde olması, çayların daha yüksek fiyattan pazarlanmasına neden olabilmektedir (Davies, 1983).

TR/TF, siyah çayın kalitesinde mevsimsel ve ya sürgün dönemine bağlı olarak meydana gelen değişimi ifade etmek için kullanılabilir. TFs, çayın kalitesine en önemli katkıyı sunan bileşiklerdir. TFs, çayın rengine ve parlaklığına özel katkı sunmaktadırlar. Kısacası TR/TF oranı çay likörünün sertliği-kuvvetinden sorumludur (Bokuchava ve ark., 1969). Polifenollerin yüksek oranı, çayın parlak kırmızı renk ve sertliğinin yanında iyi bir likör kalitesine sahip olmasını sağlar.

İran ekolojik koşullarında yürütülen çalışmada, 3 farklı sürgün kesim döneminde (ilkbahar, yaz, sonbahar) ve 3 farklı kesim uzunluğunda kesilen çayların kalite özellikleri incelenmiştir. Kalite özelliklerinin mevsimlere yani sürgün dönemine bağlı olarak dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir. İncelenen özelliklerden theaflavin içeriği, TF/TR oranının, kafein ve rengin ilkbahardan sonra yaz sürgünlerinde düştüğü, aksine sonbahar sürgünlerinde tekrar arttığı saptanmıştır. Parlaklığın ve thearubigin içeriği, ilkbahar sürgünlerinde en yüksekken, sonbaharda en düşük seviyeye inmiştir (Amiri ve Asil, 2007).

Çevresel koşulların ve yetiştiricilikteki farklılıkların, çay kalitesinde çeşitliliğe neden olduğu düşünülmektedir. Siyah çayın uçucu bileşikleri, aroması ve diğer bazı kalite parametrelerinin, üretim bölgesinin coğrafi konumuna göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir (Owour ve ark., 2008). Aynı ekolojide yetişse dahi genetik farklılığa bağlı olarak çayın kalite özelliklerinin değiştiği bilinmektedir (Owour ve Obanda, 1995). Rakım yükseldikçe, çay bitkisinin gelişmesinin yavaşladığı ve veriminin

azaldığı gözlemlenmiştir. Ancak yüksekliğin artması ile siyah çayın kalitesi artmaktadır (Owour ve ark., 1990).

Pakistan ekolojik koşullarında yetişen siyah çayların biyokimyasal içeriğinin incelendiği bir araştırmada, su ekstraktının ve kafein içeriğinin sırasıyla % 32.51-%53.61 ve % 2.34-% 4.33 aralığında değiştiği saptanmıştır (Adnan ve ark., 2013).

Çayı su ekstraktı üzerine, çayın içeriği, partikül büyüklüğü, çayın çeşidi, demleme sıcaklığı ve su/çay oranı etki etmektedir (Harbowy ve ark., 1997). Yao ve ark., (2006) farklı çay çeşitlerinin su ekstraktlarının % 35.42-% 39.18 aralığında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Farklı hasat dönemlerinde toplanan ve farklı kıvırma yöntemlerinde işlenen çay sınıflarının fenolik madde ve alkaloid bileşikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Hasat dönemi, kıvırma yöntemi ve çay sınıfının alkaloid ve fenolik madde üzerine önemli etkilerinin olduğu saptanmıştır. Sınıf farklılıklarının bu maddeler üzerine nasıl bir etkisi olduğuna baktığımızda bileşiğin cins ve yöntemine göre değişiklik arz ettiği görülmüştür. Özellikle siyah çay üretimi esnasında kaliteyi belirlemede hasat dönemi, kıvırma prosesi ve çay sınıfının önemli derecede etki ettiği belirlenmiştir. Bu araştırmada önce yöntem geliştirilmiş olup farklı ekstraksiyon yöntemleri karşılaştırılmış ve en iyi sonucu çalkalamalı ekstraksiyonun verdiği gözlemlenmiştir. Tek aşamalı ve kademeli ekstraksiyon arasında karşılaştırma yapıldığında bileşiklerin miktarı kademeli ekstraksiyon sonucunda daha yüksek bulunmuştur. Alkaloid içeriği mayıs döneminde daha yüksek olduğu görülmüştür. Temmuz ve eylül döneminde aralarında fark gözlenememiştir. TF miktarı en yüksek mayıs döneminde bulunurken temmuz ve eylül dönemleri mayıs dönemini izlemiştir. (Türkmen, 2007).

Duyusal değerlendirme kalitenin belirlenmesinde önemli bir role sahiptir. Kurutulmuş siyah çayın görünüşü, demin rengi, aroması ve burukluğu, posanın koyu rengi kurutulmuş siyah çayın duyusal kalitesini belirlemede önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca bu kriterleri belirlemede üretim yöntemi, üretimde hangi işlemlerin uygulandığı ve hammaddenin özellikleri etki eder (Özdemir, 1997).

Karadeniz, (2011) kurutulmuş siyah çayın uçucu aroma bileşikleri üzerine sürgün dönemi, rakım ve nevinin önemli düzeyde etki ettiğini bildirmiştir.



Murat, (2017) 2015 ve 2016 yıllarında Trabzon ilinde yürüttüğü çalışmada, farklı tarihlerde yapılan çarpma uygulamalarının, kalite özellikleri üzerine olumlu etki ettiğini bildirmiştir.

Kazdal, (2017) farklı ışıklanmaya maruz kalan yaş çayların kalitesinin bir birinden önemli derecede farklı olduğunu tespit etmiştir. Özellikle en fazla gölgeye maruz kalan bahçelerde (% 41) verim ve polifenol içeriğinin, diğer bahçelere kıyasla (% 100 ve % 66 PAR) daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada kuru madde içeriğinin 1. sürgünde %24.13-26.88, 2. sürgünde %25.71-27.94, 3. sürgünde %25.83-26.87; polifenol içeriğinin 1. sürgünde %12.59-15.84, 2. sürgünde %21.66-26.14, 3. sürgünde %7.53-12.86; toplam külün 1. sürgünde %5.07-5.37, 2. sürgünde %5.04-5.37, 3. sürgünde %5.34-5.74; selüloz miktarının 1. sürgünde %14.79-16.84, 2. sürgünde %14.91-16.95, 3. sürgünde %16.85-16.28; ekstrakt değerinin 1. sürgünde %35.58-44.91, 2. sürgünde %35.65-37.52, 3. sürgünde %33.79-38.22 ve kafein içeriğinin 1. sürgünde %2.22-2.50, 2. sürgünde %2.20-2.62, 3. sürgünde %2.34-2.48 değer aralığında değiştiği belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmanın bitkisel materyalini oluşturan kurutulmuş siyah çay (*Camellia sinensis* L.) örnekleri, ülkemizde üretim ve işlemenin birlikte gerçekleştirildiği Artvin, Rize ve Trabzon illerinden 2017 yılında ve 3 sürgün döneminde temin edilmiştir. Kısacası kurutulmuş siyah çay örnekleri her bir ekolojide (Artvin, Rize ve Trabzon), 0-100 m (Artvin-Kemalpaşa, Rize-Ardeşen ve Araklı-Trabzon) ve 300-400 m (Artvin-Muratlı, Rize-Ambarlık ve Trabzon-Hayrat) olarak iki farklı rakım ve 1., 2. ve 3. sürgün dönemine göre de örneklendirilmiştir (**Çizelge 3.1**). Ülkemizde kurutulmuş siyah çay, günümüzde (2018 yılı) 4 neviye ayrılmaktadır. Çalışmamızda hâlihazırda ticari çaylarda harmanlama işleminde en çok kullanılan 2. nevi çaylar tercih edilmiştir.

#### 3.2. Yöntem

Araştırmada, kurutulmuş siyah çay örnekleri her bir yetiştiricilik bölgesi, rakım ve sürgün dönemi için 3 tekerrürlü olarak alınmıştır. Her bir tekerrür 250 g kurutulmuş siyah çay örneğinden oluşturulmuştur. Kurutulmuş siyah çay örnekleri, analiz yapılıncaya kadar 4 °C ve %60-70 nem içeriğine sahip kontrollü koşullarda ağzı kapatılmış ticari ambalajlar içerisinde muhafaza edilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Kuru çay örneklemesine ait yetiştiricilik bölgesi, rakım ve sürgün dönemleri

Artvin			Rize			Trabzon		
Kemalpaşa (0-100 m)	Muratlı (300-400 m)		Ardeşen (0-100)	Ambarlık (300-400)		Araklı (0-100)	Hayrat (300-400)	
Sürgün Dönemi	Sürgün Dönemi		Sürgün Dönemi	Sürgün Dönemi		Sürgün Dönemi	Sürgün Dönemi	
1. 2. 3.	1. 2. 3.		1. 2. 3.	1. 2. 3.		1. 2. 3.	1. 2. 3.	

Kuru siyah çay örneklerinde yapılan ölçüm ve analizlerden toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesine ait analizlerin dışındakiler Rize Çay Araştırma Enstitüsü'nde yapılmıştır. Toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesine ait analizler ise Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde yapılmıştır. Analizlere ilişkin detaylar aşağıda sunulmuştur.

### **3.2.1. Sudaki Ekstrakt Tayini**

Su ekstraktı analizi TS ISO 9768 yönteminde belirtildiği şekilde yapılmıştır. Kurutulmuş siyah çay örneklerinden 2 g±0.001 g örnek dijital terazi ile tartılmış ve itina göstererek 500 ml'lik kaynatma balonuna konulmuştur. Daha sonra üzerine 200 ml kaynatılmış damıtık su ilave edilmiş ve 1 h süre ile kaynamaya tabi tutulmuştur. Kaynatılmış örnek hali hazırda sıcak halde iken, kroze ile vakum altında süzölmüş, balon da tüm çözünmeyen kalıntılar krozeye konulacak şekilde kaynak damıtık su ile yıkanmıştır. Geriye kalan kalıntı son bir kez daha 200 ml damıtılmış sıcak su ile temizlenmiş ve daha sonra vakum yoluyla kurutulmuştur. Kroze ve içindekiler, kurutuma dolabının sıcaklığı 103°C'ye ayarlanarak 16 h süre ile kurumaya bırakılmış, daha sonra desikatörde soğutulmuş ve 0.001 g hassasiyete sahip dijital terazi ile tartımı yapılarak, miktarlar esas alınarak su ekstraktı % olarak hesaplanmıştır.

### **3.2.2. Kuru Madde Analizi**

Kurutulmuş siyah çay örneklerinde kuru madde içeriği ISO 1573 (TS 1562)'de belirtildiği şekilde yürütölmüştür. Her bir kurutulmuş siyah çay numunesinden yeterince öğütölmüş ve daha sonra 0.001 g hassasiyete sahip dijital terazi de 5 g örnek tartılmıştır. Örnekler 103 °C etövde 6 h süre ile kurutulmuştur. Numunelerde ağırlık sabit oluncaya kadar her 6 h fasıla ile tartıma devam edilmiştir. Tartımda ağırlık sabit kalınca, kurutma işlemine son verilmiş ve kuru madde miktarı yüzde olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.3. Toplam Kül Analizi**

Toplam kül tayini TS 1564'de belirtildiği şekilde yürütölmüştür. Daha önceden darası alınan kül örnek kaplarına 5 g kurutulmuş siyah çay örneği konulmuş ve 525±25 °C'ye sahip kül fırınında ağırlık sabit kalıncaya kadar örnekler yakılmıştır. En son olarak kül örnekleri sabit kaldıktan sonra TS 1564'e göre hesaplamalar yapılmış ve kaydedilmiştir. Sonuçlar

### **3.2.4. Selöloz Analizi**

Selöloz analizi TS ISO 15598 yönteminde belirtildiği şekilde yürütölmüştür. Selöloz analizinde izlenen işlemler kısaca aşağıda ifade edilmiştir:

İlk olarak kurutulmuş siyah çay örneklerinden 3 g örnek, 0.001 g hassasiyete sahip dijital terazide tartılmış ve 1 L hacme sahip erlen içerisine konmuş ve kütlesi (m0) olarak kaydedilmiştir. Numune üzerine dağıtıcı olarak oda sıcaklığında, 200 ml sülfirik asit çözeltisi ilave edilmiş ve kaynamaya tabi tutulmuştur. Daha sonra erlen içerisine 2-3 damla kadar oktan-1-ol ilave edilmiştir. Tekrardan geri soğutucuya bağlanarak, 2 dakika içerisinde kaynama noktasına kadar ısıtılmıştır. Erlenin dip kısmında çökmesini önlemek ve kenarlarına yapışan parçacıkları sıvının içerisinde tutmak için karıştırıcı ile 30 dakika süre ile karıştırılmıştır. Kaynayan örnek içerisinde ıslak süzgeç kâğıdı bulunan buchner erlenine dökülmüş ve süzme işlemi 10 dakika içerisinde tamamlanmıştır. Daha sonra erlen 2 defa 50 ml su ile yıkanmıştır. Çözünmeyen madde dağıtıcı yardımıyla oda sıcaklığında belirlenmiş ve kaynama noktasına kadar getirilmiş olan 200 ml NaOH, çalışma çözeltisi ile yıkanarak süzgeç kâğıdının üzerinden ilk başlangıçta kullanılan 1 L'lik erlene aktarılmıştır. Yine erlenin içerisine 2-3 damla oktan-1-ol ilave edilmiş ve bir önceki asit muamelesindeki gibi 30 dakika kaynatılmıştır.

Kalan çözünmeyen madde tümü adaptör yardımıyla Buchner hunisine takılmış sinterlenmiş krozeye dikkatli bir şekilde emme uygulanarak kaynar su ile aktarılmıştır. Kalıntı sırasıyla yaklaşık 50'şer ml'lik kaynar su, hidroklorik asit çözeltisi, kaynar su ardından iki kez etanol ve üç kez art arda aseton ile yıkama yapılmıştır.

Kroze ve kalıntı 103 °C'deki etüvde bir gece boyunca kurutulmuş ve desikatörde soğumaya bırakılmış, daha sonra 0.001 g hassasiyete sahip terazi ile tartılmıştır ve ml olarak kaydedilmiştir. Daha sonra kroze ve kalıntı, sıcaklığı 550°C'deki kül fırınında en az 1 h süreyle bekletilmiş ve desikatörde soğutulmuş, 0.001 g hassas terazi ile tartılmış (m2), tartım sonucu (m2) olarak kaydedilmiş ve % olarak ife edilmiştir.

### **3.2.5. Kafein**

Kafein analizi, International Trade Centre-United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD' da belirtilen 'Kafein Tayini' yöntemi ile yapılmıştır. İlk olarak 150 ml'lik erlene 1 g siyah çay konulmuş, üzerine kaynatılmış destile su ilave edilmiştir. Çalkalamalı su banyosunda 15 dakika bekletildikten sonra dem pamuk yerleştirilip huni aracılığıyla süzölmüş ve elde edilen süzüntüden ayırma hunisine 1

ml ilave edilmiş, üzerine 0.5 ml amonyak eklenerek hafif bir şekilde çalkalama işlemi yapılmıştır. Daha sonra bir kez daha 10 ml amonyak ilave edilmiş ve 1 dakika hızlı bir şekilde karıştırılıp fazların ayrılması beklenmiştir. Daha sonra altta kalan kloroform fazı 25 ml'lik balon jöjelere aktarılmış ve işlem bir kez daha tekrarlanarak balon jöjeler derecesine tamamlanmıştır. Son olarak numuneler daha önceden hazırlanmış 4, 8, 12, 16 ve 20 olarak hazırlanmış standartlarla 276 nm dalga boyunda okumaları yapılmıştır.

### **3.2.6. Theaflavin-Thearubigin**

Kaynayan su içerisine konulan siyah kuru çayların deminden izobütil metil meton (İBMK) ile ekstrakte edilen theaflavin ve thearubigin miktarları spektrofotometrik olarak belirlenecektir (Roberts ve Smith,1963). Bu amaçla, 150 ml'lik erlenmayer içerisine 3 g siyah çay ve kaynatılmış 125 ml destile su konulmuştur. 15 dakika çalkalamalı su banyosunda bekletildikten sonra dem pamuk yerleştirilmiş huni aracılığıyla süzülüp, oda sıcaklığına kadar soğutulan süzüntüden ayırma hunisine 50 ml ilave edilmiş ve aynı zamanda üzerine 50 ml İBMK ilave edilmiştir. Hızlı bir şekilde 1 dakika süre ile çalkalanarak fazların ayrılması beklenmiştir. Daha sonra alttaki su fazı ve üstteki İBMK fazı ayrı ayrı alınmıştır. Bu işlem sonunda A, B, C ve D çözeltileri elde edilerek theaflavin ve thearubigin değerleri hesaplanmıştır. Çözeltilere ilişkin detaylar aşağıda belirtilmiştir:

A çözeltisi: İBMK fazından 4 ml örnek alınmış daha sonra 25 ml'lik ölçü balonuna konulmuş ve ölçü balonu metil alkol ile derecesine kadar tamamlanmıştır.

B çözeltisi: Su fazından 2 ml örnek ile 8 ml saf su, 25 ml'lik ölçü balonuna konulmuş ve derecesine kadar metil alkolle tamamlanmıştır.

C çözeltisi: İBMK fazından ve %2.5 lik sodyum bikarbonat çözeltilerinden 25'er ml ayırma hunisine konulmuş ve çalkalanarak fazlara ayrılmıştır. Sodyum bikarbonat fazı uzaklaştırıldıktan sonra, İBMK fazından 4 ml, 25 ml'lik ölçü balonuna aktarılmış ve daha sonra derecesine kadar metil alkolle tamamlanmıştır.

D çözeltisi: 25 ml'lik ölçü balonu içerisine 2 ml su fazından alınan örnek, 2 ml doymuş okzalik asit çözeltisi ile 6 ml saf su konulmuş ve derecesine kadar tamamlanmıştır.

Hazırlanan çözeltiler spektrofotometrede okunmak üzere hazırlanmıştır. Çay örneğinde theaflavin ve thearubigin miktarını belirlemek için A, B, C ve D çözeltilerinin ışık adsorbsiyonunda 380 nm dalga boyunda UV-visible spektrofotometresiyle okunmuştur. Daha sonra elde edilen absorbans değerleri kaydedilmiştir. Aynı işlemler 460 nm dalga boyuna ayarlanmış UV-visible spektrofotometrede yapılmıştır.

Spektrofotometrede kullanılan şahit çözelti, 1 metanol: 4 saf su oranında hazırlanmıştır.

### **Hesaplamalar:**

$E_A, E_B, E_C$  ve  $E_D$ : A, B, C ve D çözeltilerinin spektrofotometrede 380 nm dalga boyunda okunan değerleri,

$E_A, E_B, E_C$  ve  $E_D$ : A, B, C ve D çözeltilerinin spektrofotometrede 480 nm dalga boyunda okunan değerlerini ifade etmektedirler.

Çay da theaflavin (%) =  $2.25 * E_C$

Çay da thearubigin (%) =  $(1.77 * E_D + E_A - E_C) * 7.06$

$6.25 = A$  ve  $B$  çözeltilerinin sulandırma faktörü ( $25/4 = 6.25$ )

### **3.2.7. Polifenol Analizi**

Toplam polifenol analizi; ISO 14502-2/2005'e 2-25'de ifade edildiği gibi belirlenecektir.

