



**TÜRKİYE'DE FARKLI YÖRELERDE YETİŞTİRİLEN
YAŞ ÇAY YAPRAKLARINDAN YEŞİL ÇAY ÜRETİMİ VE
KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

PINAR OFLUOĞLU



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKES
BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'DE FARKLI YÖRELERDE YETİŞTİRİLEN
YAŞ ÇAY YAPRAKLARINDAN YEŞİL ÇAY ÜRETİMİ VE
KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

PINAR OFLUOĞLU
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN
PROF.DR. OSMAN KOLA


ADANA 2019

**TÜRKİYE'DE FARKLI YÖRELERDE YETİŞTİRİLEN
YAŞ ÇAY YAPRAKLARINDAN YEŞİL ÇAY ÜRETİMİ VE
KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**


**Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Pınar OFLUOĞLU tarafından tamamlanan
Yüksek Lisans Tezi onaylanmıştır.**


Doç. Dr. Gözde Baydemir PEŞİNT
Enstitü Müdürü


Prof. Dr. Haşim KELEBEK
Anabilim Dalı Başkanı


Prof. Dr. Osman KOLA
Danışman

Tez Jürisi


Prof. Dr. Osman KOLA
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi


Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU
Harran Üniversitesi



Doç. Dr. Cemal KAYA
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi

24/06/2019



Bu tezde yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm bilgiler için atıf verdiğimi ve kaynak gösterdiğimi beyan ederim.



Pınar OFLUOĞLU

ÖZET

TÜRKİYE'DE FARKLI YÖRELERDE YETİŞTİRİLEN YAŞ ÇAY YAPRAKLARINDAN YEŞİL ÇAY ÜRETİMİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Pınar OFLUOĞLU

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman KOLA

Haziran 2019, 123 sayfa

Bu çalışmada, 2017 yılı çay sezonu 2. sürgün döneminde (Temmuz-Ağustos) ÇAYKUR'a ait Cumhuriyet, Tirebolu, Hemşin Organik ve Sabuncular Organik çay fabrikalarından temin edilen yaş çay yapraklarından üretilen yeşil çayların kalite parametreleri (su ekstraktı, toplam polifenol, kafein, kateşin, mineral madde vb.) araştırılmıştır. Böylelikle, yeşil çay üretiminde farklı bölgelerden temin edilen yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlemeye uygunlukları ve üretim aşamalarında çayın bileşiminde meydana gelen değişimler tespit edilmiştir. Çay çeşitleri arasında Tirebolu yöresinden temin edilen yaş çay yapraklarından üretilen yeşil çayın kalite parametrelerinin diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek olduğu ve Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'ndeki yeşil çaya ait fiziksel ve kimyasal özelliklere uygun olduğu belirlenmiştir. Tirebolu yöresine ait yaş çay yapraklarından üretilen kuru yeşil çayın su ekstraktının %37.68, toplam polifenol içeriğinin %16.93, kafein değerinin %2.59, toplam kateşin değerinin %16.26 ve EGCG'da %9.41 olduğu belirlenmiştir. Duyusal kriterler açısından değerlendirildiğinde de en yüksek puanları Tirebolu yöresinden temin edilen yaş çay yapraklarından üretilen yeşil çayların aldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: yeşil çay, kalite, proses, polifenol, kateşin, çeşit

ABSTRACT

DETERMINATION OF QUALITY CHARACTERISTICS AND GREEN TEA PRODUCTION FROM TEA LEAVES GROWN IN DIFFERENT REGION IN TURKEY

Pınar OFLUOĞLU

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman Kola

June 2019, 123 pages

The quality characteristics (water extraction yield, amounts of total polyphenols, caffeine, catechin, minerals, etc.) of green teas produced from leaves collected from Çaykur Tea Plants; Cumhuriyet, Tirebolu, Hemşin Organik and Sabuncular Organik at the Second Sprout Period (July - August) in 2017-Tea Season were determined in this study. The suitability of leaves collected from different locations for the production of green tea as well as the changes during processing were therefore evaluated. Green tea produced from the leaves obtained from Tirebolu exhibited higher amounts of water extraction yield, total polyphenols, caffeine, catechin, minerals and etc. when compared to leaves collected from other locations. It conformed to chemical and physical characteristics stated in The Notification for Green Tea in Turkish Food Codex. The water extraction yield, total polyphenol, caffeine, total catechin and epigallocatechin gallate (EGCG) content of dry green tea produced from wet leaves collected from Tirebolu were found to be 37.68, 16.93, 2.59, 16.26 and 9.41 %, respectively. When sensory characteristics were evaluated, green tea samples produced using leaves from Tirebolu also had the highest scores.

Keywords: green tea, quality, process, polyphenol, catechin, variety

*Tez çalışmamı Türkiye Cumhuriyeti'nin kurucusu Ulu Önder Gazi Mustafa Kemal Atatürk'e
ithaf ediyorum...*

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Osman KOLA'ya teşvik edici ve yönlendirici yaklaşımından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın yürütülmesi için idari ve teknik anlamda her türlü desteği veren Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın İ. Ali KABAOĞLU'na, teknik olarak bilgi ve birikimlerini esirgemeyen Teknoloji Kısım Müdürü Sayın Şaziye ILGAZ'a, Yetiştiricilik ve Islah Kısım Müdürü Sayın Ayhan HAZNEDAR'a, Biyokimya Kısım Müdürü Sayın Zuhal KALCIOĞLU'na, tez süresince desteklerini gördüğüm çok değerli mesai arkadaşlarım Gıda Yüksek Mühendisi Nihat MÜEZZİNOĞLU'na ve Gıda Yüksek Mühendisi Atilla POLAT'a, çalışmalarım esnasında manevi destekleri hep yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

PINAR OFLUOĞLU

Haziran 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Çay Bitkisi ve Çayın Tarihsel Gelişimi	5
2.2. Çayın Kimyasal Bileşimi ve Çay Çeşitlerinin Sağlık Üzerine Etkileri	7
2.3. Çay Çeşitleri ve Üretim Yöntemleri	13
2.3.1. Siyah Çay	13
2.3.2. Oolong Çay	15
2.3.3. Beyaz Çay	16
2.3.4. Yeşil Çay	17
2.3.4.1. Yeşil Çay Üretim Yöntemleri	19
2.3.4.1.1. Japon Usulü Yeşil Çay Üretim Yöntemi.....	19
2.3.4.1.2. Çin Usulü Yeşil Çay Üretim Yöntemi	20
2.3.4.2. Yeşil Çayın Genel Özellikleri ve Bileşimi.....	22
3. MATERYAL VE METOT	29
3.1. Materyal.....	29
3.2. Metot.....	30
3.2.1. Çay Yapraklarının Yeşil Çaya İşlenmesi	30
3.2.1.1. Şoklama.....	30
3.2.1.2. Soğutma	30
3.2.1.3. Kıvırma	33
3.2.1.4. Kurutma	34
3.2.2. Örneklerin Analize Hazırlanması.....	35
3.2.3. Analiz Metotları	35

3.2.3.1.	Rutubet Tayini	35
3.2.3.2.	Su Ekstraktı Tayini	35
3.2.3.3.	Toplam Polifenol Tayini	36
3.2.3.4.	Ham Selüloz Tayini	36
3.2.3.5.	Toplam Kül Tayini.....	37
3.2.3.6.	Suda Çözünen Kül Tayini.....	37
3.2.3.7.	Suda Çözünen Külde Alkalilik Tayini	38
3.2.3.8.	Asitte Çözünmeyen Kül Tayini	38
3.2.3.9.	Kateşin (Gallik Asit, EGC, C, EGCG, EC, ECG) ve Kafein Tayini	38
3.2.3.10.	Mineral Madde Tayini	39
3.2.3.11.	Duyusal Analiz.....	39
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	42
4.1.	Rutubet.....	45
4.2.	Su Ekstraktı.....	47
4.3.	Toplam Polifenol	50
4.4.	Selüloz	53
4.5.	Toplam Kül.....	55
4.6.	Suda Çözünen Kül.....	56
4.7.	Suda Çözünen Külde Alkalilik.....	58
4.8.	Asitte Çözünmeyen Kül.....	59
4.9.	Kafein	60
4.10.	Kateşin	63
4.10.2.	Epigallokateşin (EGC).....	67
4.10.1.	Epigallokateşin gallat (EGCG)	69
4.10.3.	Epikateşin gallat (ECG)	71
4.10.4.	Epikateşin (EC).....	73
4.11.	Mineral Madde.....	92
4.11.1.	Bakır (Cu)	94
4.11.2.	Demir (Fe).....	96
4.11.3.	Çinko (Zn).....	98
4.11.4.	Potasyum (K)	100
4.11.5.	Magnezyum (Mg)	101
4.11.6.	Mangan (Mn)	103

4.11.7. Sodyum (Na).....	104
4.11.8. Kalsiyum (Ca).....	106
4.11.9. Fosfor (P)	107
4.12. Duyusal Analiz.....	108
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	111
KAYNAKLAR.....	114
ÖZGEÇMİŞ.....	123



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Siyah çay üretim prosesi	14
Şekil 2.2. Oolong çay üretim prosesi	15
Şekil 2.3. Beyaz çay üretim prosesi	16
Şekil 2.4. Yeşil çay üretim prosesi	18
Şekil 2.5. Japon usulü yeşil çay üretiminde buhar verme	19
Şekil 2.6. Çin usulü yeşil çay üretiminde pan-firing işlemi	21
Şekil 3.1. Yaş çay yapraklarının şoklama ünitesine beslenmesi ve şoklanması	31
Şekil 3.2. Yaş çay yapraklarının soğutulması ve soğutma ünitesinden alınması	32
Şekil 3.3. Çay yapraklarının kıvrırma ünitesinde kıvrılması.....	33
Şekil 3.4. Çay yapraklarının döner kurutucuda kurutma işlemi	34
Şekil 4.1. Rutubet değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	46
Şekil 4.2. Su ekstraktı değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	48
Şekil 4.3. Toplam polifenol değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	51
Şekil 4.4. Selüloz değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	54
Şekil 4.5. Toplam kül değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	56
Şekil 4.6. Suda çözünen kül değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	57
Şekil 4.7. Suda çözünen külde alkalilik değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	58
Şekil 4.8. Asitte çözünmeyen kül değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	60
Şekil 4.9. Kafein değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	61
Şekil 4.10. Kateşin	64
Şekil 4.11. Epikateşin	64
Şekil 4.12. Epigallokateşin	64
Şekil 4.13. Epigallokateşin	65
Şekil 4.14. Epikateşin galat	65
Şekil 4.15. EGC değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	68
Şekil 4.16. EGCG değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	70
Şekil 4.17. ECG değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	72
Şekil 4.18. EC değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	74
Şekil 4.19. C değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	76
Şekil 4.20. Gallik asit değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	78

Şekil 4.21. Gallik asit, kafein ve kateşin bileşiklerinin standartlarına ait kromatogram	79
Şekil 4.22. Cumhuriyet çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	80
Şekil 4.23. Cumhuriyet çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının şoklanma sonrasına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	81
Şekil 4.24. Cumhuriyet çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlenmesiyle elde edilen kuru çaya ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	82
Şekil 4.25. Tirebolu çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	83
Şekil 4.26. Tirebolu çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının şoklanma sonrasına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	84
Şekil 4.27. Tirebolu çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlenmesiyle elde edilen kuru çaya ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	85
Şekil 4.28. Hemşin organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	86
Şekil 4.29. Hemşin organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının şoklanma sonrasına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	87
Şekil 4.30. Hemşin organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlenmesiyle elde edilen kuru çaya ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	88
Şekil 4.31. Sabuncular organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	89
Şekil 4.32. Sabuncular organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının şoklanma sonrasına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı	90
Şekil 4.33. Sabuncular organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlenmesiyle elde edilen kuru çaya ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı.....	91
Şekil 4.34. Cu değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	94
Şekil 4.35. Fe değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	97
Şekil 4.36. Zn değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	99
Şekil 4.37. K değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	101
Şekil 4.38. Mg değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	102
Şekil 4.39. Mn değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	104

Şekil 4.40. Na değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	105
Şekil 4.41. Ca değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	107
Şekil 4.42. P değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi	108
Şekil 4.43. Üretilen yeşil çayların duyuşal değerlendirme sonuçları	110



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Dünya çay tarım alanları	1
Tablo 1.2. Dünya kuru çay üretimi	2
Tablo 1.3. Dünya kişi başı çay tüketimi	3
Tablo 1.4. 2015 yılı Türkiye çay üretim değerleri	3
Tablo 2.1. Taze çay sürgününün kimyasal kompozisyonu	8
Tablo 3.1. Çay analizlerinde kullanılan makine-teçhizatlar ve başlıca özellikleri	30
Tablo 3.2. Duyusal Değerlendirme Formu	40
Tablo 4.1. Farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylara ve üretim aşamalarına ait kalite parametreleri	43
Tablo 4.2. Farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylara ve üretim aşamalarına ait Kafein ve Kateşin içerikleri	44
Tablo.4.3. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama rutubet değerleri	45
Tablo.4.4. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama su ekstrakt değerleri	47
Tablo.4.5. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama toplam polifenol değerleri	50
Tablo.4.6. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama selüloz değerleri	53
Tablo.4.7. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama toplam kül değerleri	55
Tablo.4.8. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama suda çözünen kül değerleri	57
Tablo.4.9. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama suda çözünen külde alkalilik değerleri	58
Tablo.4.10. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama asitte çözünmeyen kül değerleri	59
Tablo.4.11. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama kafein değerleri	60

Tablo.4.12. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama EGC değerleri	67
Tablo.4.13. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama EGCG değerleri	69
Tablo.4.14. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama ECG değerleri	71
Tablo.4.15. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre Ortalama EC değerleri.....	73
Tablo.4.16. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama C değerleri	75
Tablo.4.17. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre Ortalama Gallik asit değerleri	77
Tablo 4.18. Farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylara ve üretim aşamalarına ait mineral madde içerikleri	93
Tablo 4.19. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Cu değerleri	94
Tablo 4.20. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Fe değerleri	96
Tablo 4.21. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Zn değerleri	99
Tablo 4.22 Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama K değerleri	100
Tablo 4.23. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Mg değerleri	102
Tablo 4.24. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Mn değerleri	103
Tablo 4.25. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Na değerleri	105
Tablo 4.26. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Ca değerleri	106
Tablo 4.27. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama P değerleri	107
Tablo 4.28. Üretilen yeşil çayların duyuşal değerlendirme sonuçları	109

KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
C	: Kateşin
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
CTC	: Cutting-Tearing-Curling
ÇAYKUR	: Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü
EC	: Epikateşin
ECG	: Epikateşin gallat
EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
EGC	: Epigallokateşin
EGCG	: Epigallokateşin gallat
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Birleşik Devletler Gıda ve Tarım Örgütü)
Fe	: Demir
g	: Gram
GA	: Gallik asit
GC	: Gaz kromatografisi
HPLC	: High Pressure Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
K	: Potasyum
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
mL	: Mililitre
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
P	: Fosfor
pH	: Potansiyel hidrojen
ppm	: part per million (milyonda kısım)
TF	: Theaflavin
TR	: Thearubigin

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
Zn : Çinko



1. GİRİŞ

Dünyada sudan sonra yaygın olarak tüketilen ikinci içecek olan çay; *Theaceae* familyasının *Camellia* cinsine (*Camellia sinensis*, (L) O. Kuntze) ait her mevsim yeşil kalabilen çok yıllık bir bitkidir. Nemli iklimlerde yetişen, yaprak ve tomurcukları içecek maddesi üretmek amacıyla kullanılan bir tarım bitkisi olan *Camellia sinensis*'in *Camellia sinensis* varyete *sinensis* (Çin çayı) ve *Camellia Sinensis* varyete *assamica* (Assam çayı) olmak üzere iki varyetesi bulunmaktadır (De Mejia, Ramez-Mares ve Puangpraphant, 2009).

Çay bitkisinin içecek olarak ilk keşfedilmesi ise M.Ö. 2737 yılında Çin İmparatoru Shennong tarafından içmekte olduğu kaynatılmış suya tesadüfen rüzgârın getirdiği çay yapraklarının düşmesi sonucunda bulunmuştur (Shawon, 2012).

FAO 2016 istatistiklerine göre, Dünya'da çay tarım alanları 3.638 bin hektara ulaşmışken kuru çay üretimi 5.952 bin ton olarak belirtilmiştir. Tablo 1.1'de görüldüğü gibi 1.869 bin hektarlık alanla Çin çay tarım alanlarına sahip ülkeler arasında 1. sıradadır. Yine aynı istatistiki rakamlar doğrultusunda Tablo 1.2 incelendiğinde Çin'in 2.415 bin tonla Dünyada kuru çay üretiminde de lider ülke olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla Hindistan, Kenya ve Sri Lanka takip etmektedir (Anonim, 2017).

Tablo 1.1. Dünya Çay Tarım Alanları (FAO, 2016)

ÜLKELER	ÇAYLIK ALAN (Bin Hektar)
Çin	1869
Hindistan	586
Sri Lanka	224
Kenya	197
Endonezya	120
Vietnam	116
Türkiye	76
Diğer Ülkeler Toplamı	450
Genel Toplam	3638

Tablo 1.2. Dünya Kuru Çay Üretimi (FAO, 2016)

ÜLKELER	MİKTAR (Bin Ton)
Çin	2.415
Hindistan	1.252
Kenya	473
Sri Lanka	349
Türkiye	243
Vietnam	240
Endonezya	144
Arjantin	90
Diğer ülkeler toplamı	746
Genel Toplam	5.952

“Dünya Çay Raporu 2016” yılı verilerine göre dünyada 7.3 milyar nüfus göz önüne alınmış ve yıllık çay tüketiminin kişi başına 500 gr olduğu belirtilmiştir. Rapora göre dünya çay tüketiminde siyah çayın daha çok batı ülkelerinde Orta Doğu ve Avrupa’da, yeşil çayın ise Çin, Japonya gibi Asya ülkelerinde tüketildiği belirtilmiştir (Anonim, 2017).

Dünya çay tüketiminde %36’lık oran ve 1.8 milyon tonluk tüketim ile Çin lider konumda olmakla birlikte Çin’de kişi başına yıllık çay tüketimi 0.75 kilogramdır. “Dünya Çay Raporu 2016”ya göre hazırlanmış olan Tablo 1.3 incelendiğinde yıllık kişi başı 3.5 kilogramlık çay tüketimi ile Ülkemizin dünyada 1. sırada yer almakta olduğu görülmektedir. Sonuç olarak Türkiye, çay tarım alanları bakımından, dünyada üretici ülkeler arasında 7. sırada, kuru çay üretiminde 5. sırada ve yıllık kişi başına tüketim miktarı bakımından ise 1. sırada yer almaktadır (Anonim, 2017).

Çaylık alan bakımından TÜİK 2015 verilerine göre hazırlanmış olan Tablo 1.4.’te görüldüğü üzere; Rize ili 497693 dekarlık alan ile diğer çay yetiştiriciliği yapan iller arasında ilk sırada yer almaktadır. Aynı zamanda üretim açısından da en fazla kuru çay üretimi Rize’de yapılmaktadır (Anonim, 2015).