İlk olarak 0.2 g kurutulmuş siyah çay örneği 0.001 g hassasiyete sahip dijital terazide tartılmış ve santrifüj tüpü içerisine yerleştirilmiştir. 70°C'deki ekstraksiyon çözeltisinden (%70'lik methanol) 5 ml ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra 70°C'deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiş ve tüpler tekrar çalkalanmış ve 70°C su banyosunda 5 dakika daha bekletilip santrifüjde 3500 rpm'de 10 dakika tutulmuştur. Ortaya çıkan berrak kısım başka bir 10 ml'lik tüpe aktarılmış ve arta kalan kısımdaki tortu kısmına aynı işlemler tekrarlanmıştır. Son durumda elde edilen berrak çözeltinin bulunduğu tüp 10 ml'lik çizgisine kadar ekstraksiyon çözeltisi ile tamamlanmıştır. Hazırlanan ekstraktan 1 ml alınarak 100 ml'lik balona konulmuş ve balon çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Balondaki seyreltik ekstraktan 1 ml

alınmış ve üzerine 5 ml Folin-Ciocalteu ayırıcı ile 4 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 h inkübasyondan sonra spektrofotometrede 765 nm'de absorbans değerleri belirlenmiştir. Okunan sonuçlar gallik asit standart eğrisi göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Değerler mg GAE g<sup>-1</sup> (dw) kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.8. Toplam Flavonoid**

Kurutulmuş siya çay örneklerinde toplam flavonoid içeriği, Zhishen ve ark. (1999)'nın çalışmasında ifade ettiği yönteme göre tespit edileceği belirlenmiştir. Uygun bir şekilde sulandırılmış 1 mL ekstrakt saf su ile 5 mL'ye tamamlanmış ve 0.3 mL % 5'lik NaNO<sub>2</sub> eklenmiştir. 5 dakika sonra, % 10'luk AlCl<sub>3</sub> karışıma eklenmiş ve 6 dakika beklenmiştir. Daha sonra 1 M NaOH eklenip toplam hacim saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Daha sonra absorbans değerleri, 510 nm'de okunmuştur. Toplam flavonoid içeriği kuersetin'e eşdeğer (QE), µg kuersetin g<sup>-1</sup> kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.9. DPPH Antioksidan Aktivitesi (Serbest radikal giderme aktivitesi)**

Kuru çay ekstraktının DPPH serbest radikali giderme aktivitesi Blois (1958)'in metodu modifiye edilerek yürütülmüştür. Serbest radikal olarak DPPH çözeltisi kullanılmıştır. Deney tüplerine sırasıyla değişik konsantrasyonlarda çözelti oluşturacak şekilde stok çözeltiler aktarılmıştır. DPPH serbest radikalının 0.1 mM ethanol çözeltisinin 0.5 ml'lik miktarı, örneğin ekstraktı ve standart antioksidan çözeltisinin (50-500 µg/mL) toplam hacimleri 3 ml'ye tamamlanmıştır. Karışım dinamik bir şekilde karıştırılmış ve 30 dakika oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Daha sonra karışımın absorbansı 517 nm'de ölçülmüş ve sonuçlar µmol TE g<sup>-1</sup> kuru çay ağırlığı (dw) cinsinden sunulmuştur.

### **3.2.10. Duyusal Kalite (Tadım)**

İlk olarak duyu ve koklanan örneklerden 2.83 g tartılmış ve alınan örnek 150 ml'lik porselen kap içerisine konmuş, daha sonra üzerine kaynamış damıtık sudan 140 ml'ye kadar tamamlandıktan sonra kabın kapağı örtülmüş ve 5-6 dakika beklenmiştir. Bu işlem sonunda elde edilen sıvı çay likörüdür. Likör ayrı bir kaba (tadım kâsesi) konmuş, art kalan çay yaprakları, aynı kabın tersine çevrilmiş kapağı içerisine konulmuştur. Duyusal muayene, ortama 40 lüks'lük ışık veren flüoresan

lamba ile aydınlatılmış bir laboratuvar da yapılmıştır. Tadım testin de ilk olarak kuru çay, daha sonra dem artığı ve son olarak likör incelenmiştir. Bu esnada likörün sıcaklığı 43-44 °C’de tutulmuştur. Likör içinde bulunduğu kabın içerisinden 8 ml hacme sahip metal kaşık ile alınmıştır. Aroması ve özellikleri incelenmiştir. Tadım testinde kesin karar noktasında en önemli özellik likörün rengi oluşturmuştur. Tadım testinde likörün dem durumu, burukluğu ve dolgunluğu ilk olarak gözlemlenen parametreler olmuştur. Bu muayene sonucunda toplam puanı 70’den az olanlar standart dışı, 70’den fazla ise kaliteli olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede numune özelliği ve puanı aşağıda sunulmuştur.

Numunenin Özellikleri	Değerlendirme	Puanlama
Kuru çayın görünüşü	Düzgün görünümlü siyah veya koyu bakır renkli olmalı, lif ve çöp ihtiva etmemeli	10
Dem rengi	Koyu kırmızı ve kırmızımsı görünüşte, parlak olmalı, mat ve bulanık, tortulu veya esmerimsi olmamalı	25
Burukluk ve dolgunluğu	Dili çeker durumda buruk olmalı ve dolgun özellikte olmalı	30
Dem artığı'nın (Posa) rengi ve kokusu	Mütecanis ve uygun bir bakır kırmızısı renkte olmalı, yeşil yaprak mümkün olduğu kadar az, posadaki yapraklar parlak olmalı ve kararmış olmamalı	15
Dem in aroması	İyi çaya has ve hoş olmalıdır	20

### 3.2.11. Parlaklık ve Renk

$E_A$ ,  $E_B$ ,  $E_C$  ve  $E_D$ : A, B, C ve D çözeltilerinin spektrofotometrede 380 nm dalga boyunda okunan değerleri,

$E_A$ ,  $E_B$ ,  $E_C$  ve  $E_D$ : A, B, C ve D çözeltilerinin spektrofotometrede 480 nm dalga boyunda okunan değerlerini ifade etmektedirler.

$$\text{Demde parlaklık(\%)} = \frac{E_C'}{E_A' + 2E_B'} \times 100$$

$$\text{Demde renk koyuluğu} = \frac{(2E_D + E_A - E_C)}{(2E_D' + E_A' - E_C')}$$

$$\text{Demde toplam renk} = 6.25 * (E_A + 2E_B)$$



### 3.2.12. İstatistik Analizler

Deneme iç içe gruplar (nested) deneme desenine göre tasarlanmış olup, varyans analizi için, (1): il (yetiştiricilik bölgesi), (2): il içinde fabrikalar (rakım), (3): sürgün dönemi ve (4): il içinde fabrika (rakım) x sürgün dönemi interaksiyonu varyasyon kaynağı olarak kullanılmış ve veriler bu modele göre analiz edilmiştir. Uygulama ortalamaları arasındaki önemlilik düzeyi Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. İstatistik analizler SAS paket programında (SAS 9.1) yapılmıştır. İstatistik analizlerde ve sonuçların yorumlanmasında önemlilik düzeyi  $\alpha=5\%$  olarak dikkate alınmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Ekstrakt

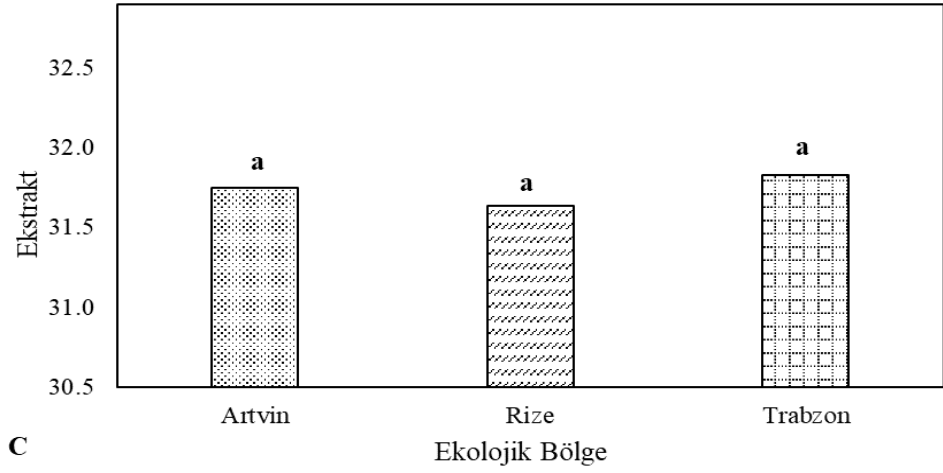
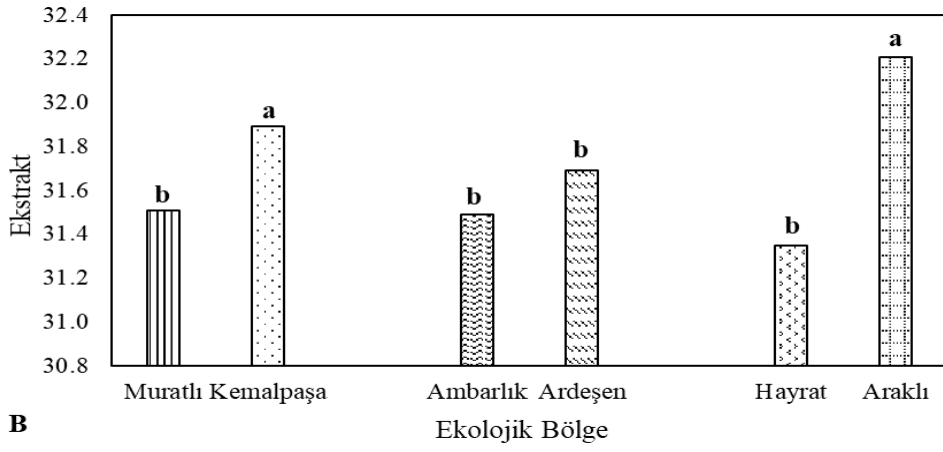
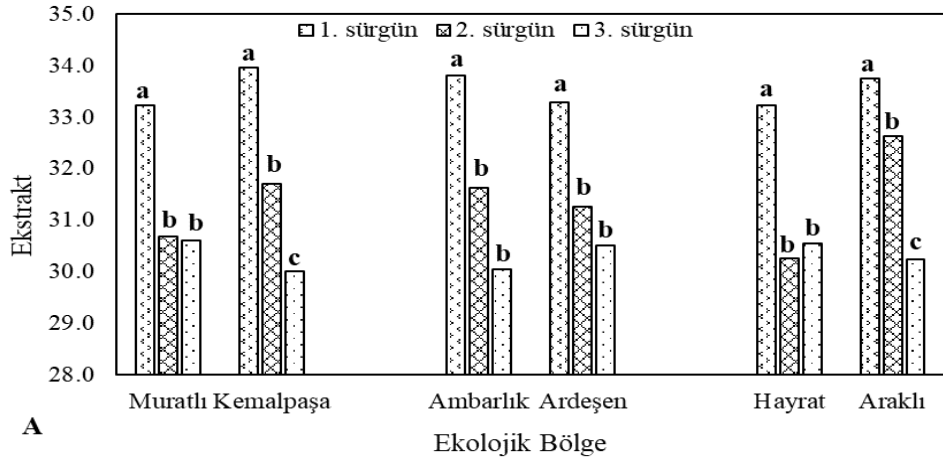
Kurutulmuş siyah çayın ekstrakt kalitesi üzerine sürgün dönemi, rakım ve yetiştiricilik bölgesinin etkisine ait veriler Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Sürgün dönemi verilerine bakıldığında, tüm yetiştiricilik bölgelerinde 1. sürgün dönemine ait ekstrakt değerlerinin, 2 ve 3. sürgün dönemlerinden önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Muratlı, Ambarlık, Ardeşen ve Hayrat fabrikalarında 2. ve 3. sürgün dönemlerinde su ekstraktı miktarının benzer düzeyde olduğu saptanmıştır. Fakat Kemalpaşa ve Araklı fabrikalarında 2. sürgün dönemindeki ekstrakt miktarının 3. sürgün döneminden önemli derecede daha yüksek değere sahip olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.1.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının kurutulmuş siyah çayın su ekstraktı miktarı üzerine etkisi

Sürgün Dönemi	Su Ekstraktı					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	33.23 A	33.96 A	33.81 A	33.29 A	33.24 A	33.75 A
2. sürgün	30.69 B	31.71 B	31.62 B	31.27 B	30.26 B	32.64 B
3. sürgün	30.61 B	30.01 C	30.05 B	30.51 B	30.55 B	30.24 C
Ort. (Fabrika)	31.51 b	31.89 a	31.49 b	31.69 b	31.35 b	32.21 a
Ort. (İl)	31.70 a		31.59 a		31.78 a	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).

Fabrika ortalamalarına bakıldığında, Kemalpaşa ve Araklı’dan elde edilen su ekstraktı miktarı, diğer fabrikalara kıyasla önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Muratlı, Ambarlık, Ardeşen ve Hayrat fabrikalarında kurutulmuş siyah çayların ekstrakt kalitesinin ise benzer düzeyde olduğu saptanmıştır. İl ortalamalarına bakıldığında ise su ekstraktı değerlerinin tüm illerde benzer düzeyde olduğu görülmüştür (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** Kurutulmuş siyah çayın ekstrakt kalitesi üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

## 4.2. Kuru Madde Miktarı

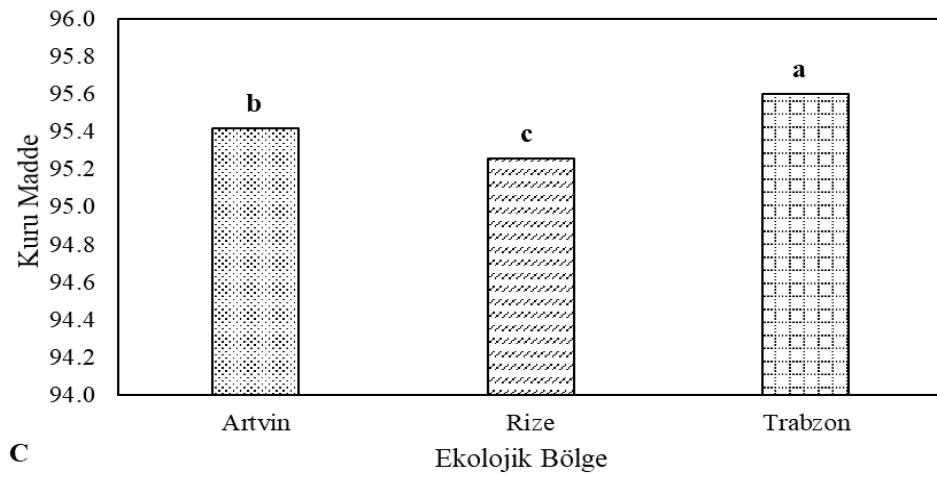
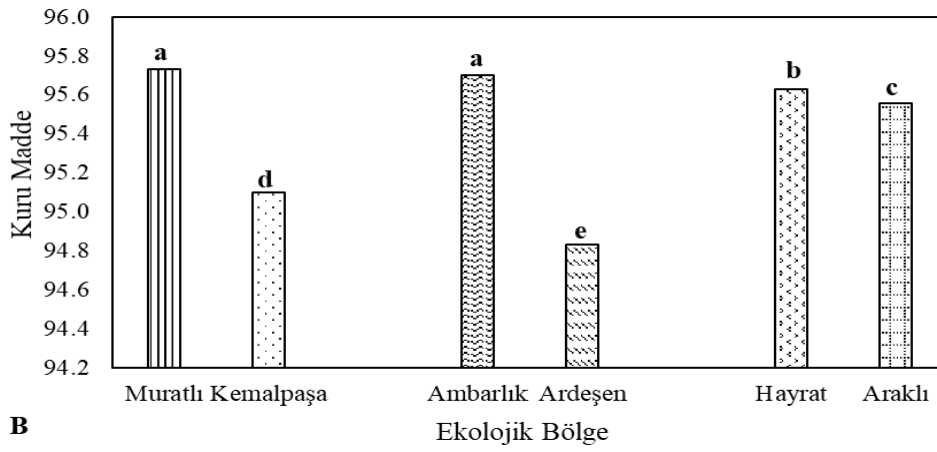
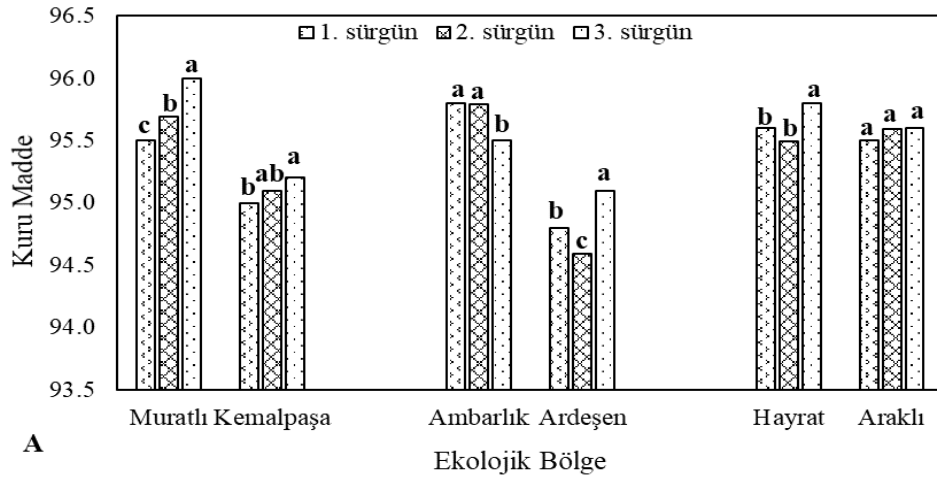
Kurutulmuş siyah çayın kuru madde miktarının sürgün dönemi, rakım ve yetiştiricilik bölgesine bağlı olarak değişimine ilişkin veriler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de sunulmuştur. Sürgün dönemine ilişkin veriler değerlendirildiğinde, Muratlı ve Ardeşen fabrikalarındaki tüm sürgün dönemlerinin bir birinden farklı kuru madde içeriğine sahip olduğu, en yüksek değer 3. sürgün döneminde olduğu görülmüştür. Muratlı’da en düşük kuru madde miktarı ilk sürgünlerden, Ardeşen’de ise 2. sürgünlerden elde edilmiştir. Kemalpaşa, Ambarlık ve Hayrat fabrikalarında ise ilk 2 sürgün döneminin kuru madde içeriği bakımından benzer düzeyde olduğu, 3. sürgün dönemi kuru madde içeriğinin Ambarlık’ta ilk 2 döneme kıyasla daha düşük, Hayrat’ta ise önemli derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kemalpaşa fabrikasındaki 2. sürgünlerin kuru madde miktarı, ilk ve son sürgünlerinkinden istatistiksel bakımdan farksız bulunmuştur. Yine Araklı’da sürgün dönemleri arasında kuru madde miktarı bakımından istatistiksel bir farklılık saptanmamıştır.

**Çizelge 4.2.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın kuru madde miktarı üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Kuru madde					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	95.50 C	95.00 B	95.80 A	94.80 B	95.60 B	95.50 A
2. sürgün	95.69 B	95.10 AB	95.79 A	94.59 C	95.49 B	95.59 A
3. sürgün	96.00 A	95.20 A	95.50 B	95.10 A	95.80 A	95.60 A
Ort. (Fabrika)	95.73 a	95.10 d	95.70 a	94.83 e	95.63 b	95.56 c
Ort. (İl)	95.42 b		95.26 c		95.60 a	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).

Fabrika ortalama değerleri ışığında, genel olarak tüm fabrikaların kuru madde miktarlarının bir birinden farklı olduğu saptanmıştır. Yalnızca Muratlı ve Ambarlık fabrikalarının kuru madde miktarları benzer düzeyde olup, diğer fabrikalardan önemli derecede daha yüksek kuru madde miktarına sahip oldukları belirlenmiştir. En düşük kuru madde miktarı ise Ardeşen fabrikasından elde edilmiştir (Şekil 4.2).



**Şekil 4.2.** Kurutulmuş siyah çayın kuru madde miktarı üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

İl ortalamalarına bakıldığında, tüm illerin kuru madde miktarlarının istatistiksel bakımdan bir birinden farklı olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kuru made miktarı Trabzon (95.60), en düşük ise Rize (95.26) ilinden elde edilmiştir (Şekil 4.2).

### 4.3. Toplam Kül

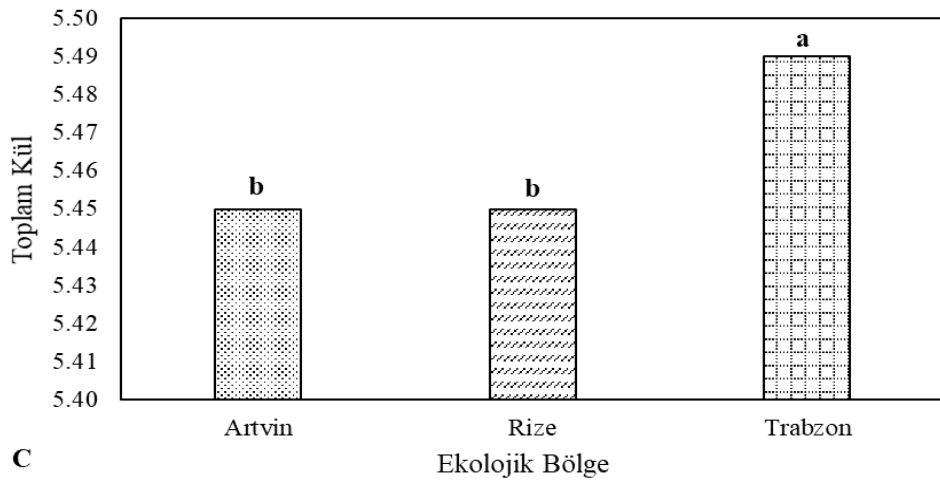
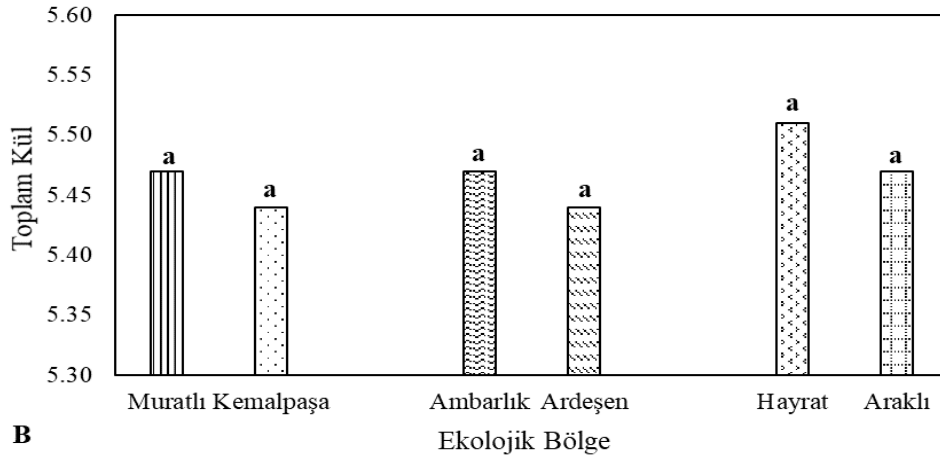
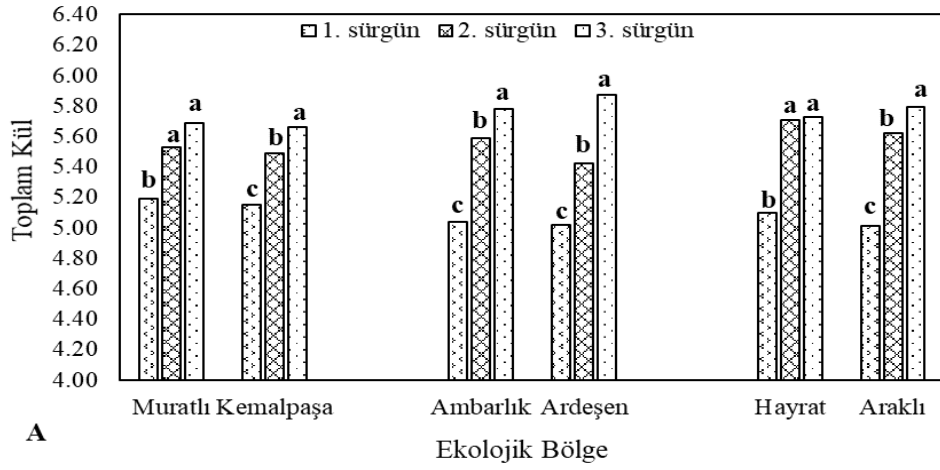
Kurutulmuş siyah çayın toplam kül içeriği üzerine sürgün dönemi, yetiştiricilik ve rakımın etkisine ait veriler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de verilmiştir. Sürgün dönemlerine ait veriler değerlendirildiğinde Kemalpaşa, Ambarlık, Ardeşen ve Araklı fabrikalarında tüm sürgün dönemlerinin toplam kül içeriği önemli derecede bir birinden farklı bulunmuştur. Bu fabrikalarda en yüksek toplam kül 3. sürgün, en düşük ise ilk sürgün dönemindeki kuru çaylardan elde edilmiştir. Muratlı ve Hayrat fabrikalarında işlenen kuru çayların 2. ve 3. sürgün dönemlerine ait toplam kül içeriği, ilk sürgün dönemine göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur.

**Çizelge 4.3.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın toplam kül içeriği üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Toplam kül					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	5.19 B	5.15 C	5.04 C	5.02 C	5.10 B	5.01 C
2. sürgün	5.53 A	5.49 B	5.59 B	5.42 B	5.71 A	5.62 B
3. sürgün	5.69 A	5.66 A	5.78 A	5.87 A	5.73 A	5.79 A
Ort. (Fabrika)	5.47 a	5.44 a	5.47 a	5.44 a	5.51 a	5.47 a
Ort. (İl)	5.45 b		5.45 b		5.49 a	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).

Fabrika ortalamaları değerlendirildiğinde, tüm fabrikaların toplam kül içeriklerinin bir birinden farksız olduğu görülmüştür. İl ortalama verilerine bakıldığında, Trabzon ilinden diğer illere kıyasla daha yüksek toplam kül içeriği elde edilmiştir (Şekil 4.3).



**Şekil 4.3.** Kurutulmuş siyah çayın toplam kül değeri üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

#### 4.4. Selüloz

Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım gibi faktörlerin kurutulmuş siyah çayın selüloz içeriği üzerine olan etkisine dair veriler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'de sunulmuştur. Sürgün dönemlerine ait veriler karşılaştırıldığında Muratlı, Ambarlık ve Araklı fabrikalarında tüm sürgün dönemlerinin selüloz içeriği bakımından önemli derecede bir birinden farklı olduğu saptanmıştır. En yüksek selüloz içeriği 3. sürgün dönemine ait kuru çaylardan, en düşük ise 1. sürgün dönemine ait kuru çaylardan elde edilmiştir. Yine Kemalpaşa, Ardeşen ve Hayrat fabrikalarına ait 2. ve 3. sürgün dönemlerinden benzer düzeyde, fakat ilk sürgün dönemine kıyasla daha yüksek selüloz tespit edilmiştir. Kemalpaşa, Ardeşen ve Hayrat fabrikalarında 2. ve 3. sürgün dönemlerinde ilk sürgün dönemine kıyasla yaklaşık % 25 daha fazla selüloz ölçülmüştür.

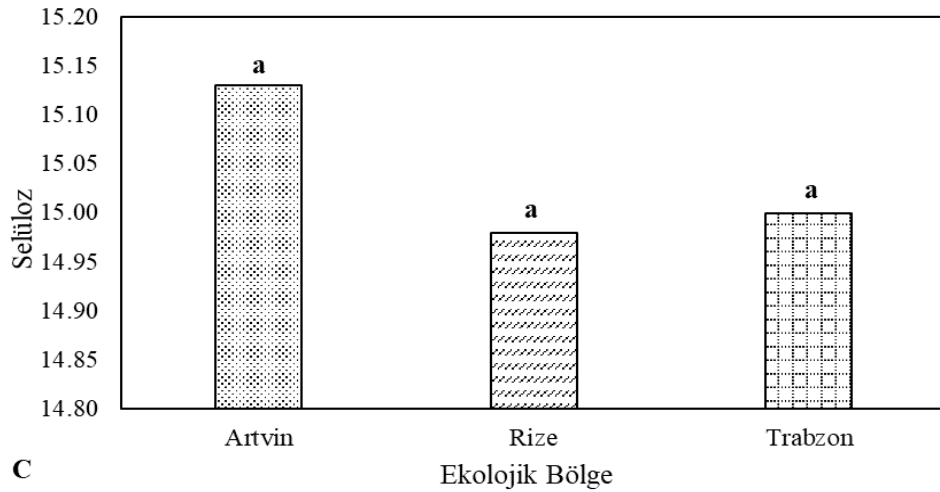
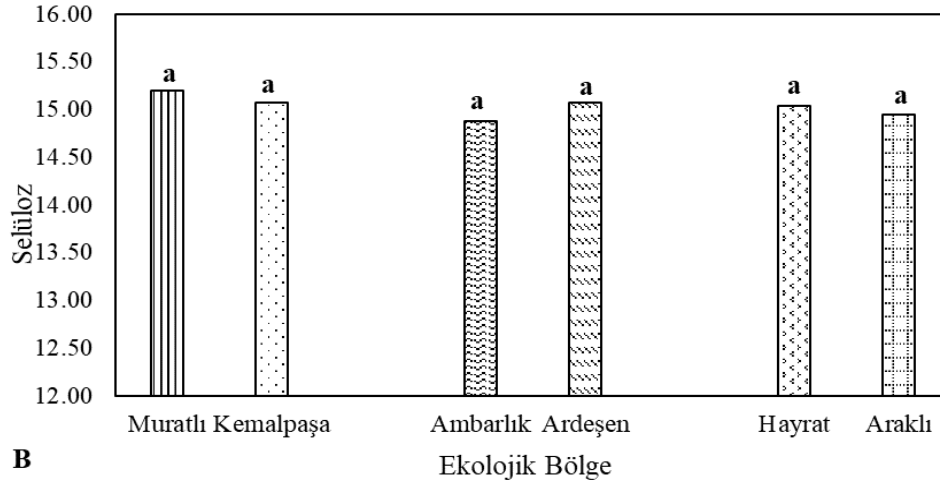
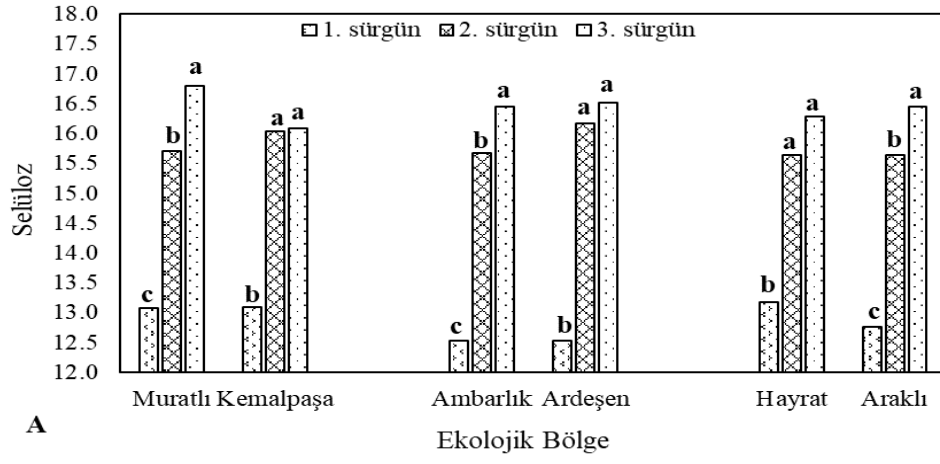
**Çizelge 4.4.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın selüloz içeriği üzerine etkisi

Sürgün Dönemi	Selüloz					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	13.08 C	13.09 B	12.53 C	12.53 B	13.18 B	12.77 C
2. sürgün	15.71 B	16.04 A	15.67 B	16.17 A	15.64 A	15.64 B
3. sürgün	16.80 A	16.08 A	16.45 A	16.51 A	16.29 A	16.45 A
Ort. (Fabrika)	15.20 a	15.07 a	14.88 a	15.07 a	15.04 a	14.95 a
Ort. (İl)	15.13 a		14.98 a		15.00 a	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).

Hem fabrika ortalamaları hem de il ortalamaları göz önüne alındığında, tüm fabrikaların ve tüm illerin benzer selüloz içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek selüloz içeriği % 15.20 ile Muratlı, en düşük ise % 14.88 ile Ambarlık fabrikasında işlenen kuru çaylardan elde edilmiştir. İller ortalaması ele alındığında ise en yüksek selüloz % 15.13 ile Artvin, en düşük ise % 14.98 ile Rize ilinde yetiştirilen kuru siyah çaylardan elde edilmiştir (Şekil 4.4).





**Şekil 4.4.** Kurutulmuş siyah çayın selüloz içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

#### 4.5. Kafein

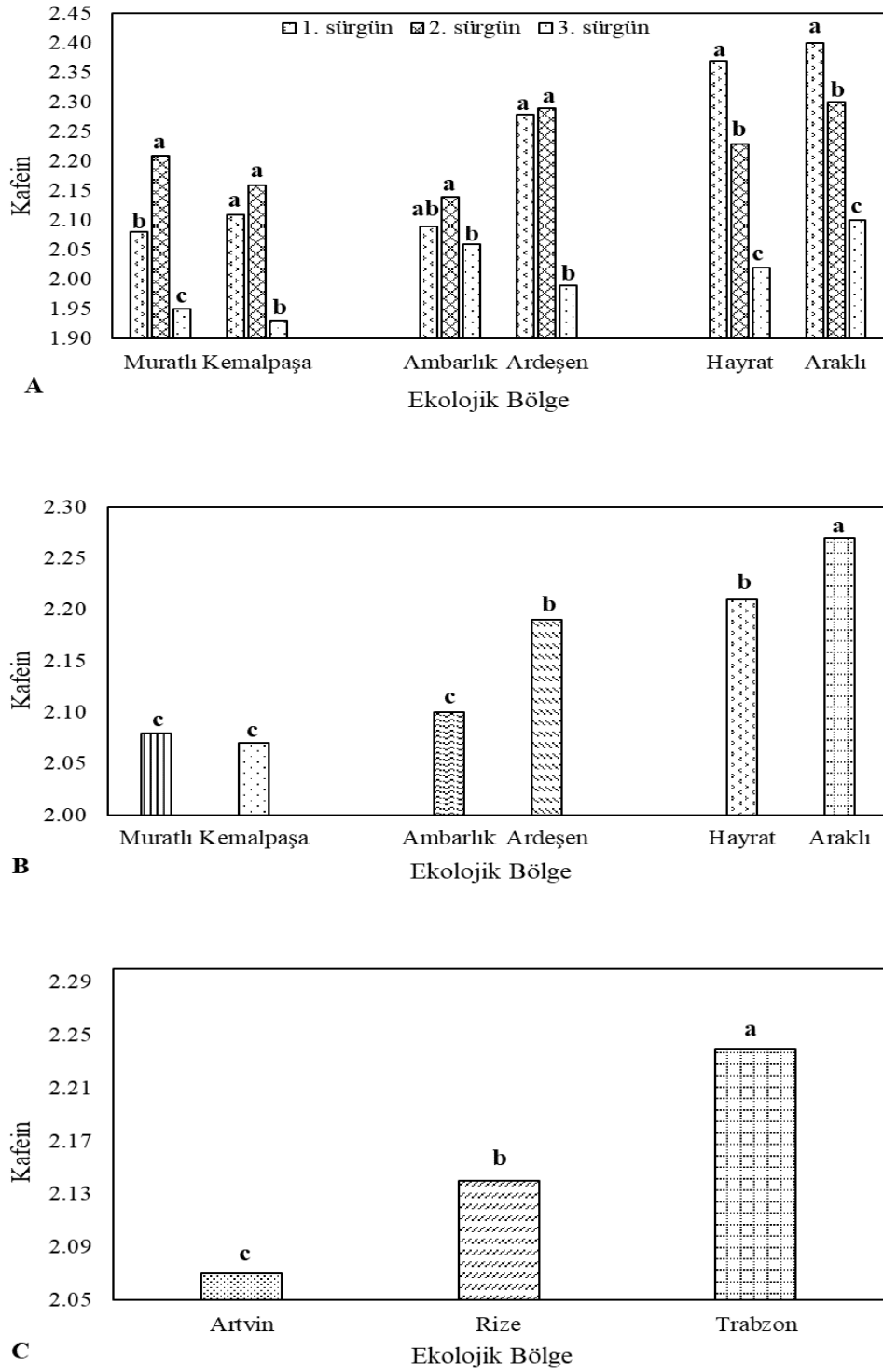
Kurutulmuş siyah çayın kafein içeriği üzerine sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının etkisine dair veriler Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Sürgün dönemleri kıyaslandığında Muratlı, Hayrat ve Araklı fabrikalarına ait kuru çayların kafein içeriği, tüm dönemlerde istatistiksel olarak bir birinden farklı bulunmuştur. Hayrat ve Araklı fabrikalarında en yüksek kafein içeriği ilk sürgünlere ait kuru çaylardan elde edilirken, en düşük 3. sürgün dönemine ait kuru siyah çaylardan elde edilmiştir. Hâlbuki Muratlı fabrikasında en yüksek kafein 2. sürgünlere ait kuru çaylardan, en düşük ise Hayrat ve Araklı’da 3. sürgünlere ait kuru siyah çaylardan elde edilmiştir. Yine Kemalpaşa ve Ardeşen fabrikalarında işlenen 1. ve 2. sürgünlerden benzer düzeyde kafein içeriği saptanmıştır. Fakat aynı fabrikaların 1. ve 2. sürgünlerden, 3. sürgünlere kıyasla önemli derecede daha yüksek kafein elde edilmiştir. Ambarlık fabrikasında ise, yalnızca 2. sürgün döneminden, 3. sürgün dönemine kıyasla daha yüksek kafein tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.5.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın kafein içeriği üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Kafein					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	2.08 B	2.11 A	2.09 AB	2.28 A	2.37 A	2.40 A
2. sürgün	2.21 A	2.16 A	2.14 A	2.29 A	2.23 B	2.30 B
3. sürgün	1.95 C	1.93 B	2.06 B	1.99 B	2.02 C	2.10 C
Ort. (Fabrika)	2.08 c	2.07 c	2.10 c	2.19 b	2.21 b	2.27 a
Ort. (İl)	2.07 c		2.14 b		2.24 a	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p<0.05$ ).

Fabrika ortalama değerlerine bakıldığında Araklı fabrikasından, diğer fabrikalarda işlenen kuru siyah çaylara kıyasla önemli derecede daha yüksek kafein saptanmıştır. Aksine Muratlı, Kemalpaşa ve Ambarlık fabrikalarında işlenen kuru siyah çaylardan benzer düzeyde, fakat Ardeşen, Hayrat ve Araklı fabrikalarında işlenenlere kıyasla daha düşük kafein içeriği tespit edilmiştir (Şekil 4.5).



**Şekil 4.5.** Kurutulmuş siyah çayın kafein içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

Yine il ortalamalarına bakıldığında, tüm illerin kafein içeriğinin bir birinden önemli derecede farklı olduğu görülmüştür. En yüksek kafein içeriği % 2.24 ile Trabzon, en düşük ise % 2.07 ile Artvin ilinden elde edilmiştir (Şekil 4.5).

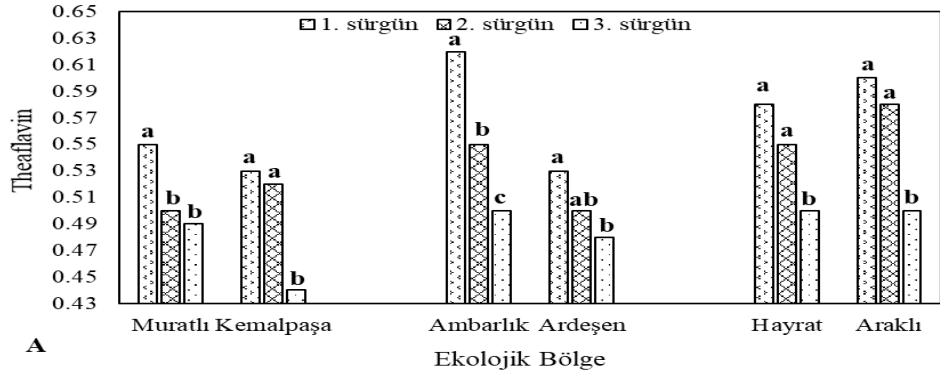
#### 4.6. Theaflavin

Kurutulmuş siyah çayın theaflavin içeriği üzerine sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakımın etkisine ait veriler Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da sunulmuştur. Sürgün dönemlerine ait veriler kıyaslandığında, Ambarlık fabrikasında işlenen kuru çayların tüm sürgün dönemlerinin theaflavin içeriğinin önemli derecede bir birinden farklı olduğu saptanmıştır. En yüksek theaflavin içeriği % 0.62 ile 1. sürgün, en düşük ise % 0.50 ile 3. sürgün dönemine ait kuru çaylarda elde edilmiştir. Yine Kemalpaşa, Hayrat ve Araklı fabrikalarında işlenen 1. ve 2. sürgünlerin theaflavin içeriği, 3. sürgünlerin içeriğinden önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Muratlı fabrikasında ise yalnızca ilk sürgün dönemine ait kuru çayların theaflavin içeriği, 3. sürgün dönemine ait çaylarınkinden daha yüksek tespit edilmiştir. Ardeşen fabrikasında 1. ve 3. sürgün dönemleri arasında farklılığın olduğu, ilk sürgün dönemindeki kuru çayların daha yüksek içeriğe sahip olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.6).