Tablo 1.3. Dünya Kişi Başi Çay Tüketimi (Anonim, 2017)

ÜLKELER	MİKTAR (Kg)
Türkiye	3.50
Afganistan	2.44
Libya	2.19
Katar	1.80
İngiltere	1.70

Tablo 1.4. 2015 Yılı Türkiye Çay Üretim Değerleri (Anonim, 2015)

İLLER	ÇAYLIK ALAN (Dekar)	ÜRETİM MİKTARI (Ton)
Rize	497693	869387
Trabzon	158264	295304
Artvin	85779	137722
Giresun	20287	25474
Ordu	50	47
Genel Toplam		1327934

Üç farklı tipte üretilen çay; yeşil çay, siyah çay ve oolong çay olarak bilinmektedir. Bunların yanı sıra, *Camellia Sinensis* bitkisinin bazı varyetelerinin tomurcuk ve genç yapraklarından yapılan özel bir çay grubu olan beyaz çay da mevcuttur (ÇAYKUR, 2019).

Yeşil çay üretiminin Dünya’da ilk olarak Çin’de yapıldığı ve daha sonra M.S. 800’lü yıllarda Çin’den Japonya’ya getirildiği bilinmekte ve o dönemden bugüne kadar da sağlıklı bir içecek olarak tüketilmektedir (Müezzinoğlu, 2011).

Yeşil çay, yaygın olarak Çin ve Japonya’da alkolsüz içecek olarak tüketilmektedir (Yoshida, Kiso ve Goto, 1999).

Dünyada yeşil çay tüketimi hızla artmaktayken ülkemizde son yıllarda tanınmaya başlamıştır. Türkiye’de de yeşil çay tüketimi giderek artmakta olup, özellikle son yıllarda insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaptığına dair araştırmalar da bu artışı sağlamaktadır (Kacar, 2010).

Yeşil çayın kimyasal yapısındaki çeşitliliğe iklim, mevsim, tarımsal uygulamalar ve yaprağın genetik yapısı etki etmektedir (Pastore ve Fratellone, 2006). Çay bitkisinin taze ve körpe yaprağının ekstraktındaki tat ile yeşil çay deminin tadı tamamıyla birbirlerinden farklıdır. Bu farklılık işleme sürecinde gerçekleşen kimyasal olayların ve madde dönüşümlerinin bir sonucudur (Astill, Birch, Dacombe, Humphery ve Martin, 2001).

İşleme yöntemine bağlı olarak çayın fenolik madde miktarıyla birlikte fenolik madde kompozisyonu da değişmektedir. Örneğin, kuru madde esasına göre siyah çay %3-10, oolong çay %8-20, yeşil çay ise %30-42 oranında toplam flavanol içermektedir (Tosun ve Karadeniz 2005).

Bu çalışmanın amacı; Ülkemizde çay yetiştiriciliğinin yapıldığı Karadeniz Bölgesi’nde farklı yörelerde yetiştirilen yaş çay yapraklarından üretilen yeşil çayların kalite özelliklerini belirlenmesi ve üretim aşamalarındaki (yaş yaprak, şoklama sonrası ve son ürün) değişimlerin tespit edilmesidir. Bu amaçla Doğu Karadeniz Bölgesi’nde 4 farklı yörede yetiştirilen çay sürgünleri mamul yeşil çaya işlenerek elde edilen son ürünlerin kalite parametrelerinin ve bu yöreler arasındaki farklılıkların belirlenmesine çalışılmıştır. Bu amaçla Rize il merkezinde bulunan Cumhuriyet Çay Fabrikası, Rize iline bağlı Hemşin ilçesinde bulunan Hemşin Organik Çay Fabrikası, Rize iline bağlı Çayeli ilçesi Sabuncular mahallesinde bulunan Sabuncular Organik Çay Fabrikası ve Giresun ili Tirebolu ilçesinde bulunan Tirebolu Çay Fabrikası’ndan yaş çay yaprakları alınmıştır. Böylelikle yeşil çay üretimine en uygun yörenin ve elde edilen yeşil çayların kalite parametrelerinin tespiti yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Çay Bitkisi ve Çayın Tarihsel Gelişimi

Çay bitkisi botanik olarak Theaceae familyasının *Camellia* cinsine (*Camellia sinensis*, (L) O. Kuntze) ait her mevsim yeşil olan çok yıllık bir bitkidir (Carloni, Tiano, Padella, Bacchetti, Customu, Kay ve Damiani, 2013).

Camellia sinensis var. *sinensis* olarak bilinen Çin çayı yaklaşık 1-3 metre boyunda olup sık dallı bir yapıya sahiptir. Hastalıklara, soğuğa ve kuraklığa karşı dayanıklı olan bu tipin kafein miktarı Assam çayına ve diğerlerine göre daha az olup, dem rengi hafif, yaprak verimi ise azdır. *Camellia sinensis* var. *assamica* olarak bilinen ve 6-18 m'ye kadar uzayabilen Assam çayının ise hastalık, soğuk ve kuraklığa karşı dayanıklılığı düşükken yaprak verimi yüksektir. Aromatik bileşikler ve kafein bakımından Çin çeşidine göre zengin olan Assam çayının dem rengi de kuvvetlidir. Diğer çay çeşitlerine göre daha verimli ve kaliteli olan Assam çayının düzenli budama ve hasat ile ekonomik ömrü 60 yıla kadar uzayabilmektedir (Kacar, 2010).

Dünyada çay yetiştiriciliği yıllık toplam yağışın yüksek olduğu ve aylara düzenli olarak dağıldığı, rutubetli bölgelerde yani; tropik ve subtropik iklim koşullarında yapılmaktadır. Çay bitkisi Dünya üzerinde oldukça geniş bir alanda yetiştirilmektedir. Bu alan Kuzey yarımkürede 42. Kuzey enlemindeki Gürcistan'a kadar uzanabilmekte iken Güney yarımkürede 33. enlem derecesine kadar uzanmaktadır. Türkiye'deki çay yetiştirme alanları ise Doğu Karadeniz'de hemen hemen aynı enlem derecesindedir (Mahmutoğlu, 2012).

Çay yetiştiriciliği için yüksek düzeyde yıllık yağışa ve rutubete ihtiyaç duyulur. Bitki gelişiminin iyi ve verim miktarının yüksek olması için en uygun hava sıcaklığı 18-30 °C, en uygun toprak sıcaklığı ise 20-25 °C olmalıdır. Aynı şekilde en iyi bitki gelişimi için hafif asitli topraklar olan 5-5.6 pH değerindeki topraklar olmalıdır (Türkmen, 2007).

20. yüzyılının son on yılında dünya çay tarım alanlarının artışı düşük olmuştur. 1991 yılında 2.563.750 hektar iken, yüzyılın sonunda %0.42'lik artışla bu alan 2.661.880 hektara ulaşmıştır. 21. yüzyılda ise çaylık alanlardaki artış ivmelenmiştir. 2001 yılında çay tarım alanları 2.727.420 hektar iken, 2010 yılında %3.42'lik artışla 3.691.890 hektara çıkmıştır.

1991-2010 yılları arasındaki 20 yıllık dönemde dünya çay tarım alanlarının %45'i Çin'de bulunmaktadır. Çin'i sırasıyla %21 ile Hindistan, %7 ile Sri Lanka, %5 ile Kenya ve %3 ile Vietnam takip etmektedir (Basu Majumder, Bera ve Rajan, 2010).

Türkiye'de çay tarımı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğuda Gürcistan sınırından başlayıp batıda Fatsa'ya kadar uzanan bir alanda yapılmaktadır. Rize, toplam çaylık alanların %65'lik kısmıyla en fazla orana sahiptir. Bunu sırasıyla %21 ile Trabzon, %11 ile Artvin ve %3 ile Giresun ve Ordu illeri takip etmektedir (Polat, 2013).

Dünya üzerinde çay yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlar deniz seviyesi ile 2200 – 2500 m yükseklikler arasında bulunmaktadır. Türkiye'de çay yetiştiriciliği ise en fazla 1000 m yüksekliğe kadar yapılmaktadır. Klon fidanlarla yapılan denemelerde, çay bitkisinin deniz seviyesi ile 450–500 m rakımlara kadar iyi gelişebildiği, daha yüksek rakımlarda ise gelişmenin gerilediği tespit edilmiştir (Mahmutoğlu, 2012).

1888 yılında Çin'den getirilen fidanların ve tohumların dikim ve ekimi ile Türkiye'de çay tarımı ile ilgili ilk deneme Bursa'da yapılmış ancak bir gelişme gözlemlenememiştir. 1892 yılında tekrarlanan 2.deneme de yine Bursa'da yapılmış, nemli ve yağışlı iklimin bulunmaması ve ekolojik koşulların çay yetiştiriciliğine uygun olmaması sebebiyle başarılı olunamamıştır. 1917 yılında Doğu Karadeniz Bölgesi'nin çay ve narenciye bitkilerinin yetiştirildiği bölgelerle benzer ekolojik şartlara sahip olduğunu belirten bir rapor hazırlanmıştır. 1924 yılında da başta Rize olmak üzere doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay fidanı ve tohumu dikim ve ekim çalışmaları yapılmıştır (Fisunoğlu ve Besler, 2012).

1924 yılında çıkartılan kanunla çay bitkisinin Rize'de yetiştirilmesinin başlanmasıyla birlikte aynı yıl Çay Araştırma Enstitüsü kurularak çaycılığın geliştirilmesi yönünde faaliyete geçilmiştir. Bununla birlikte çay yetiştiriciliği ticari açıdan da önem kazanmaya başlamıştır (Akova, 2008).

Çay tarımının hızla artması sonucunda 1947 yılında 60 ton/gün kapasiteli ilk çay fabrikası Rize'de kurulmuştur. 1971 yılında bir kamu iktisadi teşebbüsü olan Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü kurularak, çay sektöründe devlet eliyle faaliyet göstermeye başlanmıştır. Şu

an ülkemizdeki kuru çay üretiminin yaklaşık olarak %55'i ÇAYKUR %45'i ise özel sektör tarafından yapılmaktadır (Müezzinoğlu, 2015).

Çay bitkisinin yetiştirilmesi tohumla (generatif) ve çelikle (vejetatif) üretim olmak üzere 2 şekilde yapılmaktadır. Ülkemizde yer alan çaylıkların tamamına yakını tohumla tesis edilmiştir. Dünya'da sıcaklık ve nemin yeterli düzeyde olduğu yerlerde yıl boyunca sürgün oluşumu sürmektedir (Kacar, 1997). Ülkemizde ise yaş çay hasadı sürgünler itibarıyla yapılmakta ve genelde üç sürgün döneminde tamamlanmaktadır. Bununla beraber bölgenin ekolojik şartlarına bağlı olarak dördüncü sürgün de yapılabilmektedir. Hasat dönemi Nisan-Mayıs aylarında başlayıp Ekim-Kasım aylarında sona ermektedir. Çay yaprakları ve tomurcuk, bitkinin gelişimine bağlı olarak tropik bölgelerde 1 veya 2 haftalık; ülkemizde ise 5-7 haftalık aralıklarla toplanmaktadır. Çay bitkisinde genç yaprakta polifenol miktarı yüksekken yaşlı yaprağa doğru gidildikçe bu miktar azalmaktadır. Genel olarak yapraktaki kaliteyi etkileyen karakteristik maddeler genç yaprak ve tomurcukta toplanmıştır. Bu nedenle üretim için en uygun kısım sürgün ucundan toplanan iki yaprak ve bir tomurcuktur (Müezzinoğlu, 2015).

Çay hasadı elle makas yardımıyla kısmi mekanizasyon yoluyla ya da makineler yardımıyla tam mekanik olarak yapılmaktadır. Hasat yöntemine göre yapraktaki polifenol miktarı değişmekle birlikte mekanik hasatla iş gücü azaltılmaktadır. Makineli hasat yapıldığında daha olgun, kaba ve zarar görmüş yapraklar daha çok karıştığından sonuçta kateşin miktarları daha düşük çay elde edilmektedir (Türkmen, Sarı, Velioglu, 2010; Türkmen, 2007).

Çay hasadının elle yapılması durumunda daha kaliteli çay üretimi sağlanırken işçilik maliyetlerinin yüksekliği bazı ülkelerde ekonomik olarak mekanik hasadı zorunluluk haline getirmiştir (Türkmen, 2007).

2.2. Çayın Kimyasal Bileşimi ve Çay Çeşitlerinin Sağlık Üzerine Etkileri

Çay yaprağı içeriğinde bulunan fenolik maddeler ve aralarında kafeinin de bulunduğu alkaloidler en önemli bileşenlerdir. Çayda bulunan 26 çeşit amino asit arasından toplam amino asitlerin %50'sini oluşturan teanin (théanin) sadece çay bitkisine özel bir amino asittir (Yao ve diğerleri, 2006a).

Taze çay sürgününün kimyasal kompozisyonu üretilecek kuru çay çeşitlerinin kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Tablo 2.1.'de çay bitkisinin genç sürgünlerinde bulunan başlıca bileşenler ve miktarları verilmektedir (Kacar, 2010).

Tablo 2.1. Taze çay sürgününün kimyasal kompozisyonu (Kacar, 2010)

Madde	% KM
Toplam Polifenoller	25-30
(Flavan-3-ol' lar)	
(-) Epigallokateşin gallat (EGCG)	8-12
(-) Epikateşin galat (ECG)	3-6
(-) Epigallokateşin (EGC)	3-6
(-) Epikateşin (EC)	1-3
(+) Kateşin (C)	1-2
(+) Gallokateşin (GC)	3-4
Flavonollar ve flavanol glikozidler	3-4
Leukoantosiyeninler	2-3
Polifenolik asitler ve depsidler	3-4
Alkoloidler	
Kafein	3-4
Teobromin	0,2
Teofilin	0.5
Amino Asit	4-5
Organik asitler	0.5-0.6
Monosakaritler	4-5
Polisakaritler	14-22
Lignin	5-6
Protein	14-17
Lipidler	3-5
Klorofiller ve diğer pigmentler	0.5-0.6
Kül (Mineral maddeler)	5-6
Uçucu maddeler	0.01-0.02

Çay yaprakları çeşitli kimyasal maddeleri içermekle beraber, kalite değeri bakımından en önemli bileşenleri Theaflavinler (TF), Thearubiginler (TR), uçucu aroma bileşikleri, kafein ve suda çözünen kuru madde (ekstrakt) miktarıdır. Bir diğer önemli kalite parametresi ise selüloz miktarıdır (Marbaniang, Baruah, Decruse, Dkhar, Diengdoh ve Nongpiur, 2011).

Genel olarak tepe tomurcuğu ve onu takip eden iki ya da üç yapraktan oluşan genç çay sürgünleri kullanılarak fermente, yarı fermente ve fermente olmamış kuru çay çeşitleri üretilmektedir. Bunların kimyasal ve biyokimyasal içeriklerinin yanı sıra duyuşal özellikleri de birbirlerinden farklıdır. Bu farklılığın temel nedeni; çay yaprağındaki oksidasyon enzimlerinin kısmen veya tamamen inaktive edilip edilmemesinden kaynaklanmaktadır (Kacar, 2010).

Çayda farklı görevleri olan ve çayın kendine özgü aroma, renk ve koku oluşumuna etki eden bir çok enzim bulunmaktadır. Çay yaprağında bulunan *polifenol oksidaz* enzimi siyah çayın işlenmesinde en önemli göreve sahiptir. Bu enzim aktivatör olarak bakır içerir. Polifenol oksidaz enziminin aktivitesi soldurma ve kıvrırma esnasında artarken fermentasyon esnasında giderek azalmaktadır (Peterson ve diğerleri, 2005).

Henning ve diğerleri (2003), fermentasyon sürecinde theaflavinler, thearubiginler ve bunların galat türevleri olarak bilinen epikateşin polimerleri oluştuğunu tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada belirtildiği üzere fermentasyon prosesine bağlı olarak siyah çay yeşil çaya göre daha az miktarda flavanol içerir.

Çay yaprakları, şaraptan, meyve ve sebze sularından oldukça farklı olmakla birlikte fazlasıyla iyi bir polifenolik bileşik kaynağıdır. Yaş çay yaprakları kuru maddede %30'a kadar fenolik madde içerirken siyah çayda kuru maddede %10 oranında fenolik madde içerir (Gramza ve Korczak, 2005).

Wickremasinghe (1978), yaş çay yaprağında bulunan kimyasal bileşenlerin dağılımı üzerinde yaptığı çalışmada çayların genç yaprakları ile tomurcuklarında polifenoller, amino asitler ve kafeinin en yüksek düzeyde bulunduğunu, olgun yaprakların ise karotenoidlerce zengin olduğunu belirtmiştir.

Polifenol oksidaz enziminin etkisiyle oksidasyon sonucunda çay yaprağında bulunan kateşinlerden teaflavinler (theaflavin) ve tearubiginler (thearubigin) gibi ikincil polifenoller oluşmakta ve böylece flavanol içeriği azalmaktadır. Çay yaprağındaki polifenollerin yaklaşık 3/4 'ünü flavanoller, bunun da %60 ile %70'ini (-) epigallokateşin-3-gallat oluşturmaktadır (Sarica, Karataş ve Diktaş, 2008).

Yaş yapraklar flavanol monomerleri olarak da bilinen kateşin (C), epikateşin (EC) ve epigallokateşin (EGC) ve flavanol gallatlar olarak da adlandırılan epikateşingallat (ECG) ve epigallokateşingallat (EGCG) flavonoidleri bakımından zengindir (De Mejia ve diğerleri, 2009).

Peterson ve diğerleri (2004) yaş yaprağın kimyasal içeriğinin üretim için önemli olduğunu, kart yapraklardan üretilen çaylarda polifenol ve kafein gibi kalite parametrelerinin daha düşük olduğunu yapılan çalışmalarında belirtmişlerdir. Yaş çay yaprağının kafein içeriği genetik özelliklere, toprak koşullarına, kültürel önlemlere ve hasat dönemlerine göre değişiklik göstermektedir (Vatan, Hasdemir, İnci, Bilgi ve Aydın, 2000).

Taze çay yapraklarının kompozisyonundaki değişimlerin mevsime, sürgünün olgunluğuna ve çay yapraklarının soldurma işleminin soğuk hava koşullarında (%90 bağıl nem, 4 °C'de) yapıldığı durumda kimyasal içerikte oluşan değişimler gözlemlenmiştir. Sonuç olarak hasat dönemi ile sürgün olgunluğundaki değişimlerin polifenoloksidaz aktivitesinde ve polifenolik içeriğinde önemli ölçüde fark oluşturduğu gözlemlenmiştir. Soğukta soldurma işlemi ile geleneksel yöntemle soldurma işlemi karşılaştırıldığında toplam polifenol içeriğinde önemli bir fark oluşmadığı tespit edilmiştir (Ölmez ve Yılmaz, 2009).