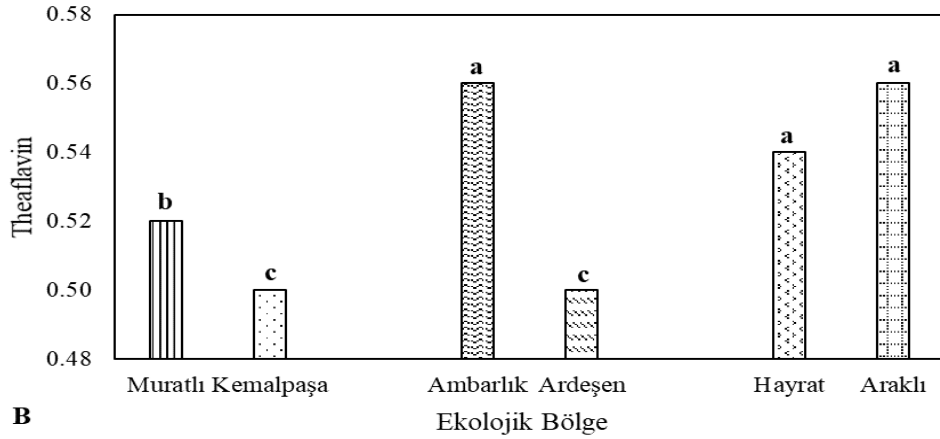
**Çizelge 4.6.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın theaflavin içeriği üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Theaflavin					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	0.55 A	0.53 A	0.62 A	0.53 A	0.58 A	0.60 A
2. sürgün	0.50 B	0.52 A	0.55 B	0.50 AB	0.55 A	0.58 A
3. sürgün	0.49 B	0.44 B	0.50 C	0.48 B	0.50 B	0.50 B
Ort. (Fabrika)	0.52 b	0.50 c	0.56 a	0.50 c	0.54 a	0.56 a
Ort. (İl)	0.51 c		0.53 b		0.55 a	

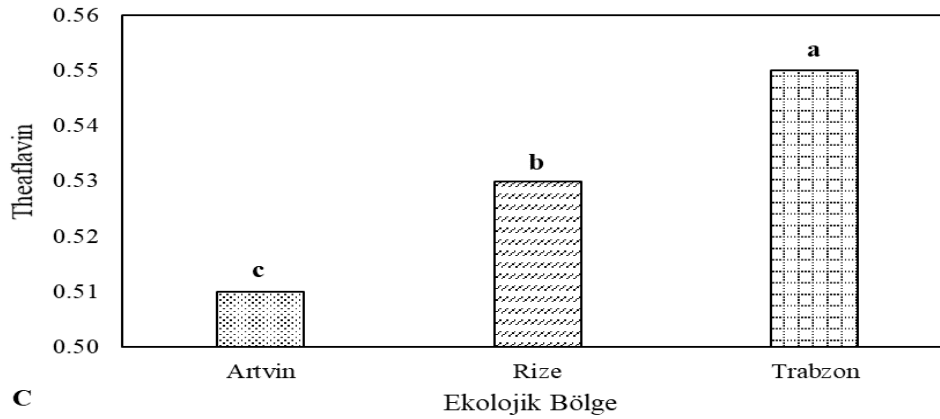
Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).



**A**



**B**



**C**

**Şekil 4.6.** Kurutulmuş siyah çayın theaflavin içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

Fabrika ortalamaları ele alındığında, Ambarlık, Hayrat ve Araklı fabrikaları arasında theaflavin içeriği bakımından farklılığın olmadığı, elde edilen değerlerin diğer fabrikalardan elde edilen değerlere kıyasla önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte Muratlı fabrikasında işlenen kuru çayların da,

Kemalpaşa ve Ardeşen’de işlenenlere kıyasla önemli derecede daha yüksek theaflavin içeriğine sahip olduğu görülmüştür.

İl ortalamaları değerlendirildiğinde, tüm illerin theaflavin içeriği bakımından önemli derecede bir birinden farklı içeriğe sahip olduğu saptanmıştır. En yüksek içerik % 0.55 ile Trabzon, en düşük ise % 0.51 ile Artvin ilinden elde edilmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6).

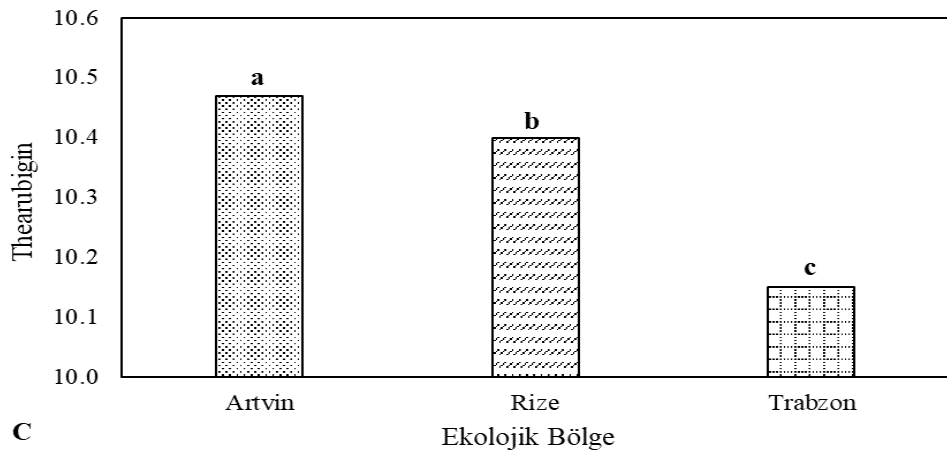
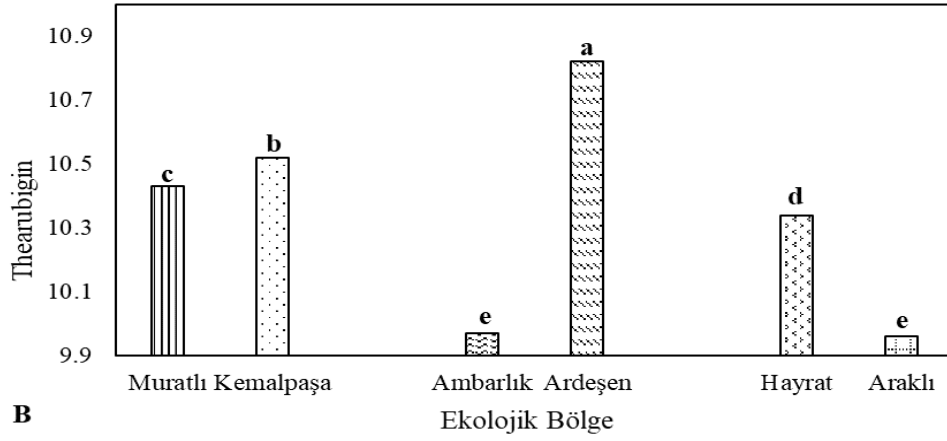
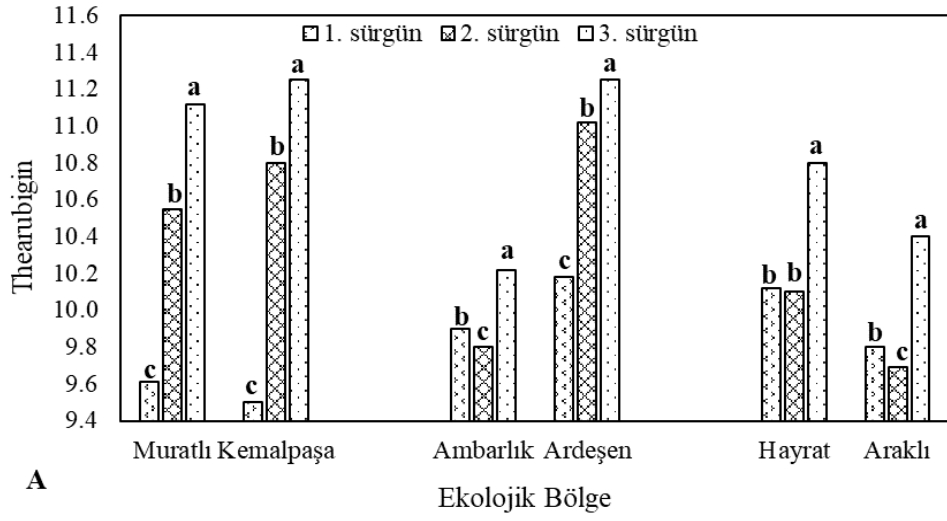
#### 4.7. Thearubigin

Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının kurutulmuş siyah çayın thearubigin içeriği üzerine olan etkisine dair veriler Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Kuru çay işleyen fabrikalarda, sürgün dönemlerine ait veriler kıyaslandığında, Hayrat fabrikasında işlenen kuru çaylar hariç diğer fabrikalarda işlenen kuru çayların tüm sürgün dönemleri thearubigin içeriği bakımından bir birinden farklı içeriğe sahipti. Bu fabrikaların tümünde en yüksek thearubigin içeriği 3. sürgün dönemine ait kuru çaylarda ölçülmüştür. Fakat en düşük içerikler Muratlı, Kemalpaşa ve Ardeşen fabrikalarında 1. sürgünlere ait kuru çaylarda elde edilirken, Ambarlık ve Araklı fabrikalarında 2. sürgün dönemine ait kuru çaylardan elde edilmiştir. Hayrat fabrikasında 1. ve 2. sürgün dönemlerinde benzer seviyede thearubigin ölçülmüş olup, içerik bakımından 3. sürgün dönemine ait kuru çaylardan önemli derecede daha düşük thearubigin tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın thearubigin içeriği üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Thearubigin					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	9.61 C	9.50 C	9.90 B	10.18 C	10.12 B	9.80 B
2. sürgün	10.55 B	10.80 B	9.80 C	11.02 B	10.10 B	9.69 C
3. sürgün	11.12 A	11.25 A	10.22 A	11.25 A	10.80 A	10.40 A
Ort. (Fabrika)	10.43 c	10.52 b	9.97 e	10.82 a	10.34 d	9.96 e
Ort. (İl)	10.47 a		10.40 b		10.15 c	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).



**Şekil 4.7.** Kurutulmuş siyah çayın thearubigin içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

Fabrika ortalamaları göz önüne alındığında, genel olarak tüm fabrikaların thearubigin içeriğinin istatistiksel olarak bir birinden farklı içeriğe sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yalnızca Ambarlık ve Araklı fabrikalarının içeriğinin benzer düzeyde olduğu ve diğer fabrikaların içeriğinden önemli derecede daha düşük içeriğe sahip olduğu görülmüştür. En yüksek içerik % 10.82 ile Ardeşen fabrikasında işlenen kuru siyah çaylardan elde edilmiştir. Bunu sırasıyla Kemalpaşa, Muratlı, Hayrat, Ambarlık-Araklı fabrikaları izlemiştir.

İl ortalamaları karşılaştırıldığında, tüm illerin thearubigin içeriği bakımından önemli derecede bir birinden farklı değerlere sahip olduğu saptanmıştır. En yüksek thearubigin içeriği % 10.47 ile Artvin, en düşük ise % 10.15 ile Trabzon illerinde işlenen kurutulmuş siyah çaylardan elde edilmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7).

#### 4.8. Theaflavin/Thearubigin

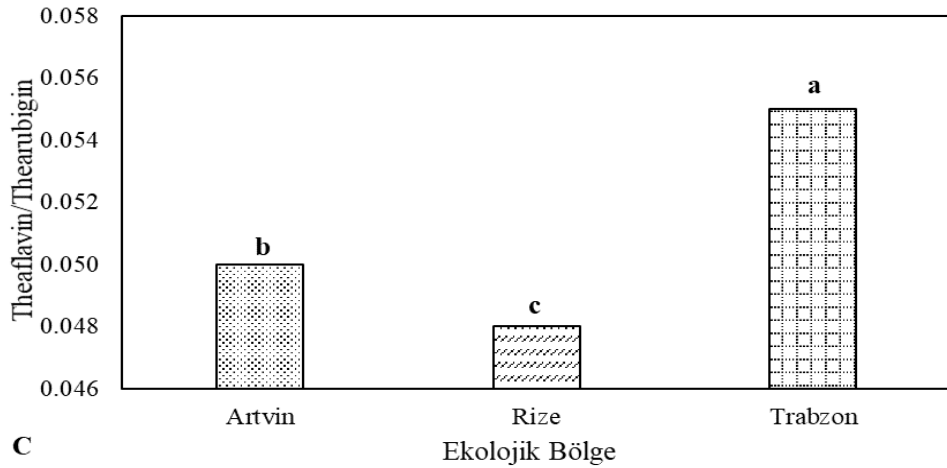
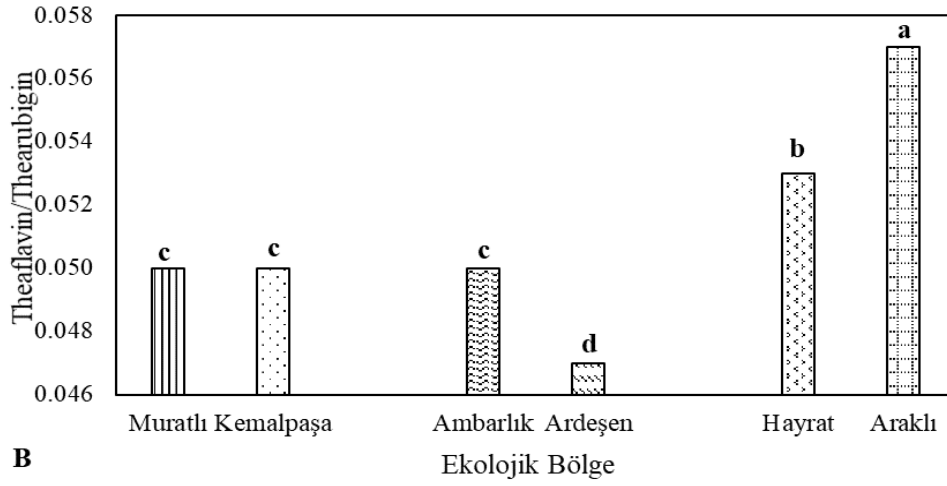
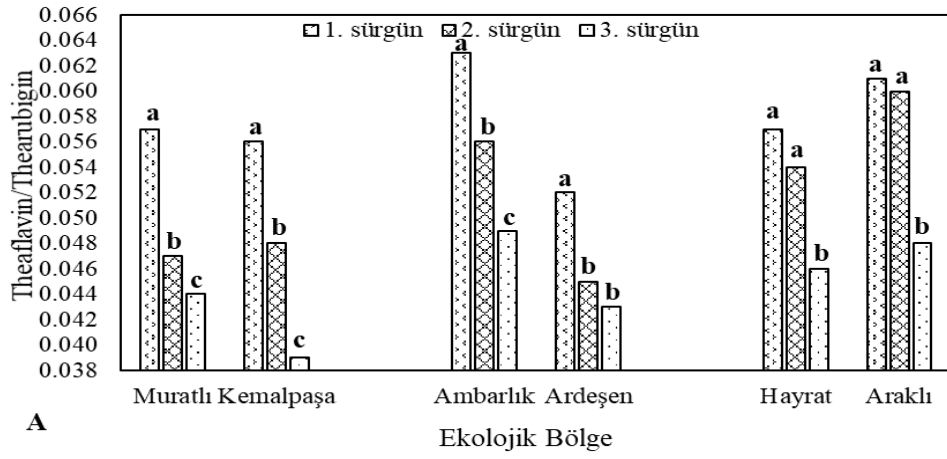
Kurutulmuş siyah çayın theaflavin/thearubigin içeriği üzerine sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının etkisine ait veriler Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8'de sunulmuştur. Sürgün dönemleri kıyaslandığında Muratlı, Kemalpaşa ve Ambarlık fabrikalarında işlenen kurutulmuş siyah çayın tüm sürgün dönemlerinin theaflavin/thearubigin oranı bakımından bir birinden farklı olduğu, en yüksek oranın ilk sürgünlerde, en düşük ise 3. sürgünlerde olduğu gözlemlenmiştir.

**Çizelge 4.8.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın theaflavin/thearubigin oranı üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Theaflavin/Thearubigin					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	0.057 A	0.056 A	0.063 A	0.052 A	0.057 A	0.061 A
2. sürgün	0.047 B	0.048 B	0.056 B	0.045 B	0.054 A	0.060 A
3. sürgün	0.044 C	0.039 C	0.049 C	0.043 B	0.046 B	0.048 B
Ort. (Fabrika)	0.050 c	0.050 c	0.050 c	0.047 d	0.053 b	0.057 a
Ort. (İl)	0.050 b		0.048 c		0.055 a	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).





**Şekil 4.8.** Kurutulmuş siyah çayın theaflavin/thearubigin oranı üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

Hayrat ve Araklı fabrikalarında işlenen 1. ve 2. sürgün dönemlerine ait kuru çayların theaflavin/thearubigin oranı, 3. sürgün döneminde elde edilen orana kıyasla önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Diğer bir yandan Ardeşen fabrikasında işlenen 2. ve 3. sürgün dönemlerine ait kuru çayların theaflavin/thearubigin oranları benzer düzeyde bulunmuş, fakat ilk sürgün döneminden daha düşük theaflavin/thearubigin oranı elde edilmiştir.

Fabrika ortalamaları incelendiğinde, Araklı fabrikasında işlenen kuru çayların en yüksek theaflavin/thearubigin oranına sahip olduğu, Ardeşen fabrikasında işlenenlerin ise en düşük theaflavin/thearubigin oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Muratlı, Kemalpaşa ve Ambarlık çay fabrikalarında işlenen kuru çayların theaflavin/thearubigin oranının benzer düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

İl ortalamaları karşılaştırıldığında, tüm illerin theaflavin/thearubigin oranının istatistiksel bakımdan bir birinden farklı olduğu görülmüştür. En yüksek theaflavin/thearubigin oranı 0.055 ile Trabzon, en düşük ise 0.048 ile Rize ilindeki kuru çaylarda ölçülmüştür (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8).

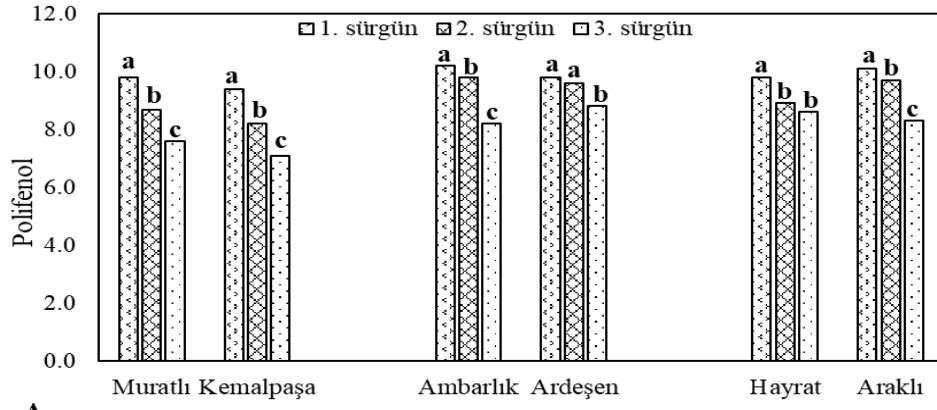
#### 4.9. Polifenol

Kurutulmuş siyah çayın polifenol içeriği üzerine sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakımın etkisine ilişkin veriler Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9'da verilmiştir.

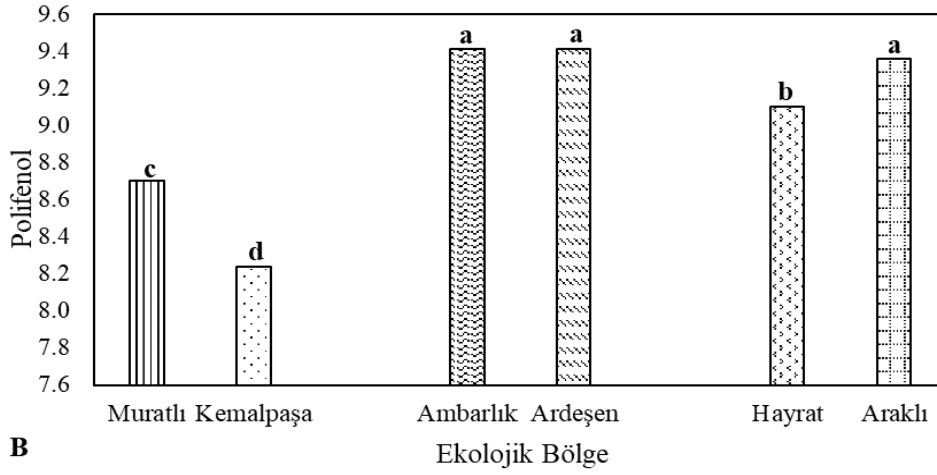
**Çizelge 4.9.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın polifenol içeriği üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Polifenol					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	9.80 A	9.40 A	10.21 A	9.80 A	9.79 A	10.10 A
2. sürgün	8.68 B	8.20 B	9.80 B	9.60 A	8.91 B	9.69 B
3. sürgün	7.60 C	7.10 C	8.20 C	8.81 B	8.60 B	8.30 C
Ort. (Fabrika)	8.70 c	8.24 d	9.41 a	9.41 a	9.10 b	9.36 a
Ort. (İl)	8.46 c		9.40 a		9.23 b	

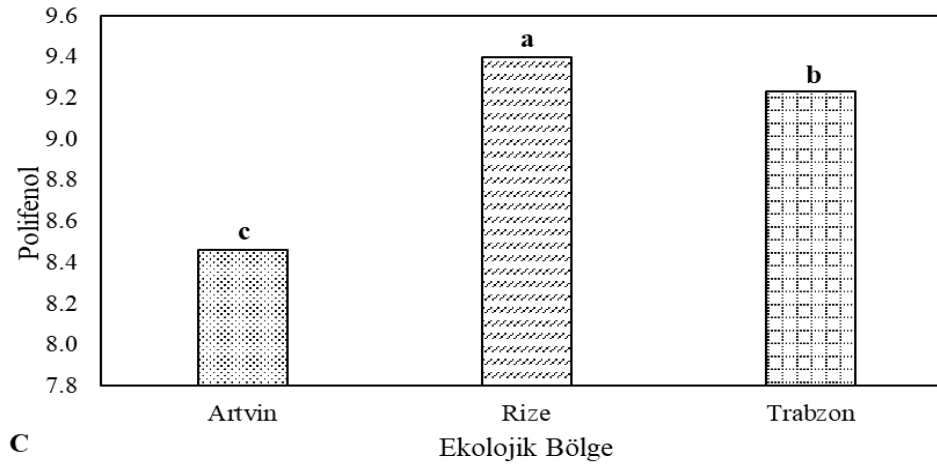
Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır (p<0.05).



**A**



**B**



**C**

**Şekil 4.9.** Kurutulmuş siyah çayın polifenol içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

Sürgün dönemlerine ait veriler karşılaştırıldığında Muratlı, Kemalpaşa, Ambarlık ve Araklı fabrikalarında işlenen kurutulmuş siyah çayların tüm sürgün dönemlerinin polifenol içeriklerinin bir birinden önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. Bu fabrikalarda, en yüksek polifenol ilk sürgünlerde ölçülürken, en düşük içerik ise 3. sürgün dönemindeki kurutulmuş siyah çaylardan elde edilmiştir. Ardeşen fabrikasında işlenen 1. ve 2. sürgün kurutulmuş siyah çaylardan benzer seviyede polifenol içeriği tespit edilmiştir. Fakat 3. sürgün dönemine ait kurutulmuş siyah çaylardan önemli derecede daha yüksek polifenol belirlenmiştir. Hayrat fabrikasında işlenen 2. ve 3. sürgün dönemlerine ait kurutulmuş siyah çayların polifenol içerikleri arasında istatistiksel anlamda farklılık saptanmamıştır. Ancak 1. sürgün dönemindeki kurutulmuş siyah çayların polifenol içeriklerinden önemli derecede daha düşük içerik tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Fabrika ortalamalarına bakıldığında Ambarlık, Ardeşen ve Araklı fabrikalarında benzer seviyede polifenol içeriği elde edilmiştir. Fakat bu fabrikalarda işlenen kurutulmuş siyah çayın polifenol içeriği, diğer fabrikaların içeriklerinden önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. En düşük içerik (% 8.24) ise Ambarlık fabrikasında işlenen kuru çaylardan elde edilmiştir. Yine Hayrat fabrikasında işlenen kurutulmuş siyah çayların polifenol içeriği Muratlı ve Ardeşen fabrikalarındaki çayların içeriğinden önemli derecede daha yüksek ölçülmüştür.

İl ortalamalarına bakıldığında, tüm illerin polifenol içeriklerinin istatistiksel olarak bir birinden farklı olduğu görülmüştür. En yüksek polifenol içeriği % 9.40 ile Rize, en düşük ise % 8.46 ile Artvin ilinde yetişen kurutulmuş siyah çaylarda belirlenmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9).

#### **4.10. Toplam flavonoid**

Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakımın kurutulmuş siyah çayın toplam flavonoid içeriği üzerine olan etkisine ait veriler Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Sürgün dönemlerine ait veriler karşılaştırıldığında, Ardeşen ve Araklı fabrikalarında işlenen kurutulmuş siyah çayların tüm sürgün dönemlerinin toplam flavonoid içeriği önemli derecede bir birinden farklı bulunmuştur. Ardeşen ve Araklı fabrikalarında en yüksek toplam flavonoid içeriği 3. sürgünlerden elde edilmiştir. Fakat en düşük

flavonoid içeriği Ardeşen fabrikasında işlenen kuru çaylarda 2. sürgün döneminde, Araklı fabrikasında işlenen kuru çaylarda ise ilk sürgün döneminde elde edilmiştir. Muratlı, Kemalpaşa ve Ambarlık fabrikalarında işlenen kuru çayların 2. ve 3. sürgün dönemlerinde benzer toplam flavonoid içeriği tespit edilmiş olup, ilk sürgün dönemine kıyasla önemli derecede daha yüksek içerik ölçülmüştür. Hâlbuki Hayrat fabrikasında 1. ve 2. sürgün dönemlerinde benzer düzeyde toplam flavonoid içeriği tespit edilmiş, son sürgün dönemine ait kurutulmuş siyah çaylarda ise ilk 2 döneme kıyasla önemli derecede daha yüksek toplam flavonoid içeriği elde edilmiştir.

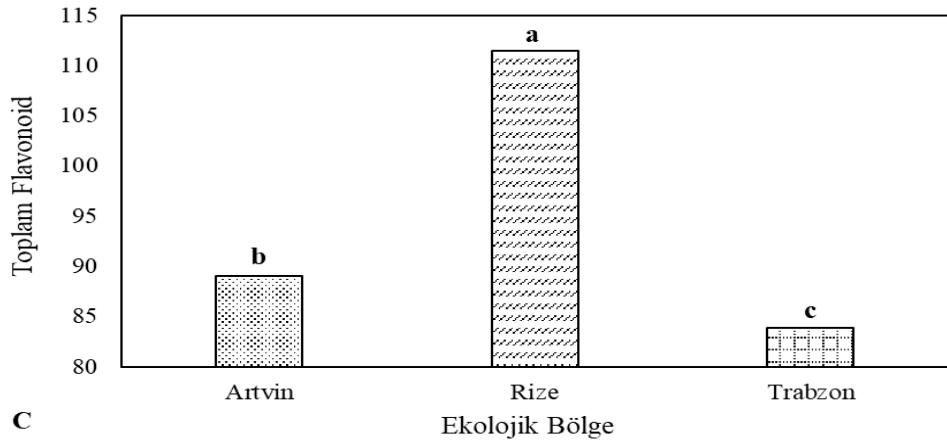
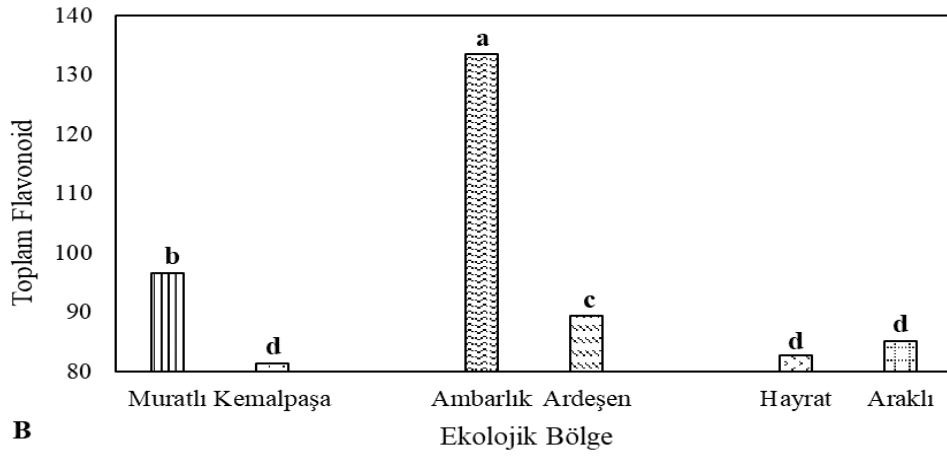
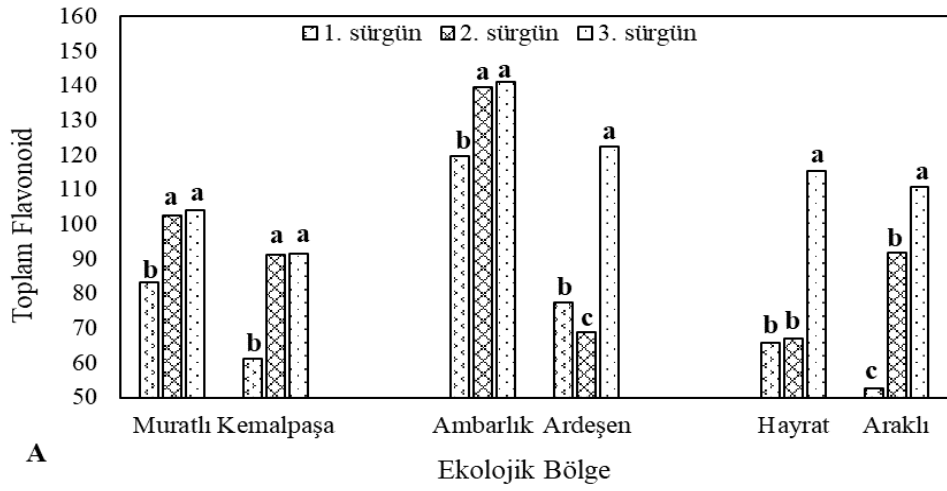
**Çizelge 10.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın toplam flavonoid içeriği üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Toplam flavonoid ( $\mu\text{g QE g}^{-1}$ kuru çay)					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	83.2 B	61.2 B	119.6 B	77.3 B	65.8 B	52.6 C
2. sürgün	102.5 A	91.3 A	139.6 A	68.7 C	66.9 B	91.9 B
3. sürgün	104.1 A	91.5 A	141.2 A	122.3 A	115.3 A	110.9 A
Ort. (Fabrika)	96.6 b	81.3 d	133.5 a	89.4 c	82.7 d	85.1 d
Ort. (İl)	89.0 b		111.5 a		83.9 c	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).

Fabrika ortalamaları karşılaştırıldığında, ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek toplam flavonoid Ambarlık fabrikasında (135.5) işlenen kuru çaylardan elde edilmiştir. En düşük içerik ise istatistiksel anlamda benzer düzeyde olan Kemalpaşa (81.3), Hayrat (82.7) ve Araklı (85.1) fabrikalarında işlenen kuru çaylarda tespit edilmiştir.

İl ortalamaları değerlendirildiğinde, tüm illerin toplam flavonoid içeriğinin bir birinden istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir. En yüksek toplam flavonoid içeriğinin Rize ilinde (111.5) yetişen kurutulmuş siyah çaylarda, en düşük ise Trabzon ilinde (83.9) yetişen kurutulmuş siyah çaylarda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10.** Kurutulmuş siyah çayın toplam flavonoid içeriği üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

#### 4.11. Antioksidan aktivitesi

Kurutulmuş siyah çayın antioksidan aktivitesi üzerine, yetiştiricilik bölgesi, sürgün dönemi ve rakım gibi faktörlerin etkisine ait veriler Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

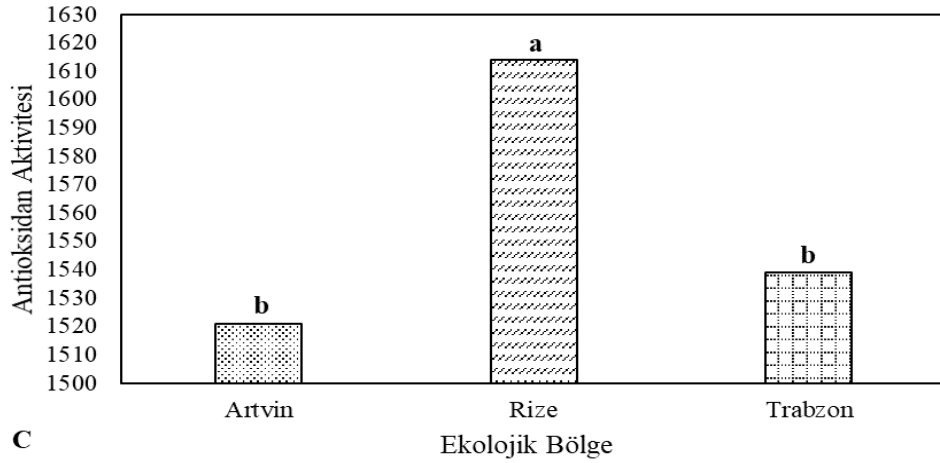
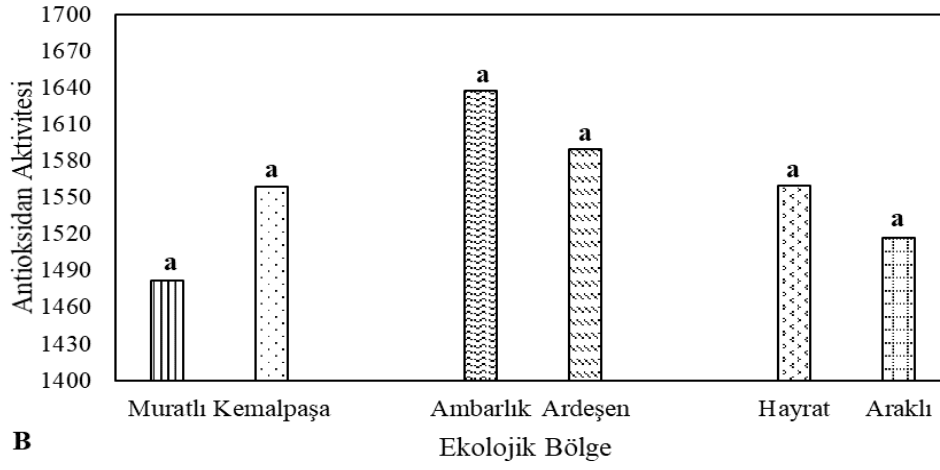
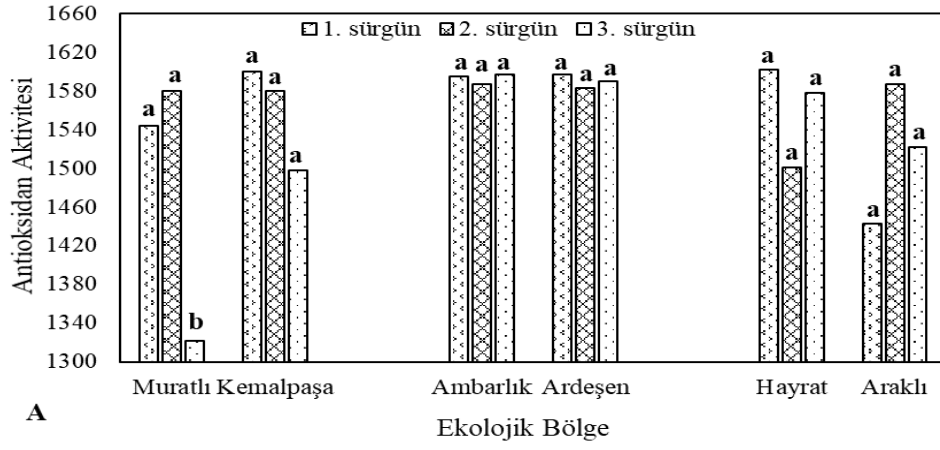
**Çizelge 4.11.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın DPPH antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

Sürgün dönemi	DPPH antioksidan aktivitesi ( $\mu\text{mol TE g}^{-1}$ kuru çay)					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	1544 A	1600 A	1595 A	1597 A	1602 A	1443 A
2. sürgün	1580 A	1580 A	1587 A	1583 A	1501 A	1587 A
3. sürgün	1322 B	1498 A	1597 A	1590 A	1578 A	1522 A
Ort. (Fabrika)	1482 a	1559 a	1638 a	1590 a	1560 a	1517 a
Ort. (İl)	1521 b		1614 a		1539 b	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).

Sürgün dönemlerine ait ortalamalar kıyaslandığında, yalnızca Muratlı fabrikasında işlenen kurutulmuş siyah çayların antioksidan aktivitesinin sürgün dönemlerine göre önemli derecede farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Muratlı fabrikasında işlenen 1. ve 2. sürgün dönemlerinin bir birinden farksız olduğu, fakat 3. sürgün dönemine ait değere kıyasla önemli derecede daha yüksek içeriğe sahip olduğu saptanmıştır. Diğer fabrikalarda işlenen kurutulmuş siyah çayın sürgün dönemleri arasında antioksidan aktivitesi bakımından farklılık saptanmamıştır. Benzer şekilde fabrika ortalamaları incelendiğinde, tüm fabrikaların antioksidan aktivitesi bakımından benzer içeriğe sahip olduğu görülmüştür.

İl ortalamaları ele alındığında, Rize ilinde yetişen çayların, Artvin ve Trabzon iline kıyasla önemli derecede daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Artvin ve Trabzon ilinde yetişen çayların ise antioksidan aktivitesi bakımından benzer düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



**Şekil 4.11.** Kurutulmuş siyah çayın antioksidan aktivitesi üzerine sürgün dönemi (A), fabrika- rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi



#### 4.12. Duyusal kalite (Tadım)

Duyusal kalite üzerine sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım gibi faktörlerin etkisine ilişkin veriler Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12’de sunulmuştur. Sürgün dönemlerine ait ortalamalar karşılaştırıldığında, duyusal kalite bakımından sürgün dönemleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

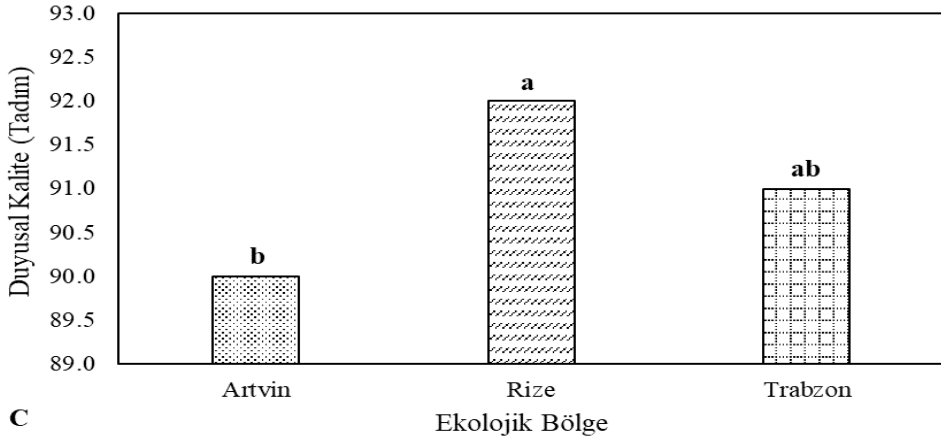
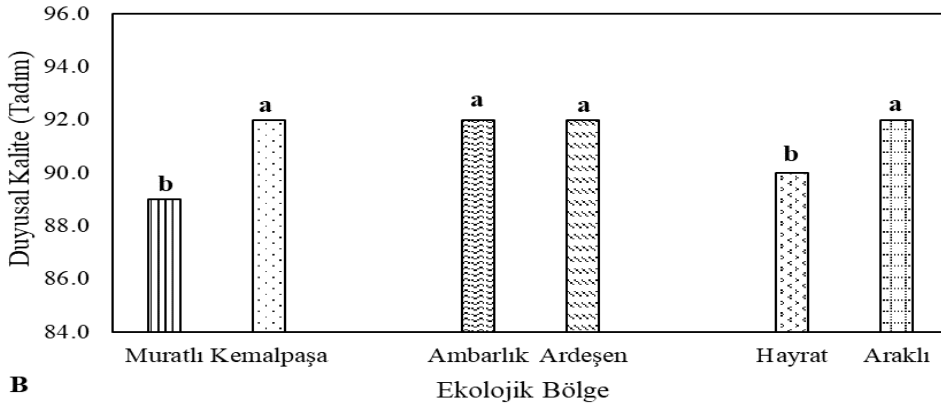
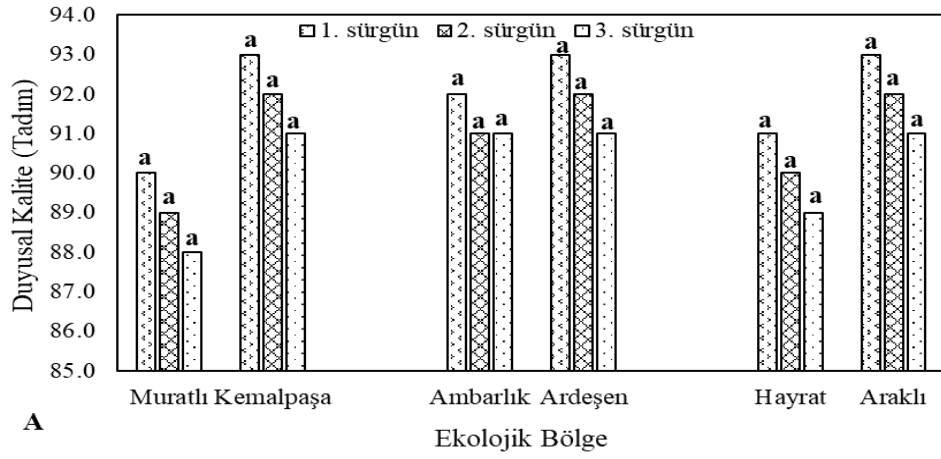
**Çizelge 4.12.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kuru siyah çayın duyusal kalitesi üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Duyusal kalite (Tadım)					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	90 A	93 A	92 A	93 A	91 A	93 A
2. sürgün	89 A	92 A	91 A	92 A	90 A	92 A
3. sürgün	88 A	91 A	91 A	91 A	89 A	91 A
Ort. (Fabrika)	89 b	92 a	92 a	92 a	90 b	92 a
Ort. (İl)	90 b		92 a		91 ab	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p < 0.05$ ).