Çay yaprağının rengi kuru çay kalitesi için önemlidir. Örneğin; tüylü yapraklardan, tomurcuktan ve sarı-yeşil renkli yapraklardan üretilen kuru çay, tüysüz ya da koyu yeşil renkli yapraklardan üretilen kuru çaya oranla daha niteliklidir. Yapraktaki renk farklılığı genetik bir etki olmanın yanı sıra yaprağın ışık alma derecesi, azot değişkenliği, kükürt ihtiyaçları gibi etmenler de rengin sarı-yeşil renge dönüşmesine neden olabilmektedir (Tokuşoğlu, 2001).

Çayın biyokimyasal bileşimi demeye rengini ve tadını vermektedir. Polifenoller ve teaflavinler burukluk verirken amino asitler dolgunluk, kafein acı, teurubijinler ise külsü buruk bir tat verirler. Renk olarak değerlendirildiğinde ise teaflavinler sarımsı kahverengi, teurubijinler kırmızımsı kahverengi, flavanol glikozitler açık sarı rengi, karoten ise sarı rengi verir (Chaturvedula ve Prakash 2011).

Çayın demini veren ve sıcak suya geçebilen bileşiklerin tümü, suda çözünür kuru madde yani ekstrakt olarak tanımlanmaktadır. Yaş çay yaprağı ne kadar taze ise ekstrakt miktarı da o kadar yüksektir. Yüksek ekstrakt miktarı ile kuru çayın kalitesi açısından doğru bir orantı olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Öksüz, 1987).

Ekstrakt miktarlarındaki farklılıklar özellikle mevsimlere, ekolojik şartlara ve iklim koşullarına bağlı olarak değişim göstermekle birlikte işleme yöntemindeki farklılıkların da etkisi büyüktür (Poyrazoğlu ve Gürses, 1991).

Çayın suda çözünebilen kuru maddesinin çözünme kabiliyetinin yüksek olması çayın kalite değeri açısından önemli bir faktördür. Çaydaki suda çözünen maddeler flavonollar, asitler, kafein, aminoasitler, karbonhidratlar ve organik asitlerdir. Sıcak suda az çözünebilen maddeler nişasta, pektin, pentozan ve kül iken çözünmeyenler ise selüloz, lipitler, pigmentler ve uçar maddelerdir (Poyrazoğlu, 1990).

Çay, dünyada sudan sonra en düşük maliyetle üretilen ve en yaygın olarak tüketilen bir içecektir ve toplumun tüm yaş gruplarında geniş bir yelpazede tüketilmektedir. Dünyada günlük olarak 3 milyar bardaktan fazla çay tüketimi olmaktadır (Hicks, 2009).

Çay tüketimi ülkeden ülkeye değişmektedir. Kuzey İrlanda'da çay tüketiminin yılda kişi başına 3.16 kg (yaklaşık 8.70 g/gün), İngiltere'de 2.53 kg (yaklaşık 7 g/gün) iken Türkiye'de 2.25 kg (yaklaşık 6.20 g/gün) olduğu bildirilmektedir (Müezzinoğlu, 2011). Bu tüketim incelendiğinde Hindistan ve batısında kalan ülkelerde siyah çay tüketimi yaygınken başta Çin ve Japonya olmak üzere Uzakdoğu ülkelerinde ise yeşil çay tüketimi yaygındır (Fisunoğlu ve Besler, 2012).

Çay günümüzde sadece içecek olarak tüketilmemekte; şekerleme ürünleri, kutulanmış içecekler, dondurmalar, kozmetik ürünler ve fitoterapi ürünlerine yardımcı bir katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır (Villanueva-Bermejo, Reglero ve Fornari, 2017).

Dünya genelinde yaygın olarak tüketilen çay çeşitleri siyah, yeşil ve oolong çaylardır. Bunun dışında beyaz çay üretimi ve tüketimi de belli ülkelerde giderek artmaktadır. Tüm bu çay çeşitleri aslında aynı çay bitkisinin yapraklarından üretilmekte olup temelde üretim

teknolojileri dahi benzerlik göstermektedir. Çeşitler arasındaki farklılık fermentasyon ve aroma oluşumu sırasında meydana gelmektedir. Çay çeşitlerinin sağlık üzerindeki etkileri yönünde yapılan araştırmalar antikansorejen etkiye sahip olduklarını ve bunun da çeşitlerin içeriğindeki polifenolik bileşiklerden kaynaklandığını göstermektedir. Bu bileşiklerden EC, EGC, ECG yeşil çayda en fazla bulunan monomerik polifenollerdir. Theaflavinler (TF) ve thearubiginler (TR) ise siyah çayda bulunan dimerik flavonollerdir (Kacar, 2010).

Yanagimoto ve diğerleri (2003) siyah, yeşil ve oolong çayların antioksidan aktiviteleri ve uçucu bileşenlerinin üzerinde yaptıkları çalışmada çay bileşenlerinin antioksidan, antikarsinojenik, antimutajenik, antitoksik, antiinflamatuvar ve antibakteriyel etkiye sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Saffari ve Sadrzadeh 2004 yılında yeşil çay üzerine yaptıkları çalışmada, yeşil çayda bulunan polifenollerin hücre membranını oksidatif hasara karşı koruduğunu ve lipid peroksidasyonunu engellediğini belirtmişlerdir.

Karori ve diğerleri (2007) yeşil çayın toplam kateşin miktarının oolong ve siyah çaya göre önemli oranda yüksek olduğunu ve fermentasyon derecesinin üretim prosesi boyunca son ürünün kateşin miktarını etkilediğini tespit etmişlerdir.

Yeşil çayda bulunan kateşinlerin sağlık üzerine etkisi ile ilgili son yıllarda pek çok çalışma yapılmıştır. Kateşinler, çeşitli gıdalara antioksidan ve antimikrobiyel katkı maddeleri olarak ilave edilerek gıdalara fonksiyonel özellik kazandırmaktadırlar (Yılmaz, 2006). Örnek olarak; kateşinlerin ilave edildiği yağların ve yağlı gıdaların lipid oksidasyonu engellenerek bu gıdaların oksidatif stabilitesi arttırılmaktadır (Gramza ve Korczak, 2005; Gramza, Korczak ve Amarowicz, 2005).

Çayın sağlık üzerine olan olumlu etkisi son yıllarda yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Çayda bulunan polifenoller bu olumlu etkinin asıl kaynağıdır (Velioğlu, 2005). Polifenoller insan vücudunda antioksidan, antikarsinojen, antiinflamatuvar, antibiyotik ve antiviral etkiye sahiptir. Bunun yanında kardiyovasküler ve bazı nörolojik hastalıklara ayrıca Tip 2 diyabet ve obeziteye karşı koruyucu özellikler de göstermektedir. Yaş çay yaprağında bulunan diğer bir bioaktif bileşik de bir alkaloid olan kafeindir. Kafein sinir sistemini uyarıcı,

konsantrasyon ve odaklanmayı arttırıcı etkilerinden dolayı dünyada yaygın olarak tüketilmektedir (Villanueva-Bermejo, Reglero ve Fornari, 2017).

Genel olarak kafeini en fazla miktarda içeren bitkiler kahve, kakao çekirdeği ve çay yapraklarıdır. Saf hali, yoğun bir acılığa sahip olan kafein, beyaz bir toz şeklindedir (Wanyika, Gatebe, Gitu, Ngumba ve Maritim, 2010).

Cooper, Morr  ve Morr , (2005) yaptıkları bir çalışmada yeşil çay tüketim miktarına bağlı olarak I. ve II. fazda meme kanserlerinin tekrarlanma sıklığının azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmada yeşil çay içeriğindeki kateşinler gibi siyah çaydaki TF'lerin de meme kanserini geciktirebileceği belirtilmiştir. Çalışmada TF kullanılan grupta hayatta kalma s resinin arttığı ve tümör hücresinin hacminin istatistiksel olarak azaldığı gözlemlenmiştir.

George, Nigam ve Shukla (2008) yaptıkları araştırmada çayda bulunan polifenollerin insan vücudunda görülen farklı kanser türlerine karşı etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Buna göre; siyah çayın deri kanserine karşı önleyici etkisi tespit edilmişken yeşil çayın özellikle kadınlarda meme kanserine, mide kanserine, erkeklerde prostat kanserine ve sigara alkol kullanan kişilerde ise akciğer, karaciğer kanserlerine karşı etkili oldukları belirtilmiştir.

Ahmad ve Mukhtar (1999) yeşil çayın kanseri  nleme mekanizmalarını; mutajeniteyi ve genotoksisiteyi önlemek, tümör oluşumunu önlemek ve ilerlemesini geciktirmek, detoksifikasyon enzimlerini etkinleştirmek, karsinojenlerin aktifleşmiş mekanizmalarını inaktive etmek ve serbest radikal temizleme aktivitesi göstermek olarak belirtmişlerdir.

Juneja, Chu, Okuba, Nagato ve Yokogoshi (1999) ay bitkisinde bulunan L-theanin amino asitinin kan dolaşımı ile beyne giderek yeşil çay tüketen bireylerde rahatlama ve canlılığa etki ettiklerini saptamışlardır.

2.3. ay eşitleri ve  retim Yöntemleri

2.3.1. Siyah ay

Dünya çapında üretilen çayların %76-78'i Siyah ay, %20-22'si Yeşil ay ve %2'si de Oolong ay'dır (Sajilata, Bajaj ve Singhal, 2008).

Siyah çay, yaygın olarak Ortodoks Yöntemiyle üretilmektedir (Şekil 2.1). Bu yöntemde körpe çay sürgünleri soldurma, kıvrırma, oksidasyon ve kurutma işlemlerine tabii tutularak üretim yapılmakta, tasnif edilip paketlenildikten sonra da tüketiciye sunulmaktadır. Soldurma işlemi ile çay yapraklarının su içeriği %70-83'den %62-64'e kadar azaltılmaktadır. Böylece hücre öz suyu daha konsantre hale gelerek yaprağın kıvrırma aşamasında kırılmadan kıvrılmasını sağlamaktadır. Soldurma işleminde siyah çayın kalitesini etkileyen kimyasal biyokimyasal değişimler oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla;

- Aminoasitlerin, basit karbonhidratların ve kafeinin miktarları artar,
- Polifenol oksidaz enziminin aktivitesi en yüksek düzeye ulaşır,
- Pektinaz enzim aktivitesi sonlanır,
- Klorofil parçalanır.



Şekil 2.1. Siyah Çay Üretim Prosesi

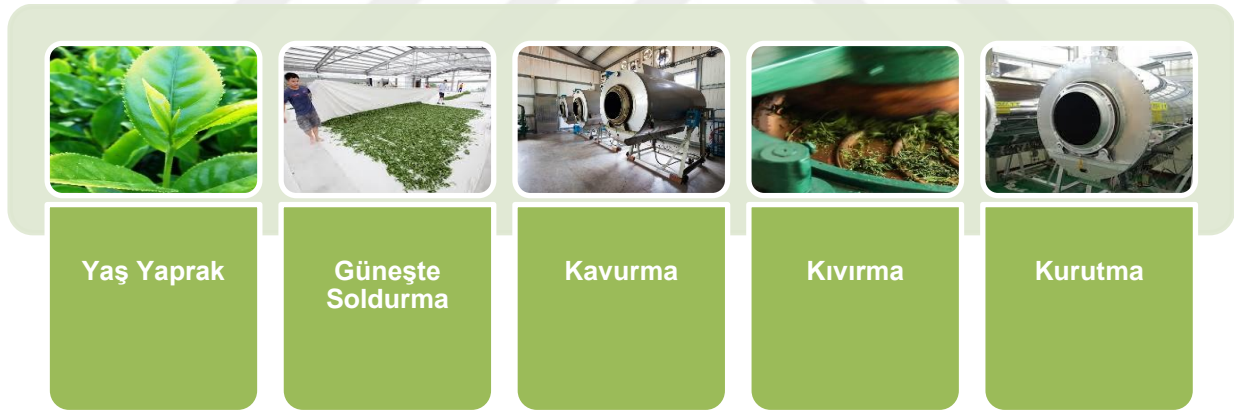
Çay yapraklarının yeterli düzeyde soldurulmaması oksidasyonun tam olarak gerçekleşmemesine bu nedenle de demin metalik yeşilimsi bir renk almasına neden olmaktadır (Kacar, 2010). İkinci aşama olan kıvrırmanın amacı ise hücre özsuğunu hücrelerden dışarı çıkartarak oksidasyon işleminin hızlı gerçekleşmesi için gerekli ortamı hazırlamaktır. Kıvrırmanın ilk aşamasında, enzimler yardımıyla başlayan oksidasyon çay yaprağının rengini koyu yeşilden bakır kırmızısı ya da kahverengiye dönüştürürken çaya özgü hoş bir koku da oluşmaktadır (Tokuşoğlu, 2001). Bir sonraki aşama olan oksidasyon siyah çay üretiminde en önemli aşamadır. Çaylar 5.0-7.5 cm kalınlıkta serilir ve yaprakların özelliğine, hava sıcaklığına, neme göre 45 dakika ile 3 saat arasında gerçekleştirilmektedir. Genellikle oksidasyon sıcaklığı 24 °C ile 27 °C arasında değişmektedir. Siyah çay üretimindeki son aşama olan kurutmanın amacı, çay yaprağının rutubet oranını yaklaşık %3'e kadar düşürerek oksidasyonu durdurmak,

kazanılan özelliklerin ve oluşan maddelerin kaybolmasını engellemektir. Kurutma fırınına giren hava sıcaklığı 87-99 °C iken çıkan hava sıcaklığı 50-55 °C arasında değişmekte ve 20-25 dakika kadar sürmektedir (Kacar, 2010).

Siyah çay genel olarak tadına ve görünüşüne bakılarak satın alınır. Siyah çayın görünüşü ve tadı üzerinde etkili başlıca kimyasal bileşenler; theaflavinler (TF) ve thearubiginlerdir (TR). TF'ler siyah çayın burukluğu, parlaklığı, rengi ve canlılığına, TR'ler ise ağız dolgunluğu, tat ve rengine katkıda bulunurlar. Bu sebeple siyah çayın kalite parametreleri theaflavinler, thearubiginler, toplam renk ve parlaklıktır (Owuor ve Obanda, 2001).

2.3.2. Oolong Çay

Oolong çay, yarı fermente olması sebebiyle siyah ve yeşil çay arasında bir çaydır. Öncelikle elle toplanan kaliteli yaş çay yaprakları soldurmaya tabii tutulmaktadır. Ardından sırasıyla; kavurma (parching), kıvrırma ve kurutma işlemleri (Şekil 2.2) uygulanmaktadır (Kacar, 2010).



Şekil 2.2. Oolong Çay Üretim Prosesi

Oolong çay ilk olarak Çin'de Song Dynasty (960–1279) döneminde üretilmeye başlanmış, Ming Dynasty (1368–1644) döneminde ise popüler olmuştur (Polat, 2013).

Oolong çay üretiminde kullanılan yaprağın, özel koşullarda yetiştirilmesi ve üretim yönteminin de farklı olması nedeniyle oolong çay yoğun bir aromaya ve doğal çiçek kokusuna sahiptir. Oolong çayın aroma bileşiklerinden olan glikozidler solar soldurma sırasında artmaya

başlamakla birlikte bu artış siyah çaydan farklı olarak üretim sonuna kadar devam etmektedir (Türkmen, 2007).

Oolong çayın yapısında bulunan ve kateşilerin polimerizasyonu ile oluşan polifenoller, yeşil ve siyah çaya göre farklılıklar göstermekle birlikte bunlar kateşin, TF (theaflavin) ve TR (thearubigin) karışımlarından oluşmaktadırlar. Yeşil çay diğer çay çeşitlerine göre EGCG ve toplam kateşin miktarları bakımından ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla oolong çay ve siyah çay takip etmektedir (Türkmen, 2007).

2.3.3. Beyaz Çay

Beyaz çay, çay bitkisinin bir yaprak bir tomurcuk veya iki yaprak bir tomurcuğundan üretilmektedir (Şekil 2.3). Başta Çin olmak üzere Hindistan, Kenya, Sri Lanka ve Vietnam'da üretimi yapılan beyaz çay dünyanın en nadide ve pahalı çayıdır (Cooper 2006).



Şekil 2.3. Beyaz Çay Üretim Prosesi

İsmi henüz açılmamış yaprak tomurcuklarının üzerindeki ince beyaz tüylerden alan beyaz çayın dem rengi ise çok açık sarıdır (Kacar, 2010). Beyaz çay, henüz açılmamış yaprakların düşük sıcaklıkta veya direkt güneş ışığında fermente olmadan veya çok düşük düzeyde fermente olarak kurutulmasıyla elde edilmektedir (İlgaz, Kalcıoğlu ve İslamoğlu, 2006).

Beyaz çay diğer çay çeşitlerine göre en yüksek rutubet oranına sahip hammaddeden üretilmekte ve düşük ısıda kurutulmaktadır. Bu nedenle beyaz çayın su miktarı belli seviyenin altına düşürülememekte ve üretim sonrası rutubeti diğer çaylara göre daha yüksek düzeyde kalmaktadır. Ancak tüm dünyadaki üretim miktarının düşük olması sebebi ile uzun süre depolanmasına gerek kalmaksızın tüketilme şansına sahip bir üründür. Ayrıca kurutmada düşük sıcaklık kullanıldığından bitki tarafından biyosentezi yapıldıktan sonra değişikliğe uğramadan kalan uçucu aroma bileşenlerinin kaybı da en aza inmektedir (Anonim, 2010).

Yapılan araştırmalara göre beyaz çay, diğer çay çeşitlerine göre vücudu serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruyan antioksidanları daha fazla içermesinden dolayı insan sağlığına olumlu katkıları olduğu tespit edilmiştir (İlgaz ve diğerleri, 2006).

2.3.4. Yeşil Çay

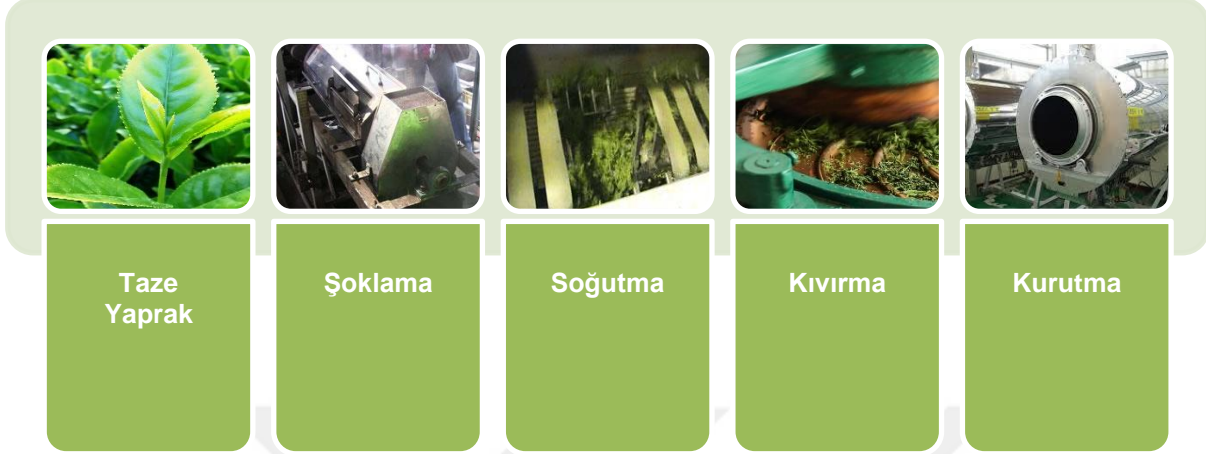
Siyah çayla aynı bitkiden (*Camellia sinensis*) üretilen yeşil çayın siyah çaydan farkı işleme tekniğinden ileri gelmektedir. Yaş çay yaprakları yeşil çay üretiminde siyah çay üretimine oranla daha az işlem görür, taze ve yeşil rengini nispeten korur. Siyah çay üretiminde yaş yapraklar oksidasyona maruz kalırken, yeşil çay üretiminde oksidasyon olmadığı için yaş yaprak içeriğindeki antioksidan maddeler daha fazla korunur. Ayrıca her iki çay çeşidi de kafein ihtiva ederken yeşil çayın kafein değeri siyah çaya göre daha düşüktür (Müezzinoğlu, 2011).