Fabrika ortalamaları karşılaştırıldığında, Muratlı ve Hayrat fabrikalarında işlenen kurutulmuş siyah çaylardan benzer duyusal kalite değeri saptanmış, fakat Kemalpaşa, Ambarlık, Ardeşen ve Araklı fabrikalarına göre önemli derecede daha düşük duyusal kalite değeri belirlenmiştir.

İl ortalamaları ışığında, Rize ilinde yetişen kurutulmuş siyah çayların Artvin ilinde yetişen çaylara kıyasla önemli derecede daha yüksek duyusal kalite değeri elde edilmiştir. Trabzon ilinde yetişen çayların duyusal kalite değerleri ise Artvin ve Rize ilinde yetişenler ile benzer düzeyde bulunmuştur (Şekil 4.12).



**Şekil 4.12.** Kurutulmuş siyah çayın duyusal kalite (tadım) üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

#### 4.13. Parlaklık

Kurutulmuş siyah çayın parlaklığı üzerine, sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakımın etkisine ilişkin veriler Çizelge 4.13 ve Şekil 4.13’de gösterilmiştir. Sürgün dönemine ait veriler karşılaştırıldığında, tüm sürgün dönemlerinin parlaklık değerinin önemli derecede bir birinden farklı olduğu, en yüksek değer ilk sürgünlere ait kuru çaylarda, en düşük değerlerin ise 3. sürgün dönemine ait kuru çaylarda olduğu belirlenmiştir.

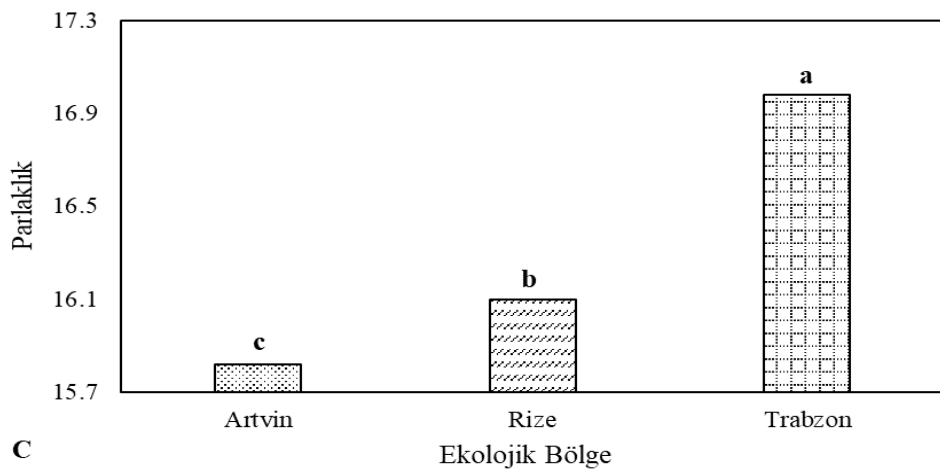
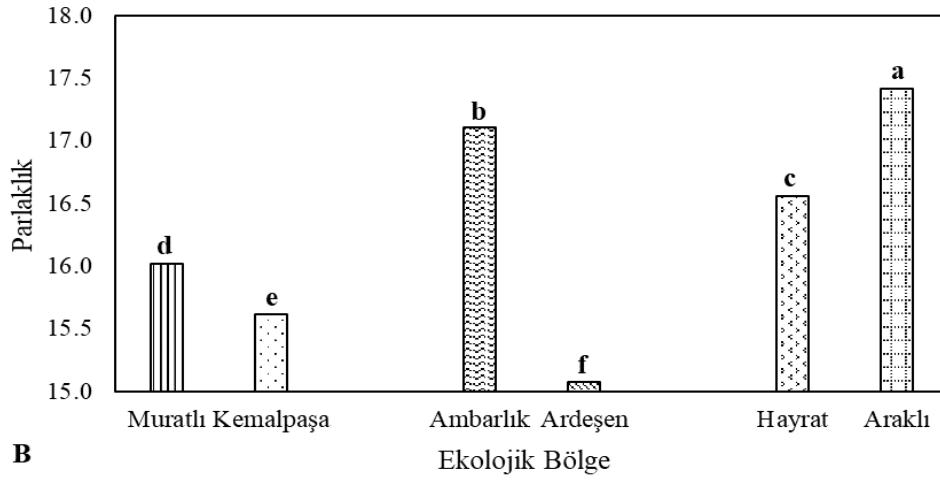
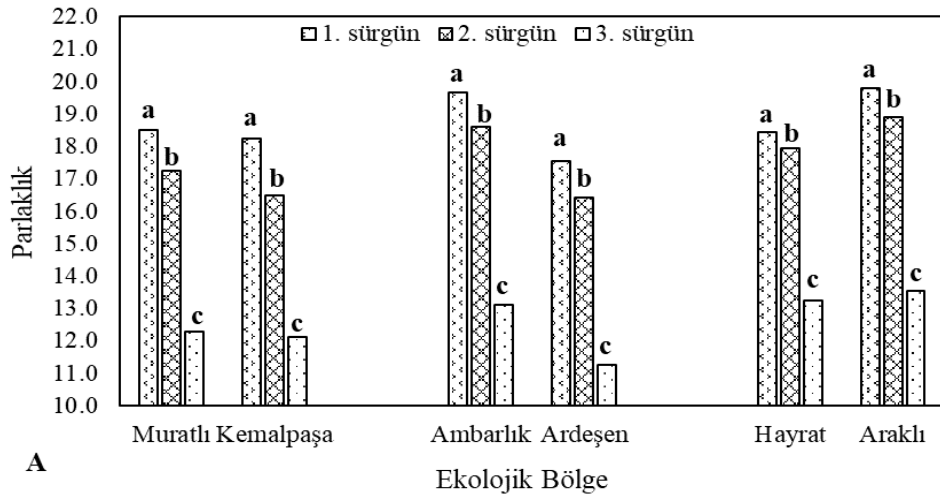
**Çizelge 4.13.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın parlaklığı üzerine etkisi

Sürgün dönemi	Parlaklık					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	18.50 A	18.25 A	19.65 A	17.56 A	18.45 A	19.78 A
2. sürgün	17.25 B	16.50 B	18.59 B	16.42 B	17.96 B	18.92 B
3. sürgün	12.30 C	12.12 C	13.12 C	11.25 C	13.25 C	13.55 C
Ort. (Fabrika)	16.02 d	15.62 e	17.11 b	15.08 f	16.56 c	17.42 a
Ort. (İl)	15.82 c		16.10 b		16.98 a	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p<0.05$ ).

Fabrika ortalamaları göz önüne alındığında, tüm fabrikaların parlaklık değerinin istatistiksel olarak bir birinden farklı olduğu saptanmıştır. En yüksek parlaklık değeri Araklı’da işlenen çaylarda, en düşük ise Ardeşen fabrikasında işlenen kurutulmuş siyah çaylarda gözlemlenmiştir. Parlaklık değeri en yüksekten en düşüğe sırasıyla, Araklı (17.42), Ambarlık (17.11), Hayrat (16.56), Muratlı (16.02), Kemalpaşa (15.62) ve Ardeşen (15.08) fabrikalarında işlenen kurutulmuş siyah çaylarda belirlenmiştir.

İl ortalamaları karşılaştırıldığında, tüm illerin parlaklık değeri bakımından önemli derecede bir birinden farklı olduğu görülmüştür. En yüksek parlaklık 16.98 ile Trabzon, en düşük parlaklık ise 15.82 ile Artvin ilinde yetişen kurutulmuş siyah çaylarda gözlemlenmiştir (Şekil 4.13).



**Şekil 4.13.** Kurutulmuş siyah çayın parlaklığı üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

#### 4.14. Renk

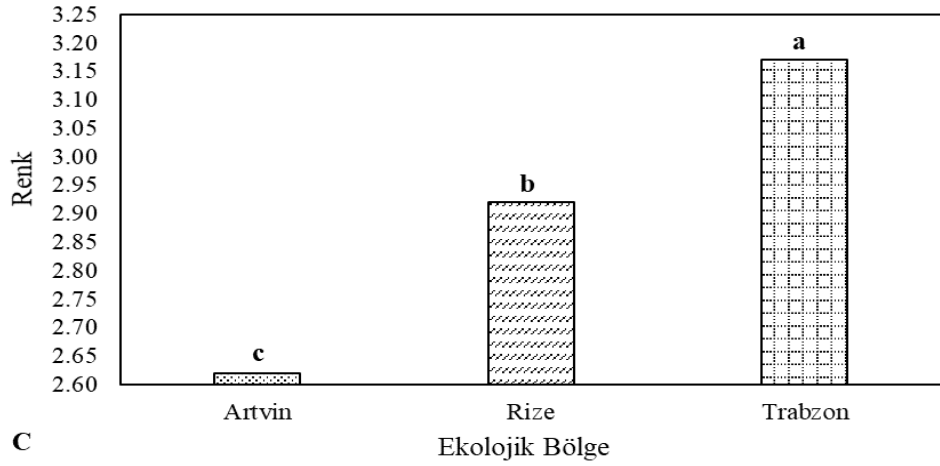
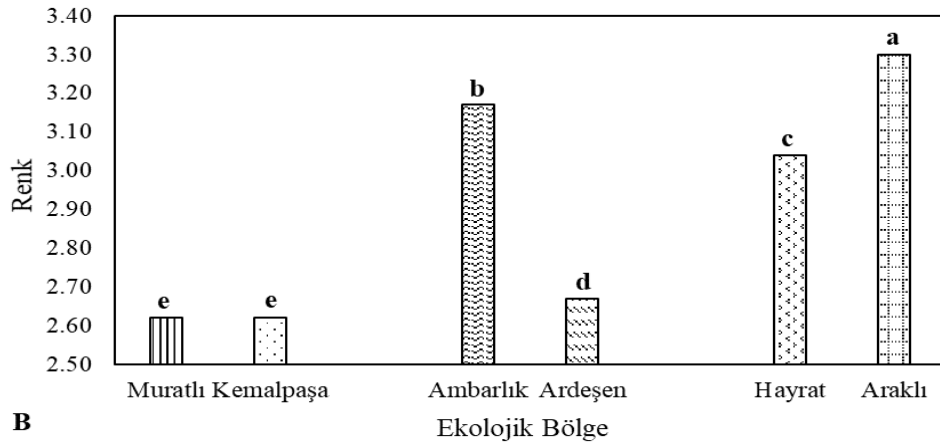
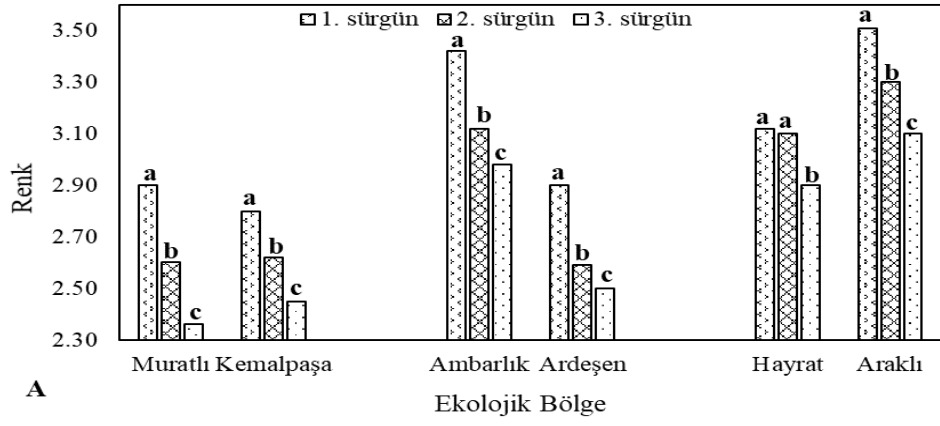
Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakımın kurutulmuş siyah çayın renk kalitesi üzerine olan etkisine ait veriler Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14’de gösterilmiştir. Sürgün dönemleri kıyaslandığında, Hayrat fabrikası hariç diğer tüm fabrikalarda işlenen kurutulmuş siyah çayların sürgün dönemlerine göre renk kalite değerlerinin önemli derecede bir birinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek renk kalitesinin ilk sürgün dönemlerinde hasat edilen kurutulmuş siyah çaylarda, en düşük ise 3. sürgün döneminde hasat edilen kurutulmuş siyah çaylarda ölçülmüştür. Hayrat fabrikasında işlenen çaylarda ise renk kalitesi bakımından 1. ve 2. sürgün dönemleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı, 3. sürgün döneminde elde edilen renk kalitesinin ise ilk 2 döneme kıyasla önemli derecede daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.14.** Sürgün dönemi, yetiştiricilik bölgesi ve rakım farklılığının, kurutulmuş siyah çayın renk kalitesi üzerine etkisi

Sürgün Dönemi	Renk					
	Artvin		Rize		Trabzon	
	Muratlı	Kemalpaşa	Ambarlık	Ardeşen	Hayrat	Araklı
1. sürgün	2.90 A	2.80 A	3.42 A	2.90 A	3.12 A	3.51 A
2. sürgün	2.60 B	2.62 B	3.12 B	2.59 B	3.10 A	3.30 B
3. sürgün	2.36 C	2.45 C	2.98 C	2.50 C	2.90 B	3.10 C
Ort. (Fabrika)	2.62 e	2.62 e	3.17 b	2.67 d	3.04 c	3.30 a
Ort. (İl)	2.62 c		2.92 b		3.17 a	

Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır ( $p<0.05$ ).

Fabrika ortalamaları karşılaştırıldığında, renk kalitesi bakımından fabrikalar arasında önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. En yüksek renk kalitesi Araklı fabrikasında işlenen kurutulmuş siyah çaylardan elde edilmiştir. Muratlı ve Kemalpaşa fabrikalarında benzer renk kalitesi elde edilmekle birlikte, en düşük renk kalitesi elde edilmiştir. En yüksekte en düşüğe renk kalitesi sırasıyla Araklı, Ambarlık, Hayrat, Ardeşen ve Muratlı-Kemalpaşa fabrikalarında işlenen çaylardan elde edilmiştir. İl ortalamalarına bakıldığında, tüm illerin renk kalitesi bakımından bir birinden önemli derecede farklı olduğu, en yüksek renk kalitesine Trabzon, en düşük ise Artvin’in sahip olduğu görülmüştür (Şekil 4.14).



**Şekil 4.14.** Kurutulmuş siyah çayın rengi üzerine sürgün dönemi (A), fabrika-rakım farklılığı (B) ve yetiştiricilik bölgesinin (C) etkisi

## 5. TARTIŞMA

Sürgün dönemi, rakım ve yetiştiricilik bölgesinin kurutulmuş siyah çayın kalite özellikleri üzerine olan etkisinin incelendiği bu araştırma ile literatüre önemli katkı sağlanmıştır. Dünyada çay üretilen pek çok ülkede çeşit-klonal farklılık, sürgün dönemi, rakım, yetiştiricilik bölgesi ve işleme tekniği gibi faktörlerin kalite üzerine önemli etkilerinin olduğu ifade edilmiştir (Amiri ve Asil, 2007; Carloni ve ark., 2013; Muthumani ve ark., 2013; Yang ve Liu, 2013; Mutuku ve ark., 2016).

### 5.1. Ekstrakt

Araştırmamızda, sürgün dönemi ve rakımın kurutulmuş siyah çayın su ekstraktı üzerine önemli derecede etkisinin olduğu ortaya konmuştur. Özellikle ilk sürgünlerin su ekstrakt kalitesinin genel olarak diğer sürgün dönemlerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda Kemalpaşa ve Araklı gibi düşük rakıma ait kurutulmuş siyah çayların son sürgünlerinin su ekstrakt kalitesinin diğer sürgün dönemlerinden önemli derecede daha düşük olduğu saptanmıştır. Özdemir (2012) ilk sürgün döneminde siyah çayların su ekstrakt kalitesinin % 32 seviyesinde iken, 3. sürgünlerde bu değer % 29 düzeyinde olduğunu rapor etmiştir. Benzer şekilde Öksüz (1987) sürgün dönemleri bakımından çayın ekstrakt kalitesinin farklılık gösterdiğini, aynı zamanda çeşit-klon ve işleme yönteminin de etkisinin olabileceğini rapor etmiştir.

Su ekstraktı üzerine rakımın etkisi yetiştiricilik bölgesine göre farklılık göstermiştir. Rize ilinde her iki rakıma ait kuru siyah çayların su ekstrakt kaliteleri arasında önemli fark saptanmazken, Artvin ve Trabzon illerinde rakımlar arasında su ekstrakt kalitesi bakımından önemli derecede farklılıklar tespit edilmiştir. Özellikle düşük rakıma ait kurutulmuş siyah çayların su ekstrakt kalitesinin, yüksek rakıma kıyasla daha yüksek olduğu araştırmamız ile ortaya çıkarılmıştır. Bulgularımızın aksine Muthumani ve ark., (2013), yüksek rakımda yetişen çayların daha yüksek su ekstraktına sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Adnan ve ark., (2013) Pakistan ekolojik koşullarında yetişen siyah çayların su ekstrakt kalitesinin % 32.51-%53.61; Yao ve ark., (2006) ise farklı ülkelerde yetişen çaylara ait kurutulmuş siyah çayların su ekstraktlarını Çin için % 36.8; Hindistan için % 36.9- 41.9; Sri Lanka için % 36.7-

46.9 ve Kenya için % 44.1 olarak bildirmiştir. Bu bakımdan yetiştiricilik bölgeleri arasında su aktrakt kalitesi bakımından farklılıklarında olabileceği ifade edilebilir.

## **5.2. Kuru Madde Miktarı**

Kuru madde miktarının yetiştiricilik bölgelerine ve rakıma bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak ilk sürgün dönemine ait kuru madde içeriğinin, son sürgün dönemine kıyasla önemli derecede daha düşük olduğu görülmüştür. Fakat Araklı'da yetişen (0-100 m) çaylardan elde edilen kurutulmuş siyah çayların kuru madde içerikleri üzerine sürgün döneminin etkisi olmamıştır.

Çayın kuru madde içeriğine şeker, amino asit ve mineraller önemli katkı sunmaktadır (Harbowy ve ark., 1997). Nitekim çalışmamızda selüloz içeriği ve kül oranına bakıldığında son sürgün döneminde bu değerlerin de ilk sürgün dönemine kıyasla daha yüksek olduğu, bununda kuru madde içeriği ile paralellik gösterdiği gözlenmiştir.

Rakıma bakıldığında, tüm yetiştiricilik bölgelerinde yüksek rakımda yetişen çaylardan elde edilen kuru siyah çayların, düşük rakımlara kıyasla daha yüksek kuru madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Yine tüm yetiştiricilik bölgelerinin kuru madde içeriği bakımından önemli derecede farklı olduğu görülmüştür. En yüksek kuru madde içeriği Trabzon, en düşük ise Rize iline ait kuru siyah çaylardan elde edilmiştir. Yüksek rakımda yetişen çayların kuru madde miktarının yüksek olmasına fotosentez ürünlerinin yapraklarda daha iyi birikmesi neden olarak gösterilebilir.

## **5.3. Toplam Kül**

Genel olarak ilk sürgün döneminde, toplam kül içeriğinin diğer sürgün dönemlerine kıyasla daha düşük olduğu, en yüksek kül içeriğinin ise son sürgünlerden elde edildiği görülmüştür. Nitekim bitkinin kül içeriğine kurumadde ve mineral elementler önemli katkı sunarlar. Çalışmamızda son sürgün dönemine ait çaylarda daha yüksek kuru madde saptanmıştır. Artvin ve Trabzon illerinde yüksek rakımlara ait kuru siyah çayların, 2 ve 3. sürgün dönemlerine ait kül içeriğinin benzer düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Rakımlar arasında ise kül içeriği bakımından farklılık tespit edilememiştir.



Yetiştiricilik bölgelerine bakıldığında, Artvin ve Rize illerinden elde edilen kurutulmuş siyah çayların kül içeriğinin benzer seviyede, fakat Trabzon iline kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir.

#### **5.4. Selüloz**

Selüloz içeriğinin kesimin gecikmesine bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. İlk sürgün döneminde en düşük seviyede olan selüloz, kademeli olarak artarak 3. sürgün döneminde en yüksek düzeye ulaşmıştır. Fakat 0-100 rakımda Kemalpaşa ve Ardeşen, 300-400 m rakımda ise Hayrat ilçelerine ait kuru siyah çayların son iki sürgün dönemleri arasında selüloz içeriği bakımından farklılık saptanmamıştır.

Rakım ve yetiştiricilik bölgelerine ait veriler değerlendirildiğinde, hem rakımlar hemde yetiştiricilik bölgeleri arasında kurutulmuş siyah çayın selüloz içeriği bakımından önemli bir farklılık saptanmamıştır.

#### **5.5. Kafein**

Kafein içeriği ilk sürgün dönemine ait kurutulmuş siyah çaylarda diğer dönemlere kıyasla genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Son sürgünlerden elde edilen kurutulmuş siyah çayların kafein içeriğinin ise en düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Özellikle Artvin ve Rize illerinde düşük rakıma ait çayların ilk iki sürgün döneminin selüloz içeriğinin benzer düzeyde olduğu görülmüştür. Yine Rize iline ait yüksek rakım (Ambarlık) da yetişen siyah çaylardan elde edilen siyah kuru çayların ilk iki sürgün dönemine ait kafein içeriğinde benzer düzeyde bulunmuştur.

Kuru siyah çayın kafein içeriği üzerine rakım önemli düzeyde etki etmiştir. Artvin hariç diğer illerde yüksek rakıma ait siyah çayların kafein içeriğinin düşük rakıma kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tüm yetiştiricilik bölgelerinin kafein içeriği bakımından birbirinden önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir. En yüksek kafein içeriği Trabzon, en düşük ise Artvin ilinde yetişen çaylardan elde edilen kuru siyah çaylardan elde edilmiştir. Kısacası kafein içeriğinin batıdan doğuya doğru azalış gösterdiği ifade edilebilir.

Kafein içeriğinin mevsimsel, genetik, agronomik ve kültürel faktörlerden etkilendiği ifade edilmiştir (Cloughley, 1982). En yüksek kafein seviyesinin, sürgün büyüme oranının en hızlı ve en yoğun olduğu hasat dönemine tekabül ettiği, sezon sonunda

üretilen çayların % 50 daha az kafein içerdiği bildirilmiştir (Cloughley, 1982). Benzer şekilde çalışmamızda genel olarak ilk sürgün döneminde daha yüksek kafein içeriği elde edilmiştir. Aynı zamanda Kenya’da Timbilil ve Kangaita yetiştiricilik bölgelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kafein içeriği üzerine yetiştiricilik bölgesinin önemli etkisinin olduğu Kangaita bölgesinde kafein içeriğinin % 1.06 ile % 5.39, Timbilil bölgesinde ise % 2.25 ile % 6.44 aralığında değiştiği bildirilmiştir (Mutuku ve ark., 2016).

Adnan ve ark., (2013) Pakistan ekolojik koşullarında yetişen kuru siyah çayların kafein içeriğinin % 2.34-% 4.33 aralığında değiştiğini rapor etmiştir. Çalışmamızdan elde edilen kafein içeriği araştırmacıların bildirmiş olduğu değerlerden daha düşük bulunmuştur.

## **5.6. Theaflavin**

Theaflavin, siyah kuru çayların parlaklık, lezzet ve rengine önemli katkı sunmaktadır (Biswas ve ark., 1973). Araştırmamızda theaflavin içeriği sürgün dönemine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Theaflavin içeriği ilk sürgün döneminde en yüksek seviyede iken, son sürgün döneminde daha düşük seviyeye gerilemiştir. Fakat tüm düşük rakımlı yetiştiricilik alanlarında (Kemalpaşa, Ardeşen ve Araklı) ve yalnızca yüksek rakımlı Hayrat’ta ilk iki sürgün dönemine ait kuru çay örneklerinin theaflavin içeriği benzer düzeyde bulunmuştur.

Jayasekera ve ark., (2011) theaflavin içeriği üzerine sürgün döneminin önemli etkisinin olduğunu rapor etmiştir. Benzer olarak çalışmamızda sürgün dönemleri arasında theaflavin içeriği bakımından farklılıklar saptanmıştır. Yine Amiri ve Asil, (2007) theaflavin içeriğinin, yaz ve sonbahar sürgünlerine kıyasla ilkbahar sürgünlerinde daha yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Rakıma bağlı olarak theaflavin içeriği değerlendirildiğinde, Artvin ve Rize yetiştiricilik bölgesine ait düşük rakımlara ait kuru çayların içeriklerinin, yüksek rakıma kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Fakat Trabzon ilinde rakıma bağlı olarak theaflavin içeriğinde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir.

Çalışmamızda yüksek rakımdaki çaylardan, düşük rakımdakilere kıyasla daha yüksek theaflavin elde edilmiştir. Nitekim Muthumani ve ark., (2013), yüksek rakımda yetiştirilen siyah kuru çayların, theaflavin içeriğinin, düşük rakımlara kıyasla önemli

derecede daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Yüksek rakımda yetiştirilen siyah çayların theaflavin içeriğinin yüksek olmasının nedeni olarak, yüksek rakımlarda theaflavin sentezi için daha uygun iklim şartlarının sağlanması gerekçe olarak gösterilebilir. Aynı zamanda Owour ve ark., (1990) yüksekliğin artışı ile çayın kalitesinin arttığını bildirmiştir. Araştırmacı bu durumu, yüksekliğin artışına bağlı olarak bitkinin gelişme oranının azalması ile açıklamıştır. Muthumani ve ark., (2013) daha yüksek theflavin içeriği için yüksek rakım ve soğuk nemli iklim koşullarının sağlanması gerektiğini vurgulamaktadır.

Theaflavin içeriğinin, yetiştiricilik bölgesine bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. Kafein içeriğinde olduğu gibi en yüksek theaflavin içeriği Trabzon, en düşük ise Artvin illerinden elde edilen kuru siyah çaylardan elde edilmiştir. Nitekim Owour ve ark., (1986) siyah çayın theaflavin içeriği üzerine üretim alanının coğrafik konumuna bağlı olarak büyük varyasyon gösterdiğini rapor etmiştir.

Karori ve ark., (2014) Kenya’da yürüttüğü çalışmasında kuru siyah çay örneklerinin theaflavin içeriğinin % 0.96-% 2.07 aralığında değiştiğini saptamıştır. Çalışmamızda ise theaflavin içeriği % 0.44 - % 0.62 aralığında değişmiştir. Kısacası ülkemizde üretilen çayların theaflavin içeriğinin Kenya’da ki çaylara kıyasla daha düşük olduğu ifade edilebilir.

### **5.7. Thearubigin**

Araştırmamızda, sürgün dönemleri arasında thearubigin içeriği bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek thearubigin (TR) içeriği son sürgün kesimine ait kuru siyah çaylardan elde edilirken, en düşük ise ilk sürgün kesimine ait kuru siyah çay örneklerinden elde edilmiştir.

Thearubiginler çayın rengine (% 35) önemli katkı sunan bileşiklerdir. Aynı zamanda bu bileşik çayın tat, renk tonu ve çayın sertliğine katkı sunmaktadır (Harbowy ve ark., 1997). Çalışmamızda en yüksek TR, son sürgün döneminde elde edilmişken, bulgularımızın aksine Amiri ve Asil, (2007) ilkbahar sürgünlerinde TR içeriğinin en yüksek, sonbaharda ise en düşük seviyeye indiğini rapor etmiştir. Sud ve Baru (2000) Hindistan’ın Pradesh bölgesinde yağmurlu dönemlerde yetişen çaylardan üretilen siyah kuru çayların TR içeriklerinin diğer dönemlere kıyasla daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir. TR içeriğinde ki azalışa, yağışla birlikte oluşan yüksek klorofil

içeriğinin katkı sağladığı ifade edilebilir. Nitekim ülkemiz çay üretim bölgelerine ilk sürgün döneminde daha çok yağış düşmektedir.

Thearubigin içeriği üzerine rakım ve yetiştiricilik bölgesinin etkisi önemli bulunmuştur. Artvin ve Rize illerinde düşük rakımlara ait kuru çaylardan, yüksek rakıma kıyasla daha yüksek thearubigin elde edilmiştir. Hâlbuki Trabzon ilinde tersi durum belirlenmiştir. İlave olarak en yüksek thearubigin Artvin, en düşük ise Trabzon ilinden elde edilen kuru siyah çaylardan elde edilmiştir.

Yang ve Liu, (2013) farklı yetiştiricilik bölgesi ve rakımın thearubigin içeriğini etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Owour ve Obanda, (1993) araştırmalarında düşük rakım ve yüksek sıcaklık koşullarında daha yüksek thearubigin elde etmişlerdir. Aynı zamanda araştırmacılar TR içeriğine tercih edilen çay çeşit ya da klonu, toprak koşulları ve işleme yönteminde etki edebileceğini ifade etmişlerdir. Yine Owour ve ark., (1986) siyah çayın renk, parlaklık ve duyuşal özellikleri üzerine etki eden TR içeriğinin üretim alanının coğrafik konumuna bağılı olarak büyük varyasyon gösterdiğini bildirmiştir. Malavi'de yetişen çaylardan elde edilen siyah kuru çayların, Kenya'dakilere kıyasla daha düşük TR içeriğine sahiptir. Bu farklılığa yetiştiricilik bölgesinin farklı olmasının dışında farklı sürgün gelişme oranı ve çevresel koşullardaki farklılıkta neden olabilmektedir (Owuor ve ark., 2008). Yine Muthumani ve ark., (2013) thearubigin sentezini çay bitkisinin yetiştirildiği çevrenin sıcaklık ve neminden ziyade, enzim ve substratın düzeyinin etki edebileceğini rapor etmiştir. Araştırmamızda TR içeriği % 9.50-11.25 aralığında bulunmuştur. Halbuki Karori ve ark., (2014) kurutulmuş siyah çayın thearubigin içeriğinin % 12.35-% 17.12 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız araştırmacıların bulgularından daha düşük bulunmuştur.

### **5.8. Theaflavin/Thearubigin**

TF/TR, kurutulmuş siyah çayın kalitesinde sürgün dönemine bağılı olarak meydana gelen değişimi ifade etmek için kullanılabilir. TFs, çayın kalitesine en önemli katkıyı sunan bileşiklerdir. TFs, çayın rengine ve parlaklığına özel katkı sunmaktadırlar. Kısacası TR/TF oranı çay likörünün sertliğinden sorumludur (Bokuchava ve ark., 1969). Polifenollerin yüksek oranı, çayın parlak kırmızı renk ve sertliğinin yanında iyi bir likör kalitesine sahip olmasını sağlar. Çalışmamızda ilk sürgünlerden elde

edilen kuru siyah ayların TF/TR oranının, diğer sürgün dönemlerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Son sürgünlerden elde edilen kuru siyah ayların TF/TR oranının ise en düşük olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Amiri ve Asil (2007) TF/TR oranının, ilkbahar sürgünlerinden elde edilen kuru siyah çaylarda daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Rakım ve yetiştiricilik bölgelerinin de TF/TR oranı üzerine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Artvin ilinde rakımlar arasında farklılık belirlenmezken, Rize ilinde yüksek, Trabzon ilinde ise düşük rakımda yetişen çaylardan elde edilen kurutulmuş siyah çaylardan daha yüksek TF/TR oranı elde edilmiştir. Yetiştiricilik bölgesi olarak en yüksek TF/TR oranı Trabzon, en düşük ise Rize ilinde yetişen çaylardan elde edilen kurutulmuş siyah çaylardan elde edilmiştir.

### **5.9. Polifenol**

Yüksek polifenol içeriği, çayın parlak kırmızı renk ve sertliğinin yanında iyi bir likör kalitesine sahip olmasını sağlar (Amiri ve Asil, 2007). Bu yüzden tüketilen çayların yüksek polifenol içeriğine sahip olması arzulanır. Çalışmamızda genel olarak ilk sürgünlerden diğer sürgün dönemlerine kıyasla daha yüksek polifenol elde edilmiştir. Nitekim Hilton ve Palmer-Jones, (1973) Orta Afrika'da yürüttüğü çalışmasında, çay kalitesinin sürgün gelişimi ile ters orantılı olduğunu vurgulamıştır. Aynı zamanda, aynı çalışmada bitkinin gelişme oranının etkisinin çayın polifenolik içeriği üzerine de benzer etkiyi gösterdiği grlmştir. Hızlı gelişen çayların polifenolik içerikleri daha dşktir. Ülkemizde ilk çay sürgün kesim dönemi mayıs ayında olduğu düşünüldüğünde ilk sürgün kesimi için çayın gelişme gösterdiği süre diğer sürgün dönemlerine kıyasla daha uzun olmaktadır. Bundan dolayı çalışmamızda ilk sürgünlerden daha yüksek polifenol elde edilmiş olabilir.

Polifenol içeriği üzerine çeşit-genotip, coğrafi yetiştiricilik bölgesi ve yetiştiricilik koşulları (toprak kompozisyonu ve nemi, hasat zamanı, hasat sonrası uygulamalar ve yaprağın fiziksel yapısı) etki edebilmektedir (Lin ve ark., 2003; Amiri ve Asil, 2007; Cheruiyot ve ark., 2008). Nitekim alışmamızda rakımın polifenol içeriği üzerine olan etkisi Rize ilinden elde edilen çay örneklerinde gözlemlenmezken, Artvin ve Trabzon illerinde saptanmıştır. Benzer şekilde tüm yetiştiricilik bölgelerinin polifenol içeriği bir birinden farklı bulunmuştur. En yüksek polifenol içeriği Rize, en

düşük ise Artvin ilinden elde edilen kurutulmuş siyah çaylardan elde edilmiştir. Çalışmamızda polifenol içeriği % 7.1 ile % 10.21 aralığında değişmiştir.

### **5.10. Toplam Flavonoid**

Sürgün dönemleri göz önüne alındığında, kuru siyah çayların toplam flavonoid içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Son sürgün döneminde kesilen siyah kurutulmuş çayların toplam flavonoid içeriğinin, ilk sürgün dönemine kıyasla önemli derecede daha yüksek olduğu görülmüştür.

Trabzon ilinde rakımın toplam flavonoid içeriği üzerine etkisi önemsizken, Rize ve Artvin illerinde yüksek rakımda yetişen kurutulmuş siyah çayların toplam flavonoid içeriği düşük rakımlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Yetiştiricilik bölgeleri göz önüne alındığında en yüksek toplam flavonoid içeriği Rize, en düşük ise Trabzon ilinde yetişen kurutulmuş siyah çay örneklerinden elde edilmiştir.

### **5.11. Antioksidan Aktivitesi**

Sürgün dönemi ve rakımın kurutulmuş siyah çayların antioksidan aktivitesi üzerine önemli etkisi saptanmamıştır. Fakat yetiştiricilik bölgesinin etkisi önemli bulunmuştur. Rize ilinde yetişen çaylardan elde edilen kurutulmuş siyah çayların, hem Artvin hem de Trabzon iline kıyasla daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu görülmüştür. Nitekim çayın antioksidan aktivitesinin sıcaklık, yağış ve güneşlenme süresi gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değiştiği rapor edilmektedir. (Owour ve ark., 2010; Carloni ve ark., 2013; Kaur ve ark., 2014). Bulgularımızın aksine Jayasekera ve ark., (2011), Sri Lanka'nın farklı bölgelerinde yetişen yeşil çay ve siyah çayın antioksidan aktivitesinin kesim dönemi ve rakıma bağlı olarak değişiklik gösterebileceğinin rapor etmiştir.

### **5.12. Duyusal Kalite (Tadım), Parlaklık ve Renk**

Antioksidan aktivitesinde olduğu gibi kurutulmuş siyah çayların duyusal kalitesi üzerinede yalnızca yetiştiricilik bölgesinin etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek tadım kalitesi Rize iline ait kuru çaylardan en düşük ise Artvin iline ait çaylardan elde edilmiştir.

Sürgün dönemine bağlı olarak parlaklık ve renk değişiklik göstermiştir. En yüksek parlaklık ilk sürgünlerden elde edilen kurutulmuş siyah çaylardan, en düşük ise son sürgüne ait örneklerden elde edilmiştir. Rakıma bağlı olarak değişim incelendiğinde, Trabzon hariç, Artvin ve Rize illerinde yüksek rakımlı yerlerde yetişen çaylardan elde edilen kurutulmuş siyah çayların daha yüksek parlaklığa sahip olduğu belirlenmiştir. Hâlbuki renk üzerine Artvin ilinde rakımın etkisi gözlemlenmezken, Rize ilinde yüksek, Trabzon ilinde ise düşük rakımda yetişen çaylardan elde edilen kurutulmuş siyah çayların daha iyi renk kalitesine sahip olduğu saptanmıştır.

Yine yetiştiricilik bölgeleri arasında da parlaklık bakımından fark saptanmıştır. En yüksek parlaklık ve renk Trabzon, en düşük ise Artvin ilinden elde edilen kurutulmuş siyah çaylarda belirlenmiştir.

Theaflavin, kurutulmuş siyah çayların parlaklık ve rengine önemli katkı sunmaktadır (Biswas ve ark., 1973). Nitekim çalışmamızda ilk sürgünlerden daha yüksek theaflavin elde edilirken, benzer şekilde parlaklık ve renk içeriğinde ilk sürgün kesiminde daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmamızda kurutulmuş siyah çayın renk ve parlaklığı üzerine yetiştiricilik bölgesinin etki ettiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Owour ve ark., (1986) kurutulmuş siyah çayın renk, parlaklık ve duyuşal özellikleri üzerine üretim alanının coğrafik konumuna bağlı olarak büyük varyasyon gösterebileceğini saptamıştır.

## 6. SONUÇ

Çay, ülkemizde tüketicilerin günlük vazgeçilmez içeceği. Tüketilen çayın kalitesi elbetteki tüketici tercihini etkilemektedir. Bu yüzden çay ticareti yapan kuruluşlar, yüksek kaliteye sahip çay alım bölgelerinden ihtiyaçlarını karşılamakta ve işlendikten sonra tüketiciye sunmaktadırlar. Nitekim yürütülen bu çalışma ile çay kalitesinin sürgün dönemi, yetiştiricilik yapılan yerin rakımı ve yetiştiricilik bölgesine bağlı olarak değişebileceği ortaya konmuştur.

Yürütülen bu çalışma sonucunda;

- Ekstrakt, kuru madde, toplam kül, selüloz, kafein, theaflavin, thearubigin, theaflavin/thearubigin oranı, polifenol, toplam flavonoid, parlaklık ve renk üzerine sürgün döneminin önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Ekstrakt, kafein, theaflavin, theaflavin/thearubigin oranı, polifenol, parlaklık ve renk bakımından ilk sürgünlerin daha yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Hâlbuki kuru madde, toplam kül, selüloz, thearubigin ve toplam flavonoid bakımından 3. sürgün dönemine ait kurutulmuş siyah çayların daha yüksek içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir.
- Rakım farklılığının ekstrakt, kuru madde, kafein, theaflavin, thearubigin, theaflavin/thearubigin oranı, polifenol, toplam flavonoid, duyu kalite (tadım), parlaklık ve renk üzerine önemli etkisi gözlemlenmiştir.
- Yüksek rakımlı bölgelerde ekstrakt, kafein, thearubigin, theaflavin/thearubigin oranı, parlaklık ve renk gibi parametrelere ait değerlerin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kuru madde ve toplam flavonoid içeriğinin düşük rakımlı yetiştiricilik bölgelerinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda, theaflavin, polifenol ve duyu kalite bakımından en yüksek değerlerin elde edildiği bazı yetiştiricilik bölgelerinde rakımlar arasında fark olmadığı gözlemlenmiştir.
- Yetiştiricilik bölgesi kurutulmuş siyah çayın kuru madde miktarı, toplam kül, kafein, theaflavin, thearubigin, theaflavin/thearubigin oranı, polifenol, toplam flavonoid, antioksidan aktivitesi, duyu kalite, parlaklık ve renk gibi kalite parametreleri üzerine önemli derecede etki ettiği belirlenmiştir.