Yeşil çay, çay yapraklarının fermantasyona uğratılmadan yani yeşil çayın başlıca fenolik bileşiklerini oluşturan kateşinlerin enzimatik oksidasyonuna müsaade edilmeden üretilen çay çeşididir (Zhen, 2002).

Çay üretiminin yaklaşık %20'sini oluşturan yeşil çay daha çok Asya ülkelerinde tüketilirken, üretimin %2'sini oluşturan oolong çay ise yaygın olarak Güney Çin'de tüketilmektedir (Kacar, 2010)

Yeşil çay üretimi (Şekil 2.4) “Japon Usulü Yeşil Çay Üretimi” ve “Çin Usulü Yeşil Çay Üretimi” olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Siyah ve yeşil çay üretimindeki temel fark; oksidasyon enzimlerinin inaktive edilip edilmemesi iken yeşil çay üretim metotlarındaki temel fark inaktivasyon işleminin farklı şekillerde yapılmasından kaynaklanmaktadır. Japon

Usulünde bu işlem Steaming (Buhar Verme) ile yapılırken Çin Usulünde Pan-Firing (Kuru Sıcak Hava Verme) ile yapılmaktadır (İlgaz, 1992).



Şekil 2.4. Yeşil Çay Üretim Prosesi

Yeşil çay çeşitleri, yeşil çay üretiminde kullanılan yaş yaprakların özelliklerine ve oksidasyon enzimlerinin inaktive edilme yöntemlerine göre gruplandırılır. Bunlar:

1. Buhar Verme (Steaming) Yöntemiyle Üretilen Yeşil Çay Çeşitleri:

- Sencha: Japonya’da en yaygın üretilen çeşittir.
- Gyokuro: 2 hafta boyunca %100 gölgelendirilerek yetiştirilmiş çay yapraklarından üretilir.
- Kabusecha: 1-2 hafta boyunca %50-80 oranında gölgelendirilerek yetiştirilmiş çay yapraklarından üretilir.
- Tencha: Gölgelendirilerek yetiştirilen çay yapraklarının üretiminde buhar verme işleminin ardından kıvrırma uygulanmadan kurutulup 50 mikron civarında öğütülerek elde edilen çay pudrasıdır.
- Tamaryokucha: Buhar verme işleminin ardından kıvrırma ve kurutma işlemlerinin tek bir makinede aynı anda yapılmasıyla elde edilen virgül şeklindeki yeşil çay çeşididir.
- Bancha: Olgunlaşmış, hatta kartlaşmaya yüz tutmuş çay yapraklarından üretilen düşük kalitedeki yeşil çay çeşididir.

2. Kuru Sıcak Hava Verme (pan firing) Yöntemiyle Üretilen Yeşil Çay Çeşitleri:

- Ureshinocha: Kıvrılarak virgül şekli kazandırılan yeşil çay çeşididir.

- Aoyagicha: Panning işlemine tabii tutulmuş yeşil çay çeşididir.
- Kamairicha: Kuru sıcak hava verme işleminin 2 kez yapılmasının ardından arka arkaya 3 kez de kurutma işleminin yapılmasıyla elde edilen yeşil çay çeşididir (Ilgaz, 1992).

2.3.4.1. Yeşil Çay Üretim Yöntemleri

2.3.4.1.1. Japon Usulü Yeşil Çay Üretim Yöntemi

Japon usulü yeşil çay üretiminin temel prensibi başta polifenol oksidaz enzimi olmak üzere tüm yükseltgenme enzimlerinin steaming (buhar verme) yöntemi ile inaktive edilmesidir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Japon Usulü Yeşil Çay Üretiminde Buhar Verme

Japon usulü yeşil çay üretiminde 6 temel işlem basamağı mevcuttur:

1. Buhar (steaming) Verme İşlemi: Izgaralı kazanlar üzerine alınan yaş çay yaprakları bu kazanlardan geçirilirken 30-60 saniye süre ile 100°C'de buhara maruz bırakılmaktadır. Böylece yaş yapraklarda bulunan oksidasyon enzimleri inaktive olmakta ve oksidasyon işlemi gerçekleşmediğinden dolayı da yaş yapraklar taze

yeşil renklerini korumaktadır. İşlem sonucunda çay yaprağının rutubet oranı %75-80 olmaktadır.

2. I. Kıvırma ve Kurutma İşlemleri: Buhar verme işleminin ardından fan yardımıyla soğutulan yapraklar kıvırma ve kurutma işlemlerini aynı anda yapan makinelere yüklenirler. 70-75°C'de 30-40 dakika süre ile bu işleme maruz kalan yaprakların rutubet oranı %50-60'a kadar düşmektedir.
3. Kıvırma İşlemi: Çay yaprakları, sıcaklık uygulaması olmaksızın yapılan hilalli tabla, pres başlığı ve silindir ceketten oluşan kıvırma makinelerinde 5-10 dakika süre ile kıvrılırlar. Böylece çay yapraklarının hücreleri parçalanarak kıvrılabilir, bükülebilir, uniform bir yapı kazandırılmaktadır.
4. II. Kıvırma ve Kurutma İşlemi: Bu işlem sürecinde çay yaprakları 45-50°C'de 20-25 dakika süre ile preslenir ve kurumaya tabii tutulur. İşlem sonucunda rutubet oranı %30-35'e kadar düşmektedir.
5. Son Kıvırma ve Kurutma İşlemi: Çaya, karakteristik şeklini vermek ve hoş bir aroma kazandırmak amacıyla yapılan bu işlem 100-110 °C de yapılmakta ve 30-40 dakika sürmektedir. İşlem sonucunda rutubet oranı %10-13'e düşmektedir.
6. Son Kurutma İşlemi: 70°C'de 20-30 dakika süre ile son kurutma işlemi yapılmaktadır. Bu işlemin amacı; kalite ve aromayı koruyarak rutubet oranını %13'ten %3-6'ya kadar düşürmektir.

Bu işlemler sonucunda elde edilen çaya ham çay adı verilmekte olup ardından ham çay tasnif ve cilalama işlemlerine tabii tutulmaktadır (İlgaz,1992).

2.3.4.1.2. Çin Usulü Yeşil Çay Üretim Yöntemi

Çin usulü yeşil çay üretiminin temel prensibi başta polifenol oksidaz enzimi olmak üzere tüm yükseltgenme enzimlerinin pan-firing (kuru sıcak hava verme) yöntemi ile inaktive edilmesidir.

Çin usulü ile üretilen yeşil çayların aroması Japon usulü ile üretilen yeşil çayların aromasına göre daha yoğundur. Çünkü enzim inaktivasyonu sırasında kuru sıcak hava kullanıldığından Çin usulü yeşil çaylar pirol ve piraz türevlerince daha zengindir (Yamanishi 1989).



Şekil 2.6. Çin Usulü Yeşil Çay Üretiminde Pan-firing İşlemi

Çin usulü yeşil çay üretiminde 6 temel işlem basamağı mevcuttur.

1. Kuru Sıcak Hava Verme İşlemi (pan-firing): Çay yaprakları 230 °C sıcaklık verilen döner silindir kazanlardan geçirilmektedir. 8-10 dakika süre ile bu sıcaklıkta tutulan çay yapraklarının işlem sonucunda rutubet oranı %60'a kadar düşmektedir.
2. Kıvrırma İşlemi: 10 dakika süre ile kıvrırma işlemine maruz kalan çay yapraklarının rutubet oranı herhangi bir sıcaklık uygulanmadığı için %60 oranında stabil kalmaktadır.
3. Kuru Sıcak Hava Verme İşlemi (pan-firing): Çay yaprakları 150 °C sıcaklıktaki silindir kazanlardan geçirilmektedir. 10-15 dakika süren bu işlem sonucunda çay yapraklarının rutubet oranı %55'e kadar düşmektedir.

4. I. Kurutma İşlemi: Kademeli olarak uygulanan kurutma işlemlerinin ilkidir. Bu işlem 110 °C’de 15 dakika süre ile yapılmakta ve sonucunda da çay yapraklarının rutubet oranı %40’a kadar düşmektedir.
5. II. Kurutma İşlemi: 100 °C sıcaklıkta 25-35 dakika süre ile uygulanan bu işlem sonucunda çay yapraklarının rutubet oranı %20’ ye kadar düşmektedir.
6. Son Kurutma İşlemi: Prosesin son basamağı olan ve 40-60 dakika süren bu kurutma işleminde uygulanan sıcaklık 80 °C’dir. İşlem sonucunda yeşil çayın rutubet oranı %5-10’a kadar düşürülmektedir (Yamanishi, 1989).

Bu işlemler sonucunda elde edilen çaya ham çay adı verilmekte olup ardından ham çay tasnif ve cilalama işlemlerine tabii tutulmaktadır.

Gerek buhar verilerek gerekse kuru hava verilerek üretilen ham çaylar üniform büyüklükte olmayıp görünüşü kaba ve aroması da istenilen ölçüde değildir. Ayrıca ham çay, içerdikleri yüksek rutubet oranı nedeniyle de depolamaya uygun değildirler. Tüm bu nedenlerle ham çaylar, mutlaka fırınlanmalı ve eleklerden geçirilerek tasnif edilmelidir. Büyüklüklerine ve kalitesine göre sınıflandırılan çaylar, teneke kutularda veya gaz geçirgenliği olmayan plastik torbalarda ambalajlanmaktadır (İlgaz, 1992).

2.3.4.2. Yeşil Çayın Genel Özellikleri ve Bileşimi

Türk çaycılığına katkıda bulunmak ve Türk insanını yeşil çayla tanıştırmak amacıyla ÇAYKUR, Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü önderliğinde 1986 yılından itibaren yeşil çay üretim denemelerine başlamış, ancak gerek bilgi eksikliği gerekse pazarlama ve reklam konusundaki eksiklikler üretimde devamlılığın sağlanamamasına neden olmuştur. Son olarak ÇAYKUR, 2003 yılının 3. sürgün döneminde ÇAYKUR’a ait Taşlıdere Çay Fabrikasında kurulan “Yeşil Çay Deneme Üretim Merkezi”nde üretime başlamıştır. 2004 yılı başında da üretim merkezi, daha fazla üretim yapmak üzere yeniden düzenlenmiş ve geliştirilmiştir. 2005 yılında yapılan üretim sonucunda da 201 ton yeşil çay piyasada satışa sunulmuştur. Yeşil çay üretiminde oksidasyon enzimlerinin inaktivasyonu önceden de belirtildiği üzere iki şekilde yapılırken, söz konusu üretim merkezinde inaktivasyon işlemi buhar verilerek yapılmış ve hala aynı şekilde yapılmaktadır. Buhar yardımıyla şoklanan yaş yapraklar; ardından aromayı geliştirmek ve yeşil çay bileşenlerini mümkün olduğu kadar

koruyabilmek amacıyla kademeli olarak kıvrılıp ve kurutulmaktadır (İlgaz, Sarımeahmet ve Kalcıoğlu, 2005).

Yeşil çay, üretiminde oksidasyon işlemleri uygulanmadığı için siyah çayın içerdiği pek çok uçucu yağ bileşenini içermemektedir. Bu nedenle de yeşil çayda siyah çaydaki gibi önemli bir aromatik karakter bulunmamaktadır (Saldamlı, 1998).

Amino asitler yönünden yeşil çay ve siyah çay arasındaki temel fark, yeşil çayın çok daha fazla Theanin içermesinden kaynaklanmaktadır (Kacar, 2010).

Sakato (1957)'ya göre Theanin amino asidi yeşil çayın tat kazanmasında önemli bir göreve sahiptir.

Çay bitkisinin taze ve körpe yaprağının ekstraktındaki tat ile yeşil çay deminin tadı tamamiyle birbirlerinden farklıdır. Bu farklılık işleme sürecinde gerçekleşen kimyasal olayların ve madde dönüşümlerinin bir sonucudur. Tipik bir çay aroması bulunmayan yeşil çay deminin rengi soluk yeşilimsi çuha çiçeği ya da limon sarısıdır. İçerisinde eser miktarlarda dahi olsa kırmızı veya kahverengi renk olmaz. Yeşil çay deminin polifenolik maddeleri siyah çaya göre daha fazla içermesinin yanı sıra polifenollerin nitelik ve nicelikleri de birbirlerinden farklıdır. Yeşil çayın içeriği ve işlenmesi siyah çaydan tamamen farklıdır (Astill ve diğerleri 2001).

Ülkemizde ilk defa üretimi yapılan yeşil çaylarla ilgili 1986 ve 1990 yıllarında yapılan bir araştırmada (İlgaz, 1992) üretilen yeşil çaylar 1990 yılında daha kaliteliyken randıman 1986 da %18.5-20.0, 1990 yılında ise %17.8-18.9 arasında değişiklik göstermiştir (İlgaz, 1992).

Yeşil çayın kimyasal yapısındaki çeşitliliğe iklim, mevsim, tarımsal uygulamalar ve yaprağın genetik yapısı etki etmektedir. Yeşil çaydaki en önemli bileşenler polifenoller özellikle de flavonoidlerdir. Epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC), epikateşingallat (ECG) ve epigallokateşingallat (EGCG) yeşil çaydaki dört asıl flavonoiddir. Genç sürgün ve tomurcuklar EGCG bakımından oldukça zengindir (Pastore ve Fratellone, 2006).

Yeşil ve siyah çaylar içerik olarak benzerlik gösterebilir de her iki çeşit çay antioksidan etkilerini farklı biyolojik aktif maddelerle gösterir. Yeşil çayda flavonoid grubundan

polifenoller özellikle de kateşinlerden olan EGCG fazlayken siyah çayın en önemli kateşinleri theaflavinler (TF) ve thaerubiginler (TR) fazladır (Müezzinoğlu, 2011).

Polifenoller, kateşin, gallik asit ve bunların türevlerinden oluşur. Bunlardan en önemlileri flavanollerdir. Yeşil çayın bileşiminde bulunan vitaminler ise A vitamini, B-kompleksi vitaminler, C vitamini ve E vitaminidir (Ilgaz ve diğerleri, 2005).

Yeşil çay, siyah çaya oranla yaklaşık olarak 10 kat daha fazla C vitamini içermektedir (Bokuchava ve Skobelova 1958). Yaş yaprakta bulunan C vitamininin büyük bir bölümü siyah çay üretiminde oksidasyon sırasında kayba uğramaktadır (Wada ve Sakurai 1952).

Kateşinler açısından zengin olan yeşil çayın toplam antioksidan aktivitesinin %68'i bu bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Hatta bunun %30'unu da tek başına EGCG'tan kaynaklandığı belirtilmiştir (Stewart, Mullen ve Crozier, 2005).

Kateşinler, renksiz ve suda çözünen bileşenler olup, yeşil çayın demine acılık ve burukluk verirler. Üretilen çayların tadını, rengini ve aromasını da içeren tüm karakteristik özellikler direkt veya dolaylı olarak kateşinlerin modifikasyonu ile ilgilidir (Wang, Provan ve Helliwell, 2000).

Taze çay yapraklarındaki kateşin miktarları çay klonlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Kateşinler, gıdalarda bozulma yapan ve insanlarda hastalık etmeni olan patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkiye sahiptirler (Türkmen, 2007).

Karori ve diğerleri (2007) yeşil çayın toplam kateşin miktarının oolong ve siyah çaya göre önemli oranda yüksek olduğunu ve fermentasyon derecesinin üretim prosesi boyunca son ürünün kateşin miktarını etkilediğini belirtmiştir.

Yeşil çay içeriğindeki kateşin miktarı yaş yaprağın çeşidine, varyetesine, bitkinin yetiştirildiği iklim ve yetiştirilme şartlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örnek olarak; geleneksel Japon çayı olan Matcha çayının kateşin miktarı bir diğer Japon çayı olan Sencha çayına göre daha düşüktür. Bu da Matcha çayı üretimi için yetiştirilen çay bitkisinin

gölgede yetiştirilmesi ve bu sebepten ötürü de bu yaprakların kateşin biyosentezinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Türkmen, 2007).

İşleme yöntemine bağlı olarak çayın fenolik madde miktarıyla birlikte fenolik madde kompozisyonu da değişmektedir. Örneğin siyah çay kuru maddede %3-10, oolong çay %8-20, yeşil çay ise %30-42 oranında toplam flavanol içermektedir (Tosun ve Karadeniz 2005).

Ülkemizde yetiştirilen yaş çayın kalite özellikleri ve fenolik madde içerikleri yaprağın yapısına, hasat dönemine ve rakıma bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (Kacar, 2010).

Stewart ve diğerleri 2005 yılında yaptıkları bir çalışmada yeşil çayın toplam antioksidan aktivitesinin %68'inin kateşinlerden, %30'unun ise tek başına EGCG'dan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Siyah ve yeşil çaylar içerik olarak birbirlerine benzemelerine rağmen antioksidan etkiyi farklı biyolojik aktif maddelerle göstermektedirler. Yeşil çayda kateşin grubundan epigallokateşingallat (EGCG) fazla miktarda bulunurken siyah çaydaki en önemli polifenoller ise aynı zamanda çaya rengini ve burukluğunu da veren theaflavinler (TF) ve thearubiginler (TR)'dir (Yang ve Landau, 2000; Halder, Pramanick ve Mukhopadhyay, 2005).

Aynı tarımsal uygulamalar ile üretilen yaş yapraktan elde edilen beyaz, yeşil (düşük kafeinli ve dekafeinize edilmemiş) ve siyah (Orthodox-CTC) çaylarda antioksidan aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada (Carloni ve diğerleri, 2012) ise toplam fenolik, flavonoid miktarı, theaflavinler ve kateşin içeriği ve şelatlama aktivitesi de belirlenmiştir. Analizler sonucunda antioksidan aktivite sırasıyla yeşil > düşük kafeinli yeşil > beyaz > Orthodox siyah > CTC siyah şeklinde bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiksel anlamda önemli olarak tespit edilmiştir ($r^2=0.871$, $p=0.000$ ve $r^2=0.438$, $p=0.007$). Metal şelatlama aktivitesi en düşük yeşil çayda tespit edilmiş ve antioksidan aktivite ile aralarında bir korelasyon olmadığı ancak theaflavin içeriğini etkilediği belirlenmiştir.

Farklı demleme sürelerinin (0.5 dakika ile 10.0 dakika) etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 100 mL kaynar suya 1.3 g çay ilave edilerek demleme yapıp beklenmiştir. Bunun

sonucunda demleme sürelerinin artması ile toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir (Liebert, Licht, Böhm ve Bitsch, 1999).

Demleme süreleri 3-5 dakika aralığında değişerek demlenen yeşil çayda, fenolik maddeler ve bununla birlikte çözünebilen diğer maddelerin çözünme oranları demleme sürelerine bağlı olarak değişmektedir. Özellikle sağlık açısından önemli bir yere sahip olan yeşil çay için çay demine geçen madde miktarları önem arz etmektedir (Kacar, 2010).

Müezzinoğlu (2011) 3 farklı hasat döneminde üretilen yeşil çaylarda fenolik madde ve mineral madde değerlerini araştırmış ve uygun demleme süresi tespitini yapmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda fenolik madde içeriklerinin 1. hasattan 3. hasata doğru azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca demleme süresi arttıkça ve partikül büyüklüğü azaldıkça demeye geçen maddenin oranında artış gözlemlenmiştir.

ABD’de Zuo, Chen ve Deng 2002 yılında yaptıkları bir araştırmada, yeşil, oolong, siyah ve pu-erh çayları HPLC cihazıyla eşzamanlı olarak kateşin, kafein ve gallik asit miktarlarının tespitini yapmışlardır. HPLC cihazı ile bu 4 farklı çay çeşidinin analizleri başarıyla yapılmış ve kateşin, fenolik asit ve kafein miktarları belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre oolong, siyah ve pu-erh çay ile karşılaştırıldığında en yüksek kateşin oranı yeşil çayda tespit edilmiştir. Çünkü çayın üretimi devam ederken fermentasyon prosesi sırasında kateşin miktarı önemli ölçüde azalmaktadır. Ayrıca fermentasyon prosesi ile tam fermente olmuş siyah çay ve pu-erh çayda gallik asit miktarının da önemli ölçüde artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen diğer dikkat çekici bir bulgu da oolong çayda kafein miktarının oldukça düşük bulunmasıdır.

Portekiz’de yeşil çay demindeki kimyasal maddelerin ticarileştirilmesine uygunluğu ile alakalı bir araştırma yapılmıştır (Reto, Figueira, Filipe ve Almeida, 2007). Çay tüketiminin potansiyel faydaları ve risklerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada yeşil çay örneklerindeki bazı minerallerin, kafein ve kateşin seviyelerinin ticarileştirilmeye uygunluğu araştırılmıştır. Demde en fazla bulunan metal potasyum (92-151 mg/L) daha sonra ise sırasıyla sodyum, kalsiyum, flor, alüminyum, mangan ve demir; 35-69, 1.9-3.5, 0.80-2.00, 1.0-2.2, 0.52-1.90, 0.020-0.128 mg/L olarak tespit edilmiştir. Krom ve selenyuma ise rastlanamamıştır. Elde edilen veriler sonucunda kateşin içeriğinin kayda değer bir değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Epigallokateşin gallat 117-442 mg/L, epikateşin gallat 203-471 mg/L, epigallokateşin 16.9-150

mg/L, epikateşin 25-81 mg/L, kateşin 0.03-115 mg/L, kafein 141-338 mg/L miktar aralığında tespit edilmiştir. Sonuç olarak yeşil çay deminde önemli miktarda kateşin ve mineral madde bulunduğu belirlenmiştir.

Ferrara, Montesano, ve Senatore 2001 yılında yaptıkları bir çalışmada, farklı ülkelere ait yeşil, beyaz ve siyah çayın flavanoid ve polifenol içeriklerinin sağlık üzerinde etkilerini araştırmıştır. Buna göre; yeşil çayın diğer çeşitlere oranla fenolik bileşenleri ve flavanoidleri daha yüksek miktarda içerdiğini tespit etmiş; bunun sebebinin de bitkiyi işleme türüne bağlı olarak kimyasal kompozisyonun etkilenmesine bağlamıştır.

Yeşil çay, içeriğindeki flavanoller sebebiyle sağlığımıza olumlu etkiler yapmaktadır. Flavanol içeriği de çayın hazırlanma şekline göre değişim göstermektedir. Almanya’da yapılan bir çalışmada yeşil çaydan en yüksek oranda istifade edebilmek açısından en uygun demleme özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışmada 3-7 dakika demleme süresi ve 70-100 °C demleme sıcaklığı ile hazırlanan çayların flavanol içerikleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca pH etkisini araştırmak amacıyla farklı miktarlarda fosfat tamponu, askorbik asit ve sitrik asit uygulaması yapılmıştır. Flavanol konsantrasyonu herhangi bir ilave yapılmadığında en yüksek 100 °C’de 7 dakika demleme ile elde edilmiştir. Bu çalışmada; süre ve sıcaklık aralığı dar olsa da, bir flavanolün en düşük ve en yüksek konsantrasyonlarının büyük ölçüde farklılık gösterdiği ve EC, EGC, EGCG ve ECG için sırasıyla 2.1-, 2.2-, 3.1- ve 3.6- kat fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca pH değerinin önemli bir faktör olduğu ve ilave edilen pH değiştirici kimyasalların da flavanol konsantrasyonunu %20 oranında arttırdığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, çaya kimyasal ilave etmek yerine pH değişimi ile flavanol konsantrasyonunu arttırmanın daha uygun olduğu belirlenmiştir (Zimmermann ve Gleichenhagen, 2011).

Shimamura 1996 yılında yeşil çayın mikrobiyolojik etkileri üzerine yaptığı bir araştırmada, yeşil çayın özellikle E. coli suşlarına karşı etkili olduğu ve 5 saat içinde 100.000 adet E.coli O-157 bakterisini öldürdüğünü tespit etmiştir.

Çay, bünyesinde insan sağlığı üzerinde faydalı etkilere sahip olan ve temel kaynağı bitkinin yetiştiği ortam olan çeşitli elementleri içerir. Çayın içeriğindeki bu elementler; potasyum, mangan ve çinko gibi mikro elementlerdir (Szymczycha-Madeja, Welna ve Pohl, 2012).

Sud, Prasad ve Bhargava, 1995 yılında yaptıkları çalışmada yeşil çaydaki Ca, Mn, Zn, Cu ve Fe içerikleri üzerine hava şartlarının etkisini araştırmışlardır. Bahsi geçen elementlerin farklı hava koşullarına göre konsantrasyonlarında değişiklik olduğu tespit edilmiştir. Buna göre; yüksek sıcaklık ve yüksek atmosferik buharlaşmanın Ca alımını arttırmasına karşın yüksek rutubet ve yağışın azalttığı, düşük sıcaklık ve yüksek rutubetin ise Mn alımını azalttığı belirtilmiştir. Zn, Cu ve Fe alımındaki durum ise yüksek buharlaşma, nispi rutubet ve yağışın bu elementlerin alımını azalttığı yönünde olduğu belirtilmiştir.

Çinko'nun bitki bünyesindeki hareketliliğinin fazla olması sebebi ile çay bitkisinin genç organlarının Zn içeriği yaşlı organlara oranla göre daha yüksektir. Çinko yönünden zengin topraklarda yetişen bitkilerin köklerinde biriken Zn bitkinin uç kısımlarına doğru hareket ederek burada birikir (Yaylalı-Abanuz, 2007).

Kacar (2010), çaydaki selüloz ve lif içeriğinin çayların duyusal değerlendirmesinde önemli yeri olduğunu çünkü standartlara uygun şekilde toplanmamış çay yapraklarından işlenen çayın çöp ve lif içeriğinin göreceli olarak yüksek miktarda ve öte yandan çayın istenmeyen kırmızimsı bir renk almasına neden olduğunu belirtmektedir.

Bitkilerin ham lif içeriği yapısal birimlerden oluşmaktadır. Genç bitki hücrelerinin hücre duvarları ince olup bitki büyüdükçe kalınlaşarak bitkinin rüzgâr, aşırı terleme ve diğer faktörlere karşı dayanıklılığını sağlar. Genç çay yapraklarının ham lif içeriği yaşlı yapraklara göre daha düşüktür (Smiechowska ve Dmowski, 2006).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, 2017 yılı çay sezonu 2. sürgün döneminde (Temmuz-Ağustos) Hemşin Organik, Tirebolu, Cumhuriyet ve Sabuncular Organik çay fabrikalarından temin edilen yaş çay yaprakları kullanılmıştır. Alınan yaş çay yapraklarının bir kısmı yaş çay yaprak analizleri için ayrılmış ve bekletilmeksizin kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Diğer kısmı ise eş zamanlı olarak Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne (ÇAYKUR) bağlı Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü bünyesindeki pilot ölçekli Yeşil Çay Üretim Tesisi'nde yeşil çaya işlenmiştir.

Ayrıca yeşil çay üretim basamaklarından ilki ve yeşil çay için en önemli aşama olan şoklama işlemini takiben elde edilen şoklanmış çay yapraklarının kalite analizleri de aynı anda gerçekleştirilmiştir.

Üretimi tamamlanan ve elde edilen kuru yeşil çay örnekleri kalite analizleri yapılmak üzere ışık almayacak bir ortamda hava sızdırmaz ve ağız yapısı kilitli plastik ambalajlarda uygun depolama şartlarında muhafaza edilmiştir. Kuru yeşil çay örneklerinin üretimi tamamlandıktan sonra kalite parametrelerini belirlemek amacıyla tüm analizler yapılmıştır.

Gerek yaş ve şoklanmış çay yaprağı gerekse kuru yeşil çay ile ilgili ÇAYKUR Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Biyokimya ve Kromatografi Laboratuvarlarında yapılan analizlerde kullanılan sarf ve standart maddeler ile kullanılan makine ve teçhizatın özellikleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Sarf ve standart maddeler; Folin-Ciocalteu, Sodyum karbonat, Methanol, Barton çözeltisi (amonyum molibdat, amonyum metavanadat), Na, Ca, Mg, Mn, K, Zn, Fe ve Cu standart çözeltileri, HPLC analizlerinde kullanılan Mobil Faz A (20µg/mL EDTA içeren %3 Asetik Asit, %9 Asetonitril çözeltisi) ve Mobil Faz B (20 µg/mL EDTA içeren %3 Asetik Asit, %80 Asetonitril çözeltisi)'nin hazırlanmasında kullanılan gerekli kimyasal malzemeler Merck marka olup Şahinler Kimya'dan satın alınmıştır.

Tablo 3.1. Çay analizlerinde kullanılan makine-teçhizatlar ve başlıca özellikleri

CİHAZ	MARKA	MODEL
Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS)	GBC	Avanta P
Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC)	Thermo	Thermo Finnigan
Spektrofotometre (Toplam Polifenol Analizi)	Shimadzu	UV-1800
Spektrofotometre (Fosfor Analizi)	Shimadzu	UV-160
Selüloz Tayin Cihazı	Gerhardt	Fibretherm FT12
Kül Fırını	Carbolite	CWF 1100
Etüv	Nüve	KD-400
Geri Soğutucu	Gerhardt	KI 26
Su Banyosu	Memmert	WNE 45

3.2. Metot

3.2.1. Çay Yapraklarının Yeşil Çaya İşlenmesi

Yeşil çay üretimi “ÇAYKUR Yeşil Çay Üretim Yöntemi”ne göre gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem kullanılarak yapılan ön denemelerde; şoklama 1 dakika, soğutma 1.5 dakika, kıvrırma 60 dakika ve kurutma işlemi de 1.5 saat olarak belirlenmiştir.

3.2.1.1. Şoklama

Şekil 3.1.’de görüleceği üzere fabrikalardan gelen yaş çay yapraklarına 100-110 °C sıcaklıkta 40 L/h kapasiteli buhar verilerek şoklama işlemi gerçekleştirilmiştir. Verilen buhar basıncı 0.02 MPa, süresi de 1 dakika olarak uygulanmıştır. Şoklama ünitesinin iç sıcaklıkları; girişte 95-100 °C çıkışta ise 75-80 °C olarak ölçülmüştür.

Şoklama işlemiyle; yüksek sıcaklık ve basınçta verilen buhar yardımıyla yaş çay yapraklarında bulunan oksidasyon enzimleri inaktive edilmiş böylece yaş çay yapraklarının taze yeşil rengini koruması sağlanmıştır.

3.2.1.2. Soğutma

Sıcak su buharı verilerek şoklanmış çay yaprakları şoklama ünitesinden çıkar çıkmaz hızlı bir şekilde oda sıcaklığına soğutulmuştur (Şekil 3.2). Soğutma işlemi, soğutma ünitesinde bulunan fan yardımıyla yapılmıştır. İşlem sonucunda; sıcaklık 20-25 °C olarak ölçülmüştür. Soğutma işlemi ile çay yapraklarının soğutulması dışında yaprak yüzeyindeki su da kısmen buharlaştırılarak uzaklaştırılmıştır.



Şekil 3.1. Yaş Çay Yapraklarının Şoklama Ünitesine Beslenmesi ve Şoklanması



Şekil 3.2. Yaş Çay Yapraklarının Soğutulması ve Soğutma Ünitesinden Alınması

3.2.1.3. Kıvrırma

Sıcak su buharı ile şoklanmış, soğutulmuş ve aynı zamanda yaprak yüzeyindeki su oranı düşürülmüş olan çay yapraklarını kıvrırma, şekil kazandırmak için 1 saat süreyle kıvrırma işlemi uygulanmıştır. Kıvrırma işlemi için dakikada 20-25 devir yapan ve tablanın sabit, kazanın hareketli (single action) olduğu Şekil 3.3.'de görülen kıvrırma makineleri kullanılmıştır. Kıvrırma işlemi sonucunda çay yapraklarına yeşil çay için istenilen şekil verilmiştir.



Şekil 3.3. Çay Yapraklarının Kıvrırma Ünitesinde Kıvrılması

3.2.1.4. Kurutma

Kurutma işlemi Şekil 3.4.'de görülen döner kurutucuda 90 dakika süre ile ve 100-110 °C de yapılmıştır.



Şekil 3.4. Çay Yapraklarının Döner Kurutucuda Kurutma İşlemi

3.2.2. Örneklerin Analize Hazırlanması

Yeşil çay üretiminde yapılacak analizler için yeşil çay örnekleri 3 farklı üretim aşamasından alınmıştır. Bunlar; yaş çay yaprakları, şoklama sonrası yaş çay örnekleri ve üretim sonucu elde edilen kuru yeşil çay örnekleridir.

Taze yaş çay yaprağı analizleri çay yapraklarının enstitüye getirilmesini takiben hemen, şoklama sonrası yaş çay örneklerinin analizleri de şoklamanın hemen ardından yapılmıştır. Kuru çay örneklerinde ise kurutma işlemini takiben örnek alınmış ve öncelikle yapılması gereken analizler derhal gerçekleştirilmiş, diğer analizler içinde daha sonra analiz edilmek üzere ışık görmeyen bir ortamda ve hava geçirmeyen ağız yapısı kilitli ambalajlarda muhafaza edilmiştir.

Yaş çay yaprağı analizleri, şoklama sonrası yapılan analizler ve kuru çayda yapılan tüm analizler 3 tekrarlı olarak yapılmış olup analiz sonuçları standart sapmalara göre verilmiştir. Analiz sonuçlarının ortalama değerleri alınarak kıyaslamalar bu değerlere göre yapılmıştır.

3.2.3. Analiz Metotları

3.2.3.1. Rutubet Tayini

Metodun prensibi, örneklerin $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ ' de sabit ağırlığa erişinceye kadar ısıtılmasıdır. Öğütülmüş çay örneklerinden darası alınmış tartım kaplarına 5 ± 0.001 g hassasiyetle tartılarak $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 6 saat süre ile etüvde kurutulmuştur. Kurutma işlemi sabit tartım elde edilinceye kadar devam etmiştir. Kurutma işleminden sonra örnekler desikatörde soğutulup tartılmıştır (Anonim, 1990a).

3.2.3.2. Su Ekstraktı Tayini

Metodun prensibi, örneklerdeki çözünebilir maddelerin geri soğutucu altında sıcak saf su ile ekstrakte edilmesi, süzütünün kuruyuncaya kadar buharlaştırılması ve geriye kalan kalıntının tartılmasıdır.

Öğütülmüş çay örnekleri 2 ± 0.001 g hassasiyetle tartılarak 500 mL'lik kaynatma balonuna konulmuş ve üzerine 200 mL sıcak damıtık su ilâve edilerek 1 saat süreyle geri soğutucuda kaynatılmıştır. Karışım sıcak halde iken Goche kroze ile vakum altında

süzülmüştür. Bütün çözülmeyen kalıntılar krozeye aktarılacak şekilde balon birkaç kez sıcak damıtık su ile yıkanmıştır. Kalıntı, son olarak 200 mL sıcak damıtık su ile yıkanmış ve vakum uygulanarak kurutulmuştur. Kroze ve içindekiler, sıcaklığı 103 °C'de 16 saat süreyle kurutulmuş, desikatöre alınarak soğutulmuştur. Kuruyan ve desikatöre alınarak soğutulan numuneler 0.001 g hassasiyetle tartılmış ve suda ekstrakt miktarı hesaplanmıştır (Anonim, 2003a).

3.2.3.3. Toplam Polifenol Tayini

Santrifüj tüpü içerisine 0.2 g öğütülmüş çay örnekleri ± 0.001 g hassasiyetle tartılmış, 70 °C'deki ekstraksiyon çözeltisinden (%70'lik metanol) 5 mL ilave edilip karıştırılmış tüp 70 °C'deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiş, tüpler tekrar karıştırılıp 70 °C su banyosunda 5 dakika daha bekletilip santrifüjde 3500 rpm'de 10 dakika tutularak oluşan berrak kısım başka bir 10 mL'lik tüpe aktarılmıştır. Berrak kısmı alınan tüp içerisindeki tortu kısmına aynı işlemler tekrar uygulanmış 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. Balon içerisinde bulunan seyreltik ekstraktan 1 mL alınmış üzerine 5 mL Folin-Ciocalteu ve 4 mL Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilerek karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 1 saat inkübasyondan sonra spektrofotometrede (UV-160 Shimadzu) 765 nm'de absorbans ölçülmüştür. Günlük hazırlanan gallik asit standart eğrisiyle polifenol miktarı hesaplanmıştır (Anonim, 2005a).

3.2.3.4. Ham Selüloz Tayini

Metodun prensibi, örneklerde gerekli öğütme ve yağın uzaklaştırılmasının ardından, standart konsantrasyondaki sülfürik asit çözeltisi ile kaynatılması ve çözünmeyen kalıntının ayrılması ve yıkanması, bu kalıntının standart konsantrasyondaki sodyum hidroksit çözeltisi ile kaynatılması, ayrılması, yıkanması, kurutulması, tartılması ve yakma sonucu kütledeki kaybın hesaplanması esasına dayanır.