- Trabzon ilinde yetişen kurutulmuş siyah çayların kuru madde miktarı, toplam kül, kafein, theaflavin, theaflavin/thearubigin oranı, parlaklık ve renk özellikleri bakımından diğer illere kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. İlave olarak polifenol, toplam flavonoid, antioksidan aktivitesi ve duyusal kalite bakımından Rize; thearubigin bakımından ise Artvin ilinden elde edilen kurutulmuş siyah çayların diğer illere kıyasla daha yüksek içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir.

## 7. KAYNAKLAR

- Adnan, M., Ahmad, A., Ahmed, A., Khalid, N., Hayat, I., Ahmed, I. 2013. Chemical composition and sensory evaluation of tea (*Camellia sinensis*) commercialized in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 45(3), 901-907.
- Alikılıç, D. 2016. Çay'ın Karadeniz Bölgesi için önemi ve tarihi seyri. *Karadeniz İncelemeleri Dergisi*, 11(21), 269-280.
- Amiri, M. E., Asil, M. H. 2007. Determination of optimum harvestable length of shoots in tea (*Camellia sinensis* L.) based on the current shoot growth, rather than interval plucking. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5(2), 122.
- Balentine, A. D. 1992. Manufacturing and chemistry of tea. *Phenolic Compounds in Food and Their Effects of Health I*, 103-117.
- Biswas, A. K., Sarkar, A. R., Biswas, A. K. 1973. Biological and chemical factors affecting the valuation of North East Indian plains teas. III. Statistical Evaluation of the Biochemical Constituents and their Effects on Colour, Brightness and Strength of Black Teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24(12), 1457-1477.
- Bhuyan, L. P., Hussain, A., Tamuly, P., Gogoi, R. C., Bordoloi, P. K., Hazarika, M. 2009. Chemical characterisation of CTC black tea of northeast India: correlation of quality parameters with tea tasters' evaluation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(9), 1498-1507.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199.
- Bokuchava, M. A., Skobeleva, N. I. 1969. The chemistry and biochemistry of tea and tea manufacture. In *Advances in food research* (Vol. 17, pp. 215-292). Academic Press. Bryce, T., Collier, P.D., Fowles, I., Thomas, P.E., Frost, D., Wilkins, C.K., 1970. The structures of the theaflavins of black tea. *Tetrahedron Letters*, 32, 2789-2792.
- Caffin, N., D'Arcy, B., Yao, L., Rintoul, G. 2004. Developing an index of quality for Australian tea, Rural Industries Research and Development Corporation.
- Cao, J., Zhao, Y., Li, Y., Deng, H. J., Yi, J., Liu, J. W. 2006. Fluoride levels in various black tea commodities: measurement and safety evaluation. *Food and Chemical Toxicology*, 44(7), 1131-1137.
- Carloni, 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.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Chong, K. L., Tan, J. B. L., Wong, S. K. 2010. Antioxidant properties of tropical and temperate herbal teas. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(2), 185-189.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Chew, Y. L. 2007. Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Food chemistry*, 102(4), 1214-1222.

- 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.
- Cheruiyot, E. K., Mumera, L. M., Ngetich, W. K., Hassanali, A., Wachira, F., Wanyoko, J. K. 2008. Shoot epicatechin and epigallocatechin contents respond to water stress in tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 72(5), 1219-1226.
- Cloughley, J. B. 1983. Factors influencing the caffeine content of black tea: Part 2—The effect of production variables. *Food Chemistry*, 10(1), 25-34.
- Cloughley, J. B., Grice, W. J., Ellis, R. T. 1983. Effects of harvesting policy and nitrogen application rates on the production of tea in Central Africa. I. Yield and crop distribution. *Experimental Agriculture*, 19(1), 33-46.
- Coxon, D. T., Holmes, A., Ollis, W. D., Vora, V. C. 1970. The constitution and configuration of the theaflavin pigments of black tea. *Tetrahedron letters*, 11(60), 5237-5240.
- Çelik, F. 2006. Çay (*Camellia sinensis*); içeriği, sağlık üzerindeki koruyucu etkisi ve önerilen tüketimi. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 26(6), 642-648.
- Das, M., Chaudhuri, T., Goswami, S. K., Murmu, N., Gomes, A., Mitra, S., Vedasiromoni, J. R. 2002. Studies with black tea and its constituents on leukemic cells and cell lines. *Journal of experimental clinical cancer research: CR*, 21(4), 563-568.
- Davies, A. G. 1983. Theaflavins-objective indicators of quality. *Tea and Coffee Trade Journal*, 155, 34.
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Web erişim: Ekim, 2016).
- Forrest, G. I., Bendall, D. S. 1969. The distribution of polyphenols in the tea plant (*Camellia sinensis* L.). *Biochemical Journal*, 113(5), 741-755.
- Goswami, M. R. Barbora, B.C. 1994. Chemical factors influencing seasonal quality of clonal teas. *Proceedings of the Chemical Society*, 612, 12-16.
- Hamid, F. S., Ahmad, T., Waheed, A., Ahmad, N., Aslam, S. 2014. Effect of different levels of nitrogen on the chemical composition of tea (*C. sinensis* L) grown at higher altitude. *J. Mater. Environ. Sci*, 5(1), 37-80.
- Harbowy, M. E., Balentine, D. A., Davies, A. P., Cai, Y. (1997). Tea chemistry. *Critical reviews in plant sciences*, 16(5), 415-480.
- Haslam, E. 1989. Chemistry and pharmacology of natural products. *Plant Polyphenols Vegetable Tannins*. Snell, F. D., Hilton, C. L., Ettore, L. S. (1966). *Encyclopedia of industrial chemical analysis*. New York: Interscience Publishers, 1966-74.

- Hilton, P. J., Palmer-Jones, R. 1973. Relationship between the flavanol composition of fresh tea shoots and the theaflavin content of manufactured tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24(7), 813-818.
- Hodgson, J. M., Proudfoot, J. M., Croft, K. D., Puddey, I. B., Mori, T. A., Beilin, L. J. 1999. Comparison of the effects of black and green tea on in vitro lipoprotein oxidation in human serum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(4), 561-566.
- 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.
- Jayasekera, S., Molan, A. L., Garg, M., Moughan, P. J. 2011. Variation in antioxidant potential and total polyphenol content of fresh and fully-fermented Sri Lankan tea. *Food chemistry*, 125(2), 536-541.
- Kacar, B. 1987. Çayın biyokimyası ve işleme teknolojisi. Çay-Kur publication, Rize.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Ankara.
- Kacar, B. 2010. Çay-Çay Bitkisi, Biyokimyası, Gübrelenmesi, İşleme Teknolojisi. S. 355. Nobel Yayın No: 1549. Fen Bilimleri, 107.
- Kamunya, S. M., Wachira, F. N., Pathak, R. S., Muoki, R. C., Wanyoko, J. K., Ronno, W. K., Sharma, R. K. 2009. Quantitative genetic parameters in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze): I. combining abilities for yield, drought tolerance and quality traits. *African Journal of Plant Science*, 3(5), 093-101.
- Karadeniz, E. 1979. Türkiye'ye çay hangi tarihte nasıl girdi? *Tarih ve Edebiyat Mecmuası*, S: 8, Ağustos 1979, s. 63-65.
- Karadeniz, B. 2011. Sürgün dönemine, rakıma ve çay sınıfına bağlı olarak siyah çayın aroma bileşenlerinin belirlenmesi ve pervaporasyon işlemi ile ayrılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Karori, S. M., Wachira, F. N., Ngure, R. M., Mireji, P. O. 2014. Polyphenolic composition and antioxidant activity of Kenyan tea cultivars. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3(4), 105-116.
- Kaur, L., Jayasekera, S., Moughan, P. J. 2014. Antioxidant quality of tea (*Camellia sinensis*) as affected by environmental factors. In *Processing and impact on antioxidants in beverages*(pp. 121-129).
- Kazdal, N. 2017. Çayda (*Camellia sinensis* L.) Önemli Kalite Özelliklerinin Güneşlenme Durumuna ve Sürgün Dönemlerine Göre Değişimi (Master tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kerio, L. C., Wachira, F. N., Wanyoko, J. K., Rotich, M. K. 2013. Total polyphenols, catechin profiles and antioxidant activity of tea products from purple leaf coloured tea cultivars. *Food chemistry*, 136 (3-4), 1405-1413.

- Ku, K. M., Choi, J. N., Kim, J., Kim, J. K., Yoo, L. G., Lee, S. J., ... Lee, C. H. (2009). Metabolomics analysis reveals the compositional differences of shade grown tea (*Camellia sinensis* L.). *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 58(1), 418-426.
- Kuzucu, K. 2010. Çayı Yetiştirmek İçin Önce Ekmedik Yer Bırakmadık ve Nihayet Rize’de Karar Kıldık” *Haber Türk Tarih*, İstanbul, S: 25, s.12.
- Lee, J. E., Lee, B. J., Chung, J. O., Hwang, J. A., Lee, S. J., Lee, C. H., Hong, Y. S. 2010. Geographical and climatic dependencies of green tea (*Camellia sinensis*) metabolites: a <sup>1</sup>H NMR-based metabolomics study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19), 10582-10589.
- Lin, Y. S., Tsai, Y. J., Tsay, J. S., Lin, J. K. 2003. Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(7), 1864-1873.
- Malec, L. S. 1988. Seasonal variations in theaflavin, thearubigin and caffeine contents of argentinian black teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 45(2), 185-190.
- Modder, W. W. D., Amarakoon, A. M. T. 2002. *Tea and Health*. The Tea Research Institute, Sri Lanka.
- Mohotti, A. J., Lawlor, D. W. 2002. Diurnal variation of photosynthesis and photoinhibition in tea: effects of irradiance and nitrogen supply during growth in the field. *Journal of Experimental Botany*, 53(367), 313-322.
- Murat, E. 2017. Çayda Farklı Tarihlerde Çırpmanın Hasat Tarihi, Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi (Master's thesis, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Muthumani, T., Verma, D. P., Venkatesan, S., Senthil Kuman, R. S. 2013. Influence of climatic seasons on quality of south Indian black teas. *J Nat Prod Plant Resour*, 3(1), 30-39.
- Mutuku, A., Wanyoko, J., Wachira, F., Kamunya, S., Chalo, R., Kimutai, S., ... Karori, S. 2016. Influence of Geographical Regions on Catechin and Caffeine Levels in Tea (*Camellia sinensis*). *American Journal of Plant Sciences*, 7(03), 562.
- Müezzinoğlu, N. 2011. Yeşil çayın fenolik ve mineral madde içerikleri üzerine üretim yöntemi, hasat dönemi ve demleme süresinin etkisi. *Y.Lisans Tezi*,
- Nakagawa, M., & Torii, H. 1964. Studies on the Flavanols in Tea: Part II. Variation in the Flavanolic Constituents during the Development of Tea Leaves. *Agricultural and Biological Chemistry*, 28(8), 497-504.
- Nas, S., Gökalp, H. Y., Öksüz, M. 1991. Değişik Yörelere Üretilen Farklı Sürgün Dönemi Yaş Çay ve Bu Çayların Farklı Fabrikasyonu Sonucu Elde Edilen Siyah Çayın Total Kül, Suda Çözünen ve Çözünmeyen Kül İçerikleri. *Gıda/The Journal of Food*, 16(4).
- Ngetich, W. K., Stephens, W., Othieno, C. O. 2001. Responses of tea to environment in Kenya. 3. Yield and yield distribution. *Experimental Agriculture*, 37(3), 361-372.

- Obanda, M., Owuor, P. O., Taylor, S. J. 1997. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74(2), 209-215.
- Obanda, M., Owuor, P. O., Mang'oka, R., Kavoi, M. M. 2004. Changes in thearubigin fractions and theaflavin levels due to variations in processing conditions and their influence on black tea liquor brightness and total colour. *Food Chemistry*, 85(2), 163-173.
- Owuor, P. O., Reeves, S. G., Wanyoko, J. K. 1986. Correlation of theaflavins content and valuations of Kenyan black teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37(5), 507-513.
- Owuor, P. O., Langat, J. K. A. 1988. Changes in chemical composition of black tea due to pruning. *Tropical Science (UK)*.
- Owuor, P. O., Obaga, S. O., Othieno, C. O. 1990. The effects of altitude on the chemical composition of black tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 50(1), 9-17.
- Owuor, P. O., Obanda, M. 1993. Fermentation temperature and duration effects on black tea quality. *Tea-Tea Board of Kenya (Kenya)*.
- Owuor, P. O., Orchard, J. E., McDowell, I. J. 1994. Changes in the quality parameters of clonal black tea due to fermentation time. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64(3), 319-326.
- Owuor, P. O., Obanda, M. 1995. Clonal variation in the individual theaflavin levels and their impact on astringency and sensory evaluations. *Food Chemistry*, 54(3), 273-277.
- Owuor, P. O., Obanda, M. 2007. The use of green tea (*Camellia sinensis*) leaf flavan-3-ol composition in predicting plain black tea quality potential. *Food Chemistry*, 100(3), 873-884.
- Owuor, P. O., Obanda, M., Nyirenda, H. E., Mphangwe, N. I., Wright, L. P., Apostolides, Z. 2006. The relationship between some chemical parameters and sensory evaluations for plain black tea (*Camellia sinensis*) produced in Kenya and comparison with similar teas from Malawi and South Africa. *Food chemistry*, 97(4), 644-653.
- Owuor, P. O., Obanda, M., Nyirenda, H. E., Mandala, W. L. 2008. Influence of region of production on clonal black tea chemical characteristics. *Food Chemistry*, 108(1), 263-271.
- Owuor, P. O., Wachira, F. N., Ngetich, W. K. 2010. Influence of region of production on relative clonal plain tea quality parameters in Kenya. *Food chemistry*, 119(3), 1168-1174.
- Öksüz, M. Ülkemizde seleksiyonla bulunan beş çeşit klon çayın bazı özellikleri ile bunlardan orthodox ve rotorvane yöntemle elde edilen mamul çayların kalite karakterlerinin tesbiti. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1-4).
- Özdemir, F. 1992. Farklı kıvrırma metotlarının üç sürgün dönemi çayın siyah çaya işlenmesinde uygulanma etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı fiziksel,

- kimyasal ve duyuşal özellikleri,(Doktora tezi), Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özdemir, F., Gökalp, H. Y., Nas, S. 1993. Effects of shooting period, times within shooting periods and processing systems on the extract, caffeine and crude fiber contents of black tea. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 197(4), 358-362.
- Özdemir, F., Nas, S., Gökalp, H.Y. 1993. Siyah çay imalatında farklı kıvrırma metotlarının üç sürgün dönemi çayın işlenmesi üzerindeki etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı karakteristik özellikleri. *Standart, Ekonomik ve Teknik Dergi*, 376, 46-50.
- Ozdemir, F., Karkacier, M. 1997. Bazı siyah ve yeşil çayların kimyasal bileşimi ve ekstraksiyon verimi. *Ekonomik ve Teknik Dergi Standard* 36:86.
- 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 & Forestry*, 42(5).
- Özdemir, F., Şahin, H., Akdoğan, A., Dinçer, C., Topuz, A. 2008. Türk Siyah Çayının Fenolik Madde Kompozisyonu Üzerine Rakım, Sürgün Dönemi ve Çay Sınıfının Etkisi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum
- Rice-evans, C. A., Miller, N. J., Bolwell, P. G., Bramley, P. M., Pridham, J. B. 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free radical research*, 22(4), 375-383.
- Roberts, E. A. H. 1962. Economic importance of flavonoid substances: tea fermentation. *The chemistry of flavonoid compounds*, 468-512.
- Roberts, E. A. H. 1963. The phenolic substances of manufactured tea. X.—The creaming down of tea liquors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 14(10), 700-705.
- Robertson, A. 1992. The chemistry and biochemistry of black tea production—the non-volatiles. In *Tea* (pp. 555-601). Springer, Dordrecht.
- Roginsky, V., Barsukova, T., Hsu, C. F., Kilmartin, P. A. 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.
- Sanderson, G. W., Berkowitz, J. E., Co, H., Graham, H. N. 1972. Biochemistry of tea fermentation: products of the oxidation of tea flavanols in a model tea fermentation system. *Journal of Food Science*, 37(3), 399-404.
- Soni, R. P., Katoch, M., Kumar, A., Ladohiya, R., Verma, P. 2015. Tea: Production, composition, consumption and its potential an antioxidant and antimicrobial agent. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 5(2), 95.
- Soni, U., Brar, S., Gauttam, V. K. 2015. Effect of seasonal variation on secondary metabolites of medicinal plants. *Int J Pharm Sci Res*, 6, 3654-3662.

- Sud, R. G., Baru, A. 2000. Seasonal variations in theaflavins, thearubigins, total colour and brightness of Kangra orthodox tea (*Camellia sinensis* (L.) O Kuntze) in Himachal Pradesh. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(9), 1291-1299.
- Thanaraj, S. S., Seshadri, R. 1990. Influence of polyphenol oxidase activity and polyphenol content of tea shoot on quality of black tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 51(1), 57-69.
- Turkmen, N., Velioglu, Y. S. 2007. Determination of alkaloids and phenolic compounds in black tea processed by two different methods in different plucking seasons. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(7), 1408-1416.
- Üstün, Ç., Demirci, n. 2013. Çay bitkisinin (*camellia sinensis* l.) tarihsel gelişimi ve tıbbi açıdan değerlendirilmesi. *Bildiriler Kitabı*, 175.
- Venditti, E., Bacchetti, T., Tiano, L., Carloni, P., Greci, L., Damiani, E. 2010. Hot vs. cold water steeping of different teas: do they affect antioxidant activity?. *Food Chemistry*, 119(4), 1597-1604.
- Wachira, F., Ng'etich, W., Omolo, J., Mamati, G. 2002. Genotype× environment interactions for tea yields. *Euphytica*, 127(2), 289-297.
- Wang, H. F., Tsai, Y. S., Lin, M. L., Ou, A. S. M. 2006. Effect of Different Variety, Production Area and Season on the Major Chemical Constituents in Taiwan GABA Tea. *Taiwanese Journal of Agricultural Chemistry and Food Science*, 44(2), 90-107.
- Wang, K., Liu, F., Liu, Z., Huang, J., Xu, Z., Li, Y., ... Yang, X. 2011. Comparison of catechins and volatile compounds among different types of tea using high performance liquid chromatograph and gas chromatograph mass spectrometer. *International journal of food science & technology*, 46(7), 1406-1412.
- Wang, Y., Gao, L., Shan, Y., Liu, Y., Tian, Y., Xia, T. 2012. Influence of shade on flavonoid biosynthesis in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *Scientia horticulturae*, 141, 7-16.
- Wickremasinghe, R. L. 1978. *Monographs on Tea Production in Sri Lanka* No. 7.
- Wiseman, S. A., Balentine, D. A., Frei, B. 1997. Antioxidants in tea. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 37(8), 705-718.
- Yang, J., Liu, R. H. 2013. The phenolic profiles and antioxidant activity in different types of tea. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(1), 163-171.
- Yao, L., Liu, X., Jiang, Y., Caffin, N., D'Arcy, B., Singanusong, R., ... Xu, Y. 2006. Compositional analysis of teas from Australian supermarkets. *Food Chemistry*, 94(1), 115-122.
- Yokozawa, T., Dong, E., Nakagawa, T., Kashiwagi, H., Nakagawa, H., Takeuchi, S., Chung, H. Y. 1998. In vitro and in vivo studies on the radical-scavenging activity of tea. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(6), 2143-2150.



- Yoshino, K., Hara, Y., Sano, M., Tomita, I. 1994. Antioxidative effects of black tea theaflavins and thearubigin on lipid peroxidation of rat liver homogenates induced by tert-butyl hydroperoxide. *Biological and pharmaceutical bulletin*, 17(1), 146-149.
- Zhang, W. J., Liang, Y. R., Zhang, F. Z., Chen, C. S., Zhang, Y. G., Chen, R. B., Weng, B. Q. 2004. Effects on the yield and quality of oolong tea by covering with shading net. *Journal of Tea Science*, 24(4), 276-282.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559.
- 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.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı : Selvinaz ALBAYRAK

Medeni Hali : Evli

Telefon : 0532 598 73 28

E-mail : erc53@hotmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	
Lisans	Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü	1998
Lise	Çayeli Lisesi	1991

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1998-	Çaykur Sabuncular Çay Fabrikası/ Çayeli	Ziraat Mühendisi