500 mL'lik balonlara 0.001 g hassasiyetle tartılan 2'şer g numuneye 200'er mL 0.255 N sülfürik asit çözeltisi ilave edilmiş ve 30 dakika kaynatılmıştır. Kaynama sonunda karışımlar, hunide süzülüş ve balonda kalan kısımlar kaynar su ile yıkanarak tekrar süzülümüştür. Kaynatma işlemine 200 mL 0.313 N sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilerek 30 dakika süreyle devam edilmiştir. Karışımlar süzüldükten ve yıkandıktan sonra kroze ve kalıntı 103

°C'ye ayarlı etüvde ilk ve son tartım arasındaki fark 0.001 gramı geçmeyecek şekilde tutulmuştur. Daha sonra kroze ve kalıntı, sıcaklığı 550 °C'ye ayarlanabilen kül fırınında en az 1 saat süreyle bekletilmiş, desikatörde soğutulmuş ve 0.001 g hassasiyetle tartılmıştır. Ham lif içeriği kütle esasına göre yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2003b).

3.2.3.5. Toplam Kül Tayini

Metodun prensibi, çay numunelerindeki organik bileşiklerin 525±25 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar yakılmasıdır.

0.001 g hassasiyetle porselen krozelere tartılan 5 g çay örnekleri 525±25 °C'ye çıkabilen kül fırınında 1 saat süre ile yakılmıştır. Soğumaya bırakılan numuneler, 30 dakika süre ile tekrar yakılmıştır. Birbiri ardına yapılan iki tartım arasındaki fark 0.001 gramı aşmayınca kadar bu işlemler tekrarlanmıştır. Sabit tartıma gelinceye kadar organik maddeler yakılmıştır. Öğütülmüş numunelerde toplam kül miktarı kuru maddede yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1990b).

3.2.3.6. Suda Çözünen Kül Tayini

Metodun prensibi, toplam külün sıcak su ile ekstrakte edilmesinin ardından külsüz süzgeç kâğıdından süzülmesi, yakılması ve çözünmeyen külün tayini için kalıntının tartılması ve aradaki farktan çözünen külün hesaplanmasıdır.

Toplam kül tayini ile elde edilen numunelere (küle) 20'şer mL damıtık su ilave edilmiş ve kaynayıncaya kadar ısıtılarak süzgeç kâğıdından süzümüştür. Porselen kroze ve süzgeç kâğıdı, süzüntü ve yıkama suları toplamı 60 mL oluncaya kadar sıcak damıtık su ile yıkanmış, süzgeç kâğıdı ve içindekiler tekrar krozeye aktarılmıştır. Buhar banyosu üzerinde tutularak suyu dikkatle uçurulmuş ve kül fırınında 525±25 °C'de, belirgin karbon parçacıklarından arınıncaya kadar ısıtılarak küllendirilmiştir. Daha sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Kül fırınında tekrar 30 dakika ısıtılmış, soğutulmuş ve tartılmıştır. Birbiri ardına yapılan iki tartım arasındaki fark 0.001 gramdan az oluncaya kadar bu işlemler tekrarlanmış ve en küçük tartım not edilmiştir. Öğütülmüş numunelerde suda çözünen kül kuru maddede yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1990c).

3.2.3.7. Suda Çözünen Külde Alkalilik Tayini

Metodun prensibi, suda çözünen kül tayininde elde edilen süzütünün, metiloranj indikatörü kullanılarak ayarlı hidroklorik asit çözeltisi ile titrasyonudur.

Suda çözünen kül tayinde elde edilen süzütüden 60'ar mL alınmış, soğutulmuş, metil oranj indikatörü kullanılarak hidroklorik asit çözeltisi ile titre edilmiştir. Hafif pembe renk elde edilince titrasyon sonlandırılmış ve hesaplamalar yapılmıştır (Anonim, 1990d).

3.2.3.8. Asitte Çözünmeyen Kül Tayini

Metodun prensibi, sırasıyla toplam külün hidroklorik asit ile muamele edilmesinin ardından süzülmesi, yakılması ve kalıntının tartılmasıdır.

Toplam kül tayini ile elde edilen numunelere (küle), 25'şer mL hidroklorik asit ilave edilmiş ve çözeltiler su banyosunda 10 dakika süre ile yavaş yavaş kaynatılmıştır. Takiben soğuması için bekletilmiş, ardından süzgeç kâğıdından süzölmüştür. Kroze ve süzgeç kâğıdı yıkama sularında hiç klorür iyonları kalmayınca kadar sıcak su ile yıkanmıştır. Klorür iyonlarının varlığı gümüş nitrat çözeltisi ile kontrol edilmiştir. Süzgeç kâğıdı ve içeriği tekrar krozeye geri koyulmuş, kaynamakta olan su banyosu üzerinde tutularak suyun tamamen buharlaştırılması sağlanmıştır. Sıcaklığı 525 ± 25 °C'ye ayarlanabilen kül fırınında, görünürde hiç karbon partikülleri kalmayınca kadar yakılmıştır. Krozeler desikatörde soğutulmuş ardından tartılmıştır. Fırında 30 dakika süreyle tekrar yakılmış, soğumaları için bekletilmiş ve tartılmıştır. Bu işlemler, arka arkaya yapılarak iki tartım sonucu arasındaki fark 0.001 g'ı aşmayınca kadar tekrarlanmıştır. Elde edilen en küçük kütle değeri kaydedilmiştir. Öğütölmüş numunelerden elde edilen asitte çözünmeyen kül miktarı, kuru madde esasına göre kütlece yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2001).

3.2.3.9. Kateşin (Gallik Asit, EGC, C, EGCG, EC, ECG) ve Kafein Tayini

Deney tüpü içerisine, ± 0.001 g hassasiyetle 0.2 g öğütölmüş çay örneği konularak üzerine %70 metanol içeren 5 mL ekstraksiyon çözeltisi ilave edilip karıştırılmış ve 70 °C'de su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. Ardından tekrar 70 °C'de su banyosunda 5 dakika daha bekletilip soğutulmuş ve 3500 rpm'de 10 dakika santriföjlenerek berrak kısım, tortu geçmeyecek şekilde, 10 mL'lik ölçü balonuna alınmıştır. Kalan tortuya yeniden aynı işlemler uygulanmış ve berrak kısım aynı ölçü balonuna eklenmiştir. Ölçü balonunun hacmi soğuk

ekstraksiyon çözeltisi ile tamamlanıp manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Ekstraktan 1 mL alınarak 5 mL'lik balona konulmuş ve çözelti ile tamamlanmıştır. Seyreltilmiş örnek 0.45 µm'lik filtre kullanılarak 2 mL'lik viallere aktarılmıştır. Ardından vialler otomatik örnekleyiciye konularak HPLC (Thermo Finnigan) cihazına enjekte edilmiş ve sonuçlar hesaplanmıştır (Anonim, 2005b). HPLC cihazının çalışma koşulları aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır (Anonim 2005b).

Enjeksiyon Miktarı : 10 µL

Kolon Fırın Sıcaklığı: 35 °C

Mobil Faz Akış Hızı : 1 mL/dakika

Mobil Faz A : 20 ppm EDTA içeren %3 Asetik Asit, %9 Asetonitril Çözeltisi

Mobil Faz B : 20 ppm EDTA içeren %3 Asetik Asit, %80 Asetonitril Çözeltisi

Dedeksiyon Dalga Boyu: 278 nm

3.2.3.10. Mineral Madde Tayini

Öğütülmüş 0.2 g çay numunelerinin her birine 10 mL saf HNO₃ eklenmiştir. 30 dakika süre ile asitte bekletilen numuneler, mikrodalga fırında (Berghof) 190 °C'de yakılmıştır. Yakma işlemi sonunda 50 mL'lik ölçü balonlarına aktarılan numuneler ultra saf su ile ölçü çizgisine kadar tamamlanmıştır. Her bir mineral için (Cu, Fe, Mn, Zn, Mg, Ca, Na, K) hazırlanan standart konsantrasyonlar Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazında okunmuş ve sonuçlar ppm olarak ifade edilmiştir. Fosfor analizi için ise Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi uygulanmıştır. Yaş yakma yöntemi ile elde edilen örneklerden 5 mL alınarak, 50 mL'lik balonlara aktarılmış üzerine 5 mL barton çözeltisi ilave edilerek balon çizgisine kadar deiyonize su ile tamamlanmıştır. 10 dakika süreyle bekletildikten sonra örneklerin absorbanları 430 nm'de (UV-160 Shimadzu) okunmuştur (Kacar, 1991).

3.2.3.11. Duyusal Analiz

Farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylarla üretilen yeşil çaylarda yapılan duyusal analizler, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne (ÇAYKUR) bağlı Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü bünyesinde bu alanda deneyimli 10 panelist ile Tablo 3.2.'de verilen duyusal değerlendirme formu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.2. Duyusal Değerlendirme Formu

NUMUNENİN ÖZELLİKLERİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	PUAN	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Kuru Çayın Görünüşü	Homojen görünüşlü, lifsiz, koyu yeşil ile sarımsı yeşil arası renkte olmalıdır.	10				
Posanın Görünüşü	Homojen, doğal yeşil yaprak renginde olmalı, kahverengi ve siyah parçacıklar olmamalıdır.	15				
Likörün Rengi	Berrak, sarımsı-yeşil renkte olmalıdır (Aromalı çaylar için, aromadan kaynaklanan renk değişimi olabilir.)	25				
Likörün Damakta Bıraktığı Tat	Hafif acımsı, buruk bir tat olmalıdır (Aromalı çaylar için, aroma tadı hissedilmelidir.)	30				
Likörün Aroması	Yeşil çaya özgü, hoş, hafif kavrulmuş, çimensi bir koku olmalıdır. (Katkı olarak eklenen aroma hissedilmelidir.)	20				
TOPLAM PUAN		100				

Farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylarla üretimi gerçekleştirilen yeşil çay numuneleri duyuşal açıdan Kuru Çayın Görünüşü (10 puan), Posanın Görünüşü (15 puan), Likörün Rengi (25 puan), Likörün Damakta Bıraktığı Tat (30 puan) ve Likörün Aroması (20 puan) açışından (Tablo 3.2.) beş (5) farklı kritere göre toplamda 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Daha sonra, duyuşal analiz sonucunda elde edilen puanların ortalama değerleri alınarak kıyaslamalar bu değerlere göre yapılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'ne (Tebliğ No: 2015/30) göre Yeşil çay: *Camellia sinensis* türünün farklı çeşitlerinin genç sürgünlerinden tepe tomurcuğu ve onu takip eden taze yapraklar ve taze tek yaprak, taze iki yaprak ve taze üç yapraklı sürgünler ile bunları birbirine bağlayan taze sap kısımlarının, enzim inaktivasyonu, kıvırma, parçalama, kurutma, gibi üretim aşamaları ile işlenmesi sonucu elde edilen okside olmamış ürünüdür (TGK, 2015).

Yeşil çayda rutubet, su ekstraktı, toplam kül, ham selüloz, toplam polifenol, kateşin, kafein gibi parametreler kuru yeşil çayın kalitesini belirlemek için kullanılan kalite parametreleridir.

Türkiye'de farklı yörelerde yetiştirilen yaş çay yapraklarından yeşil çay üretimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesine ilişkin yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular bu kısımda ele alınmıştır. Bu amaçla farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylarla üretilen yeşil çayların bazı kalite parametreleri Tablo 4.1. ve 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. ve 4.2.'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi; Cumhuriyet, Tirebolu, Hemşin Organik ve Sabuncular Organik Çay Fabrikalarından alınan yaş çay yapraklarından üretilen kuru yeşil çay örneklerinin kurumadde esasına göre; rutubetlerinin %3.23-4.82, toplam polifenol içeriklerinin %11.52-16.93, toplam kül miktarlarının %4.59-5.61, suda çözünen kül değerlerinin %48.47-59.29, suda çözünen külde alkaliliklerinin (KOH cinsinden) %1.61-1.64, asitte çözünmeyen kül içeriklerinin %0.11-0.14 arasında değiştiği ve Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'ndeki Yeşil Çaya ait fiziksel ve kimyasal özelliklere uygun olduğu belirlenmiştir. Üretilen kuru yeşil çay örneklerinin su ekstraktı değerlerinin de %30.66-37.68 (TGK'ne göre en az %32 olmalı) arasında değiştiği, ancak Hemşin Organik bölgesinden elde edilen çay yaprakları ile üretilen kuru yeşil çayın sulu ekstrak değerinin (%30.66) Çay Tebliği'ne uygun olmadığı tespit edilmiştir. Ham selüloz değerlerinin ise kuru yeşil çay örneklerinde %14.33-20.27 (en çok %16.5 olmalı) arasında olduğu ve Tirebolu yeşil çay örneği (%14.33) dışındaki diğer yeşil çay örneklerinin (Cumhuriyet, Hemşin Organik ve Sabuncular Organik) ham selüloz içeriklerinin Çay Tebliğine uygun olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.1. Farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylara ve üretim aşamalarına ait kalite parametreleri

PROSES AŞAMALARI	BÖLGELER	Rutubet (%)	Su Ekstraktı (%)	Toplam Polifenol (%)	Selüloz (%)	Toplam Kül (%)	Suda Çözünen Kül (%)	Suda Çözünen Külde Alkalilik (%)	Asitte Çözünmeyen Kül (%)
YAŞ YAPRAK	Cumhuriyet	73.81±0.23	33.61±0.05	16.10±0.96	18.48±0.14	5.05±0.00	58.95±0.06	1.61±0.04	0.11±0.00
	Tirebolu	76.00±0.01	33.40±1.06	17.59±1.40	14.29±0.24	4.77±0.03	63.86±0.39	1.69±0.01	0.11±0.01
	Hemşin organik	75.33±0.02	30.50±0.77	17.25±0.85	19.19±0.94	5.42±0.00	54.85±0.06	1.74±0.04	0.17±0.00
	Sabuncular organik	75.13±0.10	31.68±0.13	14.07±0.85	17.77±0.06	5.08±0.02	63.16±1.08	1.63±0.06	0.07±0.00
ŞOKLAMA ÇIKIŞI	Cumhuriyet	73.86±0.06	37.19±1.97	13.13±0.38	19.98±0.08	4.81±0.01	57.49±0.01	1.63±0.00	0.08±0.00
	Tirebolu	76.35±0.06	38.06±1.07	14.52±0.49	14.20±0.16	4.76±0.01	60.08±0.05	1.57±0.04	0.07±0.00
	Hemşin organik	75.40±0.13	30.86±0.92	17.81±0.61	20.09±0.06	5.60±0.01	49.28±0.08	1.65±0.03	0.04±0.00
	Sabuncular organik	77.87±0.04	34.28±1.28	13.70±1.13	18.06±0.62	5.20±0.01	59.86±0.06	1.70±0.03	0.05±0.00
KURU ÇAY	Cumhuriyet	4.78±0.08	36.82±1.96	15.50±0.35	19.48±0.08	4.85±0.02	57.44±0.38	1.62±0.03	0.12±0.01
	Tirebolu	3.23±0.02	37.68±1.33	16.93±0.58	14.33±0.64	4.59±0.01	59.29±0.02	1.62±0.01	0.14±0.01
	Hemşin organik	4.31±0.06	30.66±0.18	14.42±0.37	19.59±0.50	5.61±0.00	48.47±0.36	1.64±0.00	0.11±0.01
	Sabuncular organik	4.82±0.05	34.80±1.15	11.52±0.06	20.27±0.22	5.16±0.02	54.84±0.17	1.61±0.03	0.12±0.00

Tablo 4.2. Farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylara ve üretim aşamalarına ait kafein ve kateşin içerikleri

PROSES AŞAMALARI	BÖLGELER	Kafein (%)	Gallik Asit (%)	EGC (%)	C (%)	EGCG (%)	EC (%)	ECG (%)	Toplam Kateşin (%)
YAŞ YAPRAK	Cumhuriyet	1.61±0.01	0.00±0.00	3.07±0.01	0.00±0.00	8.52±0.01	0.70±0.06	1.36±0.01	13.65±0.01
	Tirebolu	2.02±0.01	0.00±0.00	4.92±0.01	0.00±0.00	10.31±0.01	0.71±0.01	1.65±0.01	17.59±0.06
	Hemşin organik	1.18±0.01	0.00±0.00	3.35±0.01	0.00±0.00	9.21±0.01	0.79±0.01	1.57±0.01	14.92±0.01
	Sabuncular organik	1.35±0.01	0.00±0.00	3.32±0.01	0.00±0.00	8.54±0.02	0.65±0.01	0.97±0.07	13.48±0.02
ŞOKLAMA ÇIKIŞI	Cumhuriyet	1.89±0.01	0.00±0.00	3.42±0.01	0.00±0.00	8.12±0.01	0.55±0.01	1.36±0.01	13.45±0.01
	Tirebolu	2.42±0.00	0.00±0.00	4.46±0.01	0.00±0.00	11.01±0.01	0.65±0.01	1.79±0.01	17.91±0.01
	Hemşin organik	1.57±0.01	0.00±0.00	4.74±0.02	0.00±0.00	9.91±0.01	1.24±0.02	2.05±0.01	17.94±0.01
	Sabuncular organik	1.41±0.01	0.00±0.00	3.78±0.02	0.00±0.00	8.80±0.20	0.68±0.02	1.22±0.01	14.48±0.02
KURU ÇAY	Cumhuriyet	2.19±0.01	0.02±0.00	3.72±0.02	0.01±0.01	7.08±0.01	0.71±0.01	1.46±0.02	12.98±0.01
	Tirebolu	2.59±0.01	0.02±0.00	4.39±0.01	0.11±0.01	9.41±0.01	0.71±0.01	1.64±0.02	16.26±0.02
	Hemşin organik	1.66±0.02	0.02±0.00	4.11±0.01	0.01±0.01	6.26±0.01	0.85±0.01	1.45±0.01	12.68±0.01
	Sabuncular organik	1.68±0.02	0.02±0.00	3.40±0.10	0.02±0.00	6.36±0.02	0.67±0.01	1.37±0.01	11.82±0.01

4.1. Rutubet

Taze çay sürgünlerinden üretilen yeşil çayların üretim aşamalarına bağlı olarak rutubet değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo.4.3. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama rutubet değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	Rutubet Değerleri (%)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	73.81	76.00	75.33	75.13
Şoklama Sonrası	73.86	76.35	75.40	77.87
Kuru Çay	4.78	3.23	4.31	4.82

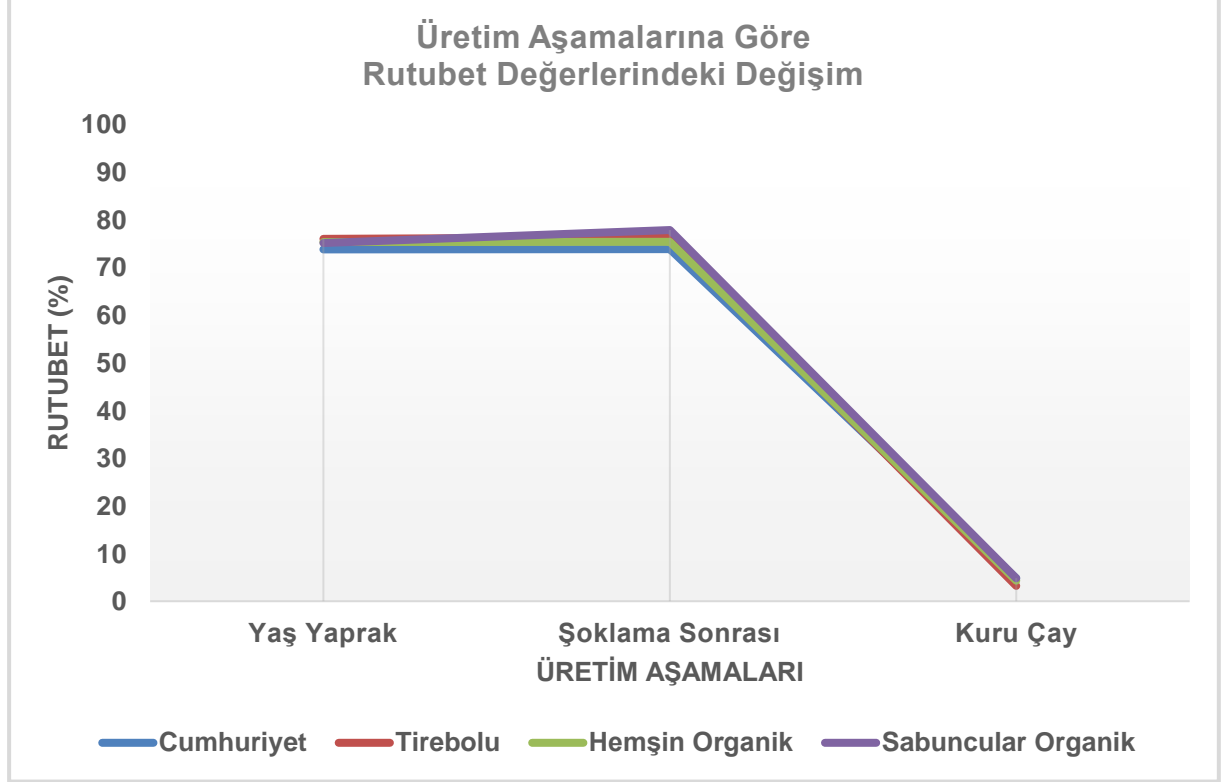
Tablo 4.3.'ün incelenmesiyle görüleceği üzere, rutubet değerlerinin yaş çay yaprağı örneklerinde %73.81-76.00, şoklama sonrasında %73.86-77.87 ve kuru çaylarda ise %3.23-4.82 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yeşil çaylardaki en düşük rutubet değeri Tirebolu'ndan temin edilen yaş çaydan üretilen yeşil çayda, en yüksek rutubet değerinin ise Sabunculardan temin edilen yaş çaydan üretilen yeşil çayda olduğu saptanmıştır.

Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'nde yeşil çay için rutubet değerinin en fazla %7 olması gerektiği belirtilmiştir (TGK, 2015).

Kurutma işlemi ile çayın rutubet içeriği %3 ile %5 arasına düşürülmediği takdirde mikroorganizmalar özellikle de küfler gelişebilmektedir. Nem değeri çay kalitesinin korunması açısından depolama süreci için son derece önemlidir (Wetherilt, Gürcan, Löker ve Özey, 1991).

Kuru çay kurutma fırınından yaklaşık %3.0 rutubet değeri ile çıkar. Kuru çay higroskopik özelliği nedeniyle hangi koşullarda bulunursa bulunsun fırından çıktıktan sonra bir miktar rutubet absorbe eder. Absorbe edilen rutubet miktarı çevrenin nisbi rutubet içeriği ile ilgilidir (Kacar, 2010). Üretilen kuru yeşil çaylardaki rutubet değerlerindeki farklılığın da kurutulan çayların bekletildiği ortamdaki nemi çekmelerinden kaynaklandığı kanısına varılmıştır.

Rutubet değerlerinin üretim aşamalarına göre değişimini gösteren grafik Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Rutubet değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi (g/100g)

Müezzinoğlu 2011 yılında yaptığı bir çalışmada; farklı dönemlerde hasat edilen yaş çay yapraklarından üretilen yeşil çay çeşitlerinin rutubet değerlerinin %4.92 ile %5.48 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Ilgaz ve diğerleri (2005), ÇAYKUR yeşil çaylarını kalite parametreleri açısından yabancı menşeli yeşil çaylarla karşılaştırmıştır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre; piyasada satılan yabancı menşeli yeşil çayların rutubet değerlerinin %5.6 ile %9.4 arasında değiştiği ve ortalama %7.1 olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, ÇAYKUR yeşil çaylarının rutubet değerlerinin ise %2.2 ile %3.4 arasında değiştiği ve ortalama %2.3 gibi çok daha düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Piyasada satışa sunulan yabancı menşeli yeşil çayların rutubet değerlerinin genellikle yüksek olmasının sebebinin de bu çayların ithal edildikten sonra Türkiye’de yeniden paketlenmesi sırasında yeşil çayların nem çektiğinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Özdemir (1997) tarafından yapılan bir çalışmada; yeşil çayda rutubet değerinin %6.76 olduğu ve siyah çaylarda da bu değer %5.04-7.47 aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Sivapalan (1982) kuru çayın nem değerinin %6'nın üzerine çıkmaması için; kurutma, tasnif, ambalajlama ve depolama işlemlerinin mümkün olduğunca hızlı ve nispi nem içeriğinin %45-50 civarında olan ortamlarda yapılması ve nem geçirgenliği düşük ambalaj materyallerinin kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Yaptığımız çalışmada çay örneklerinin rutubet değerleri yaş yaprakların şoklanması ardından fan yardımı ile soğutma işlemine tabii tutuldukları için bir miktar düşmüş, mamül çayda olması gereken değerlere ise kurutma işleminin ardından ulaşılmıştır. Çalışmamız sonucu yeşil çay örneklerimizin rutubet değerlerinin ilgili tebliğe (TGK, 2015) uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapmış olduğumuz çalışmada yeşil çay örneklerimizin ortalama rutubet değerlerinin sadece standartlarla değil aynı zamanda diğer araştırmacıların çalışmalarıyla da uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Su Ekstraktı

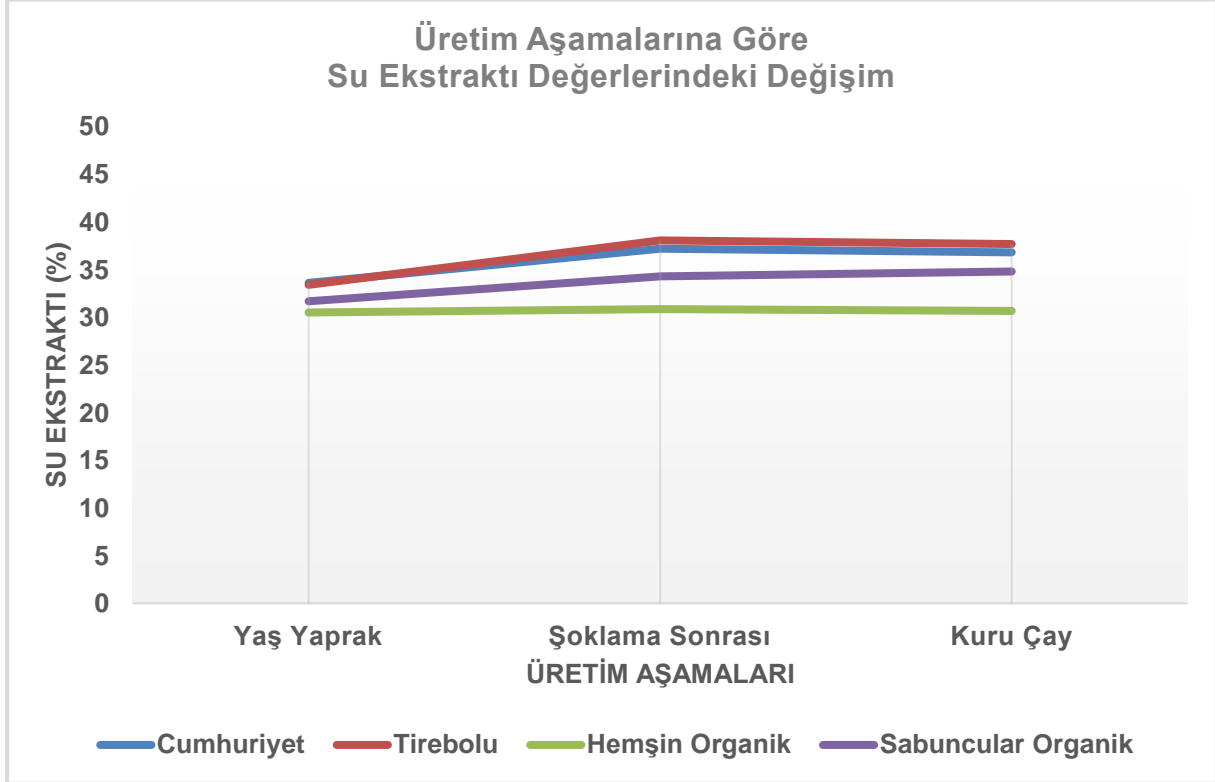
Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak su ekstrakt değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo.4.4.Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama su ekstrakt değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	Su Ekstraktı Değerleri (%)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	33.61	33.40	30.50	31.68
Şoklama Sonrası	37.19	38.06	30.86	34.28
Kuru Çay	36.82	37.68	30.66	34.80

Tablo 4.4'e göre ekstrakt değerleri %38.06-30.50 arasında tespit edilmiştir. Şoklama aşamasında kuru çaylarda ekstrakt değerleri %37.68-30.66 aralığında olup diğer proses aşamalarına göre daha düşük belirlenmiştir.

Su ekstraktı değerlerinin üretim aşamalarına göre değişimini gösteren grafik Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Su ekstraktı değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Şekil ve Tabloların incelenmesinden de görüleceği üzere proses aşamaları dikkate alındığında kuru çayların ekstrakt değerleri şoklama işlemiyle birlikte bir miktar artış gösterirken kurutma işlemi sonucunda ise düşme tespit edilmiştir.

İlgaz ve diğerlerinin 2005 yılında yaptıkları çalışmada hasat edilen çay yapraklarının ekstrakt değerleri 1. ve 2. hasat dönemlerinde incelenmiştir. Ekstrakt değerleri 1. hasat döneminde %41.72 ile %37.92 arasında değişirken 2. hasat döneminde %46.44 ile %41.12 arasında bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada 2.hasat dönemine ait ekstrakt değerlerinin 1. Hasat dönemine göre daha yüksek çıkmasının nedeni olarak çay yapraklarının fiziksel durumu, hasat dönemlerinin erken ya da geç gelmesi, toplama şekli v.b. nedenlere bağlı olabileceği, belirtilmiştir.

Yeşil çaydaki ekstrakt değerleri hasat dönemlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ülkemiz şartlarında hasat edilen yeşil çaylardaki ekstrakt değerlerinin bu değişimine çay yaprağının durumu, çayın çeşidi, yetiştirilme durumu, bakımı, iklim şartları ve yaprağın hasat mevsimi neden olmaktadır. Bunlar arasında ekstrakt değerini en fazla etkileyen faktör ise yaş çay yaprağının fiziki durumu olup, yaş çay yaprağı ne denli taze ise ekstrakt değeri de o denli yüksek çıkmaktadır (Kaptan, 1968).

Ilgaz ve diğerleri (2005) ÇAYKUR yeşil çaylarını kalite özellikleri açısından yabancı menşeli çaylarla karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda; ÇAYKUR yeşil çaylarının ortalama ekstrakt değerini %40.40 bulurken yabancı menşeli yeşil çayların ekstrakt değerini ise ortalama %39.80 olarak bulmuşlardır. Japonya’da üretimi yapılan bazı yeşil çayların ekstrakt değerleri ise Hojicha yeşil çayında %31.41; Matcha yeşil çayında %42.11 olarak bulunmuştur.

Ilgaz ve diğerleri tarafından 2006 yılında yapılan başka bir çalışmada ise siyah, beyaz, yeşil ve oolong çay çeşitlerinin ekstrakt değerleri incelenmiştir. En yüksek ekstrakt değeri %45.61’lik ortalama ile beyaz çaylarda bulunmuştur. Beyaz çaylarda çıkan bu yüksek değer, hammaddenin tamamen tomurcuk kısmından oluşmasından kaynaklanmaktadır. Diğer çay çeşitlerindeki ortalama ekstrakt değerleri ise sırasıyla şu şekilde bulunmuştur; yeşil çaylarda %39.81; siyah çaylarda %33.95 ve oolong çaylarda %31.55.

Müezzinoğlu 2011 yılında yapmış olduğu çalışmada yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak elde edilen ekstrakt değerlerini belirlemiş ve en yüksek ekstrakt değerini 1. Hasat dönemine ait çaylarda bulmuştur. Buna göre; 1.hasat döneminde ortalama %41.179, 2. ve 3. hasat dönemi çaylarda ise sırasıyla ortalama %37.05 ve %35.027 olarak bulunmuştur.

Yapmış olduğumuz çalışmada ekstrakt değerleri şoklama işlemiyle birlikte artış göstermiştir. Çünkü şoklama işleminde hücre duvarları zayıflamakta, yaprağın ekstraksiyon kabiliyeti artmaktadır. Bu da yapraktaki ekstraktın demeye geçmesini kolaylaştırmış ve aynı zamanda hızlandırmıştır. Kurutma işlemi sonucunda ekstrakt değerlerinin yaş yaprağa göre bir miktar artış gösterdiği ancak şoklama işlemindeki değere göre çok az bir oranda düştüğü gözlemlenmiştir. Bu durum kurutulmuş ürünlerin, yaş ürünlere oranla daha fazla ekstraksiyon süresine ihtiyaç göstermesi ile açıklanabilir. Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği’ne göre yeşil çay

için ekstrakt değeri en az %32 olarak belirtilmiştir (TGK, 2015). Buna göre; üretimi tamamlanmış olan yeşil çay örneklerimizden Cumhuriyet, Tirebolu ve Sabuncular Organik için ekstrakt değerleri ilgili tebliğe uygun olarak tespit edilmişken Hemşin Organik için belirlenen ekstrakt değeri bir miktar düşük tespit edilmiştir. Hem sürgün sonu olması hem de organik plantasyonda toprağa uygun gübre verilmemesi Hemşin organik fabrikasından temin edilen çay yapraklarının ekstraktının düşük olmasına neden olabileceği kanısına varılmıştır.

Ekstrakt değeri çayda en önemli kalite parametrelerinden biridir. Yaş çay yaprakların fiziksel durumu da bunu önemli ölçüde etkilemektedir. Yaprığın daha genç ve körpe olması, hasat ediliş şekli ve hatta çayın çeşidi sonucu ciddi derecede değiştirmektedir. Tirebolu çay fabrikasından alınan yaş yaprakların hem daha körpe oluşu ve hem de toplama standardının diğerlerinden daha iyi olması ile açıklanabilir. Bu durum sonuca açık bir şekilde yansımıştır.

4.3. Toplam Polifenol

Polifenoller çay yaprağının en önemli bileşenleri olup taze çay yaprağında bulunan başlıca fenolik bileşikler, flavan-3-oller (kateşinler) ve flavonol glikozitlerdir (Özdemir, 1992, Türkmen, 2007).

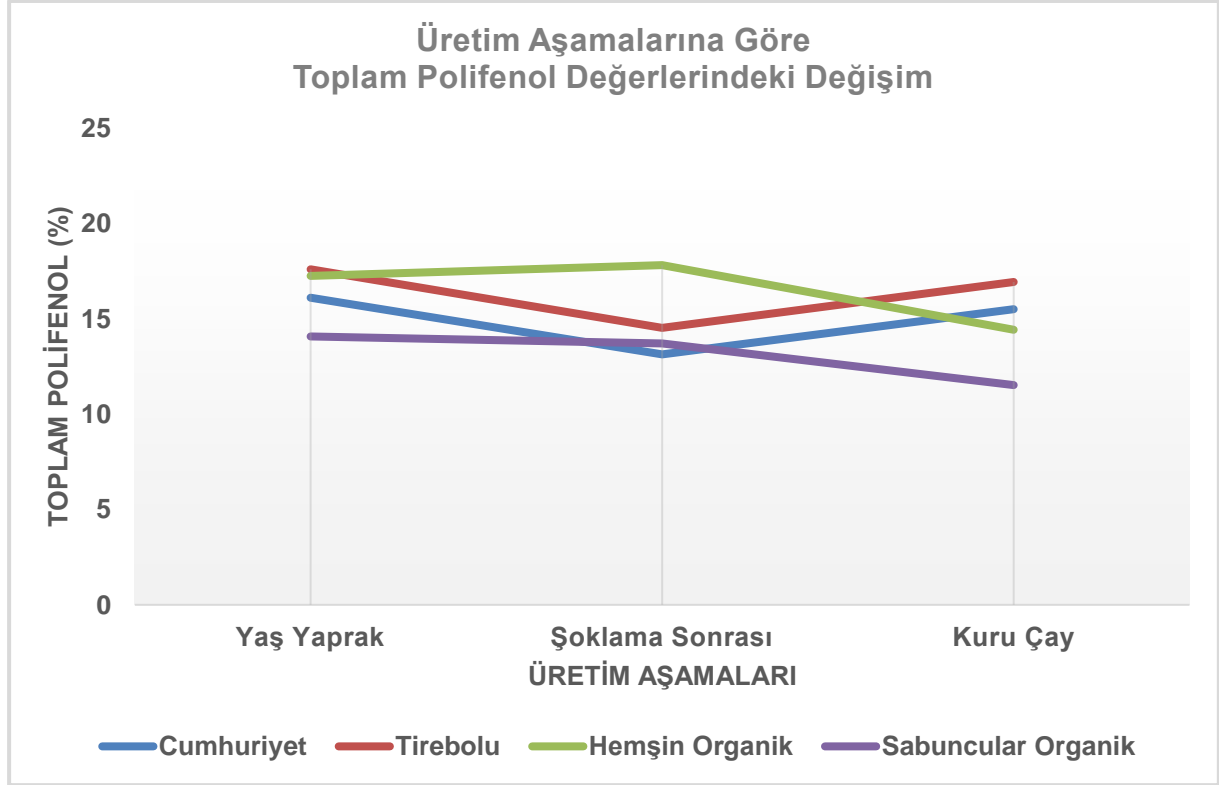
Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak toplam polifenol değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo.4.5. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama toplam polifenol değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	Toplam Polifenol Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	16.10	17.59	17.25	14.07
Şoklama Sonrası	13.13	14.52	17.81	13.70
Kuru Çay	15.50	16.93	14.42	11.52

Tablo 4.5’e göre polifenol değeri % 17.81 ile % 11.52 arasında saptanmıştır. Kuru çayda polifenol değeri Tirebolu çay fabrikasından alınan yaş çaylardan üretilen yeşil çaylarda en

yüksek düzeyde tespit edilmiş olup ortalama %16.93 olarak belirlenmiştir. Kuru çaydaki en düşük polifenol değeri ise Sabuncular çay fabrikasından alınan yaş çaylardan üretilen yeşil çaylarda ortalama %11.52 olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'ne göre yeşil çay için polifenol değeri en az %11 olarak belirtilmiştir (TGK, 2015).



Şekil 4.3. Toplam polifenol değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Yao ve diğerleri (2006b) siyah, yeşil, beyaz ve oolong çay çeşitlerinin toplam polifenol değerlerini tespit etmek için yaptıkları bir çalışmada; toplam polifenol değerleri ortalama beyaz çaylarda %18.47; yeşil çaylarda %15.34; oolong çaylarda %11.12; siyah çaylarda ise %9.60 olarak bulunmuştur.

Karori ve diğerleri (2007) 3 farklı yeşil çay çeşidinde toplam polifenol değerlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda; Kenya yeşil çayında toplam polifenol değeri ortalama %26.28 olarak tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla %19.57 ortalama ile Japon yeşil çayı ve %15.12 ortalama ile de Çin yeşil çayı takip etmiştir.

İlgaz ve diğeri (2005) 2004 yılı 1. Hasat dönemine ait çaylardan üretilen 22 farklı ÇAYKUR tasnifsiz yeşil çaylarının polifenol değerleri %23.9 ile %34.3 arasında değişmekle birlikte ortalama %31.1 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca 6 farklı ÇAYKUR yeşil çaylarının polifenol değerleri piyasada satılan farklı menşeli 6 farklı yeşil çaylarla kıyaslamışlardır. Çalışma sonucunda; ÇAYKUR yeşil çayların polifenol değerleri ortalama %31.4 olarak tespit edilirken yabancı menşeli yeşil çayların polifenol değerleri ortalama % 30.7 olarak tespit edilmiştir.

Müezzinoğlu (2011) farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin toplam polifenol değerini tespit etmiş ve en yüksek polifenol değerinin ortalama %15.64 ile 1. hasat dönemine ait olduğunu belirtmiştir. Bu durumu da mevsimlere bağlı olarak bitki gelişiminin değişmesiyle ilişkilendirmiştir. Aynı çalışmada 2. hasat dönemine ait polifenol değeri ortalama %15.34; 3. hasat dönemine ait polifenol değeri ise ortalama %14.49 olarak tespit edilmiştir.

Astill ve diğeri (2001) yaptıkları çalışmada farklı yeşil çaylarda toplam polifenol değerlerini tespit etmişlerdir. Buna göre toplam polifenol değerlerinin ortalama %11.9 ile %25.2 arasında değişmekte olduğu belirtilmiş ve ortalama toplam polifenol değeri %17.5 olarak verilmiştir.

Hilton ve Jones-Palmer (1973)'in çalışmalarında belirttikleri gibi çay yaprağının içeriğindeki polifenol değeri bitki metabolizmasına, güneşlenme durumuna, iklim koşullarına, alınan kültürel tedbirlere, bitki besin elementlerinin durum ve miktarına, çay yaprağının yaşına ve genetik yapısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Hasat dönemi çay yapraklarının polifenol miktarını etkilemektedir. Bunun yanı sıra aynı gün içerisinde hasat edilen yaprakların hasat zamanı bile içeriğindeki polifenol miktarlarında değişikliğe neden olmaktadır. Örneğin; akşam toplanan yaprakların bütün gün güneş ışığına maruz kalmalarından ötürü polifenol miktarları sabah toplananlara göre daha yüksektir (Tekeli 1976).

Çalışmamız sonucu kuru yeşil çay örneklerimizin polifenol değerleri yeşil çay tebliğine uygun bulunmuş olup en yüksek polifenol değeri Tirebolu çeşidinde tespit edilmiştir. Çay yaprağının çeşidinin polifenol değerini etkilediği göze alındığında Tirebolu'ndaki çay

çeşitlerinin yeşil çay üretimi için daha uygun olduğu belirlenmiştir. Proses aşamalarındaki polifenollerin %15'i sabit kalırken diğer % 85'lik kısmı değişime açıktır. Yeşil çay örneklerinin polifenol değerlerinde az miktarda gerçekleşen değişim, farklı biyokimyasal reaksiyonlara bağlı olabileceği gibi çay örneklerinin içerdiği selüloz değerine bağlı olarak da değişebilir.

4.4. Selüloz

Çay yapraklarının işlenmesi sırasında lif oluşturarak randımanı düşüren selüloz aynı zamanda görünümü de bozarak kuru çayın kalitesini olumsuz yönde etkiler (Wetherilt ve diğerleri, 1991).

Selüloz değeri taze çay yapraklarında düşüktür. Ancak standartlara uyulmadan hasat edilen yapraklarda bu miktar yükselir. Selüloz suda çözünmediği için toplam kuru madde içeriğindeki oranı arttırarak diğer bileşiklerin miktar ve oranının azalmasına neden olur ve bu da kuru çay kalitesini düşürdüğü için yüksek selüloz değeri istenmeyen bir durumdur (Tekeli, 1976).

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak selüloz değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.6'da verilmiştir.

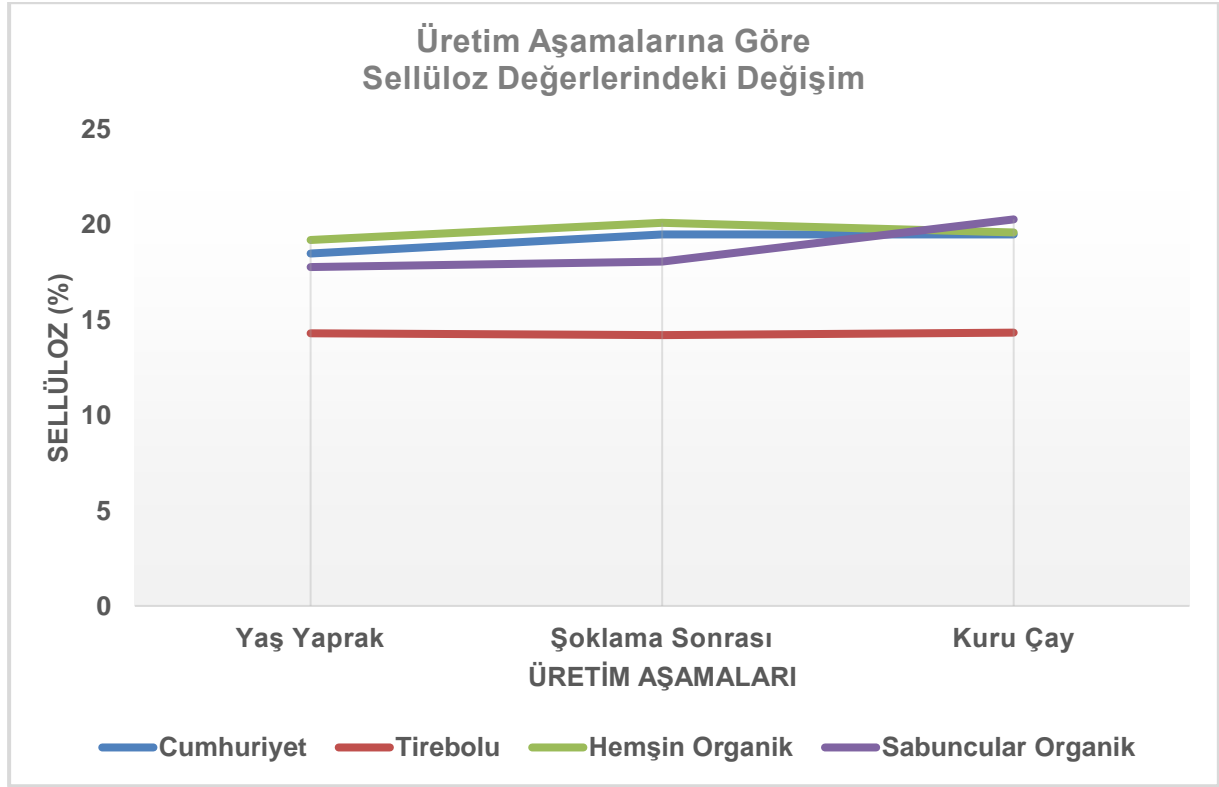
Tablo.4.6. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama selüloz değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	Selüloz Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	18.48	14.29	19.19	17.77
Şoklama Sonrası	19.98	14.20	20.09	18.06
Kuru Çay	19.48	14.33	19.59	20.27

Tablo 4.6'ya göre selüloz değerleri ortalama %20.27 ile %14.20 arasında bulunmuş olup en düşük selüloz değeri Tirebolu çay fabrikasından alınan yaş çaylardan üretilen yeşil çaylarda tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'ne göre yeşil çay için selüloz değeri en çok %16.5 olarak belirtilmiştir (TGK, 2015).

Selüloz değerlerinin proses aşamalarına göre değişimini gösteren grafik Şekil 4.4'deki gibidir.



Şekil 4.4. Selüloz değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Çalışmamız sonucunda üretimi tamamlanmış olan yeşil çay örneklerimizden Tirebolu için selüloz değeri ilgili tebliğe uygun olarak tespit edilmişken diğer çay örneklerinin selüloz değerleri yüksek saptanmıştır. ÇAYKUR yeşil çay üretiminde, işlenen çaylar kurutmanın ardından kırıcıdan ve lif tutucudan geçirilip tasnif edilirler. Bu sebepten dolayı de selüloz miktarları düşük çıkar. Yaptığımız tez çalışmasında ise yaprak yeşil çay ürettiğimiz için kurutulan çaylar gerek kırıcıdan gerekse lif tutucudan geçirilmemiştir. Bu da üretimi tamamlanan kuru çayların selüloz değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmuştur.

4.5. Toplam Kül

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak toplam kül değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo.4.7. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama toplam kül değerleri (g/100g)

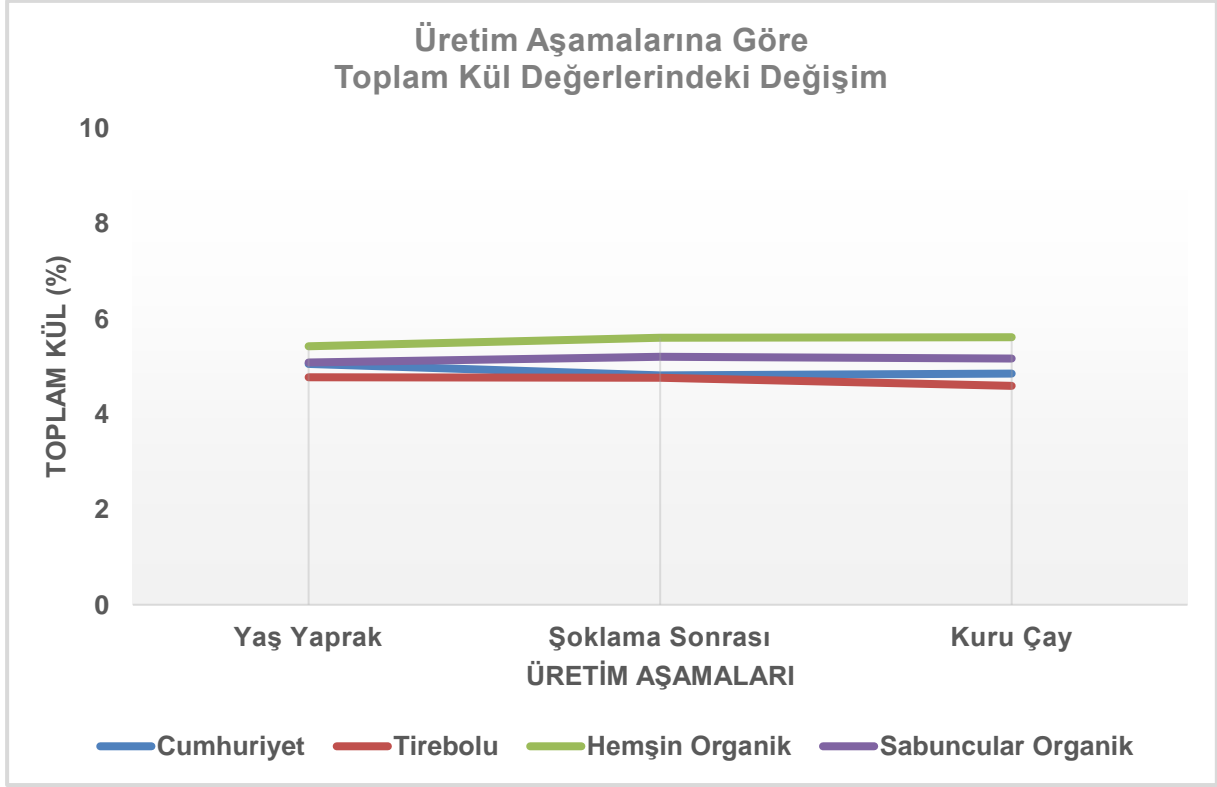
Proses Aşamaları	Toplam Kül Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	5.05	4.77	5.42	5.08
Şoklama Sonrası	4.81	4.76	5.60	5.20
Kuru Çay	4.85	4.59	5.61	5.16

Tablo 4.7’ye göre toplam kül değerleri %5.61 ile %4.81 arasında bulunmuş olup proses aşamalarına göre değerlendirildiğinde toplam kül değerlerinde önemli bir farklılık saptanmamıştır.

Toplam kül değerlerinin proses aşamalarına göre değişimini gösteren grafik Şekil 4.5’deki gibidir.

İlgaz ve ark (2005) ÇAYKUR yeşil çayları ile yabancı menşeli yeşil çayların kalite parametrelerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ÇAYKUR yeşil çayları için toplam kül değerlerini %5.3 ile %5.6 arasında ortalama %5.4 olarak bulmuşken yabancı menşeli yeşil çaylar için bu değerleri %5.7 ile %7.7 arasında ortalama %6.8 olarak belirlemişlerdir. ÇAYKUR ve yabancı menşeli çayların toplam kül içeriklerinin ulusal ve uluslararası standartlarda belirtilen değerlere uygun oldukları belirtilmiştir.

Kacar, Taban ve Kütük (1991) yaptıkları bir çalışmada, ÇAYKUR tarafından üretilen ve 8 ilden alınan değişik çay örneklerinin nem ve toplam kül değerlerini incelemiştir. Buna göre; ÇAYKUR çaylarının toplam kül değerleri %3.0 ile %9.0 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada özel sektör tarafından üretilen ve paketlenen çayların ve yabancı çayların nem ve kül değerleri incelenmiştir. Özel sektör çaylarında toplam kül değerleri %2.5 ile %8.5 arasında; yabancı sektör çaylarda ise %2 ile %12 arasında tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Toplam kül değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'ne göre yeşil çay için toplam kül değeri en az %4 en çok %8 olarak belirtilmiştir (TGK, 2015). Buna göre; üretimi tamamlanmış olan yeşil çay örneklerimiz için toplam kül değerleri ilgili tebliğe uygun olarak saptanmıştır.

Çalışmamız sonucunda elde edilen yeşil çaylar arasında en düşük kül değeri Tirebolu'ndan üretilen çay çeşidinde tespit edilmiştir.

4.6. Suda Çözünen Kül

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak suda çözünen kül değerlerinde Tablo 4.8'de verilmiştir.

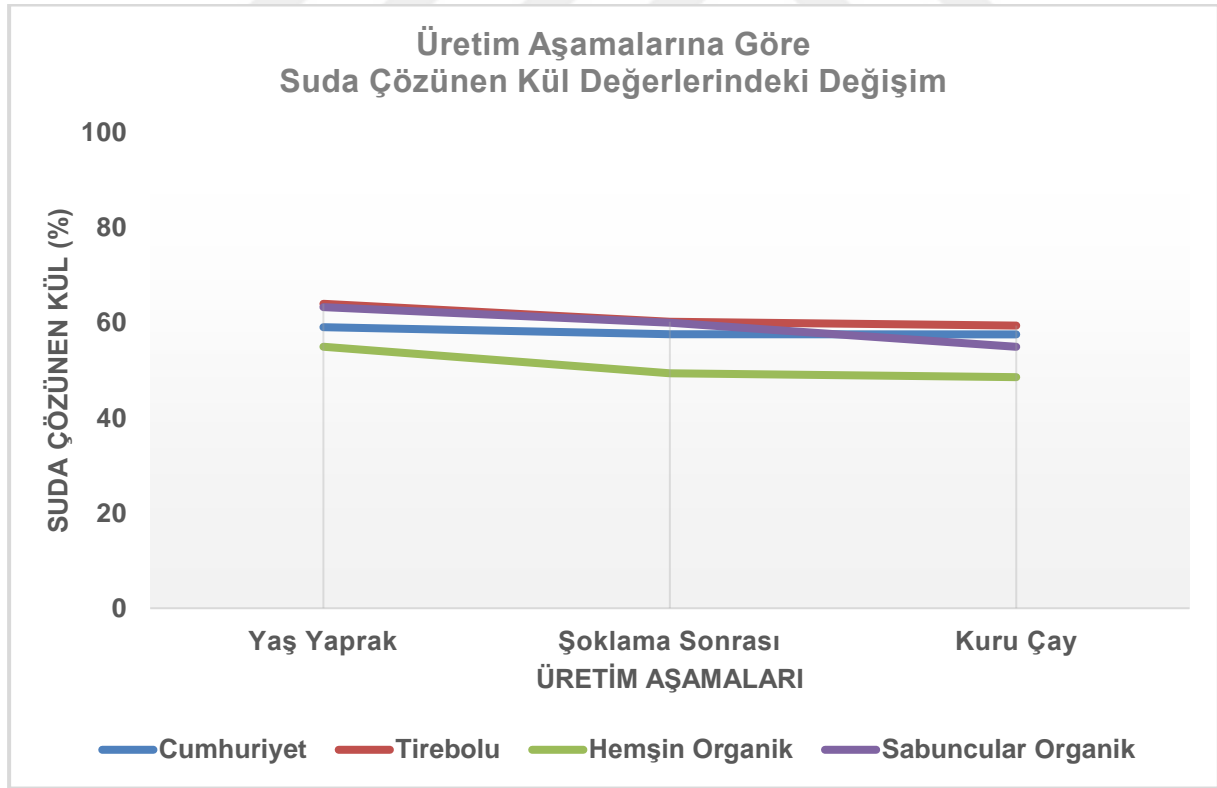
Tablo 4.8'e göre suda çözünen kül değerleri %48.47 ile %63.86 arasında bulunmuştur. Suda çözünen kül değerleri proses aşamalarına göre değerlendirildiğinde önemli bir farklılık saptanmamıştır.

Tablo.4.8. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama suda çözünen kül değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	Suda Çözünen Kül Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	58.95	63.86	54.85	63.16
Şoklama Sonrası	57.49	60.08	49.28	59.86
Kuru Çay	57.44	59.29	48.47	54.84

Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'ne göre yeşil çay için suda çözünen kül değeri en az %45 olarak belirtilmiştir (TGK, 2015). Buna göre; üretimi tamamlanmış olan yeşil çay örneklerinin için suda çözünen kül değerleri ilgili tebliğe uygun olduğu belirlenmiştir.

Suda çözünen kül değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.6'daki gibidir.



Şekil 4.6. Suda çözünen kül değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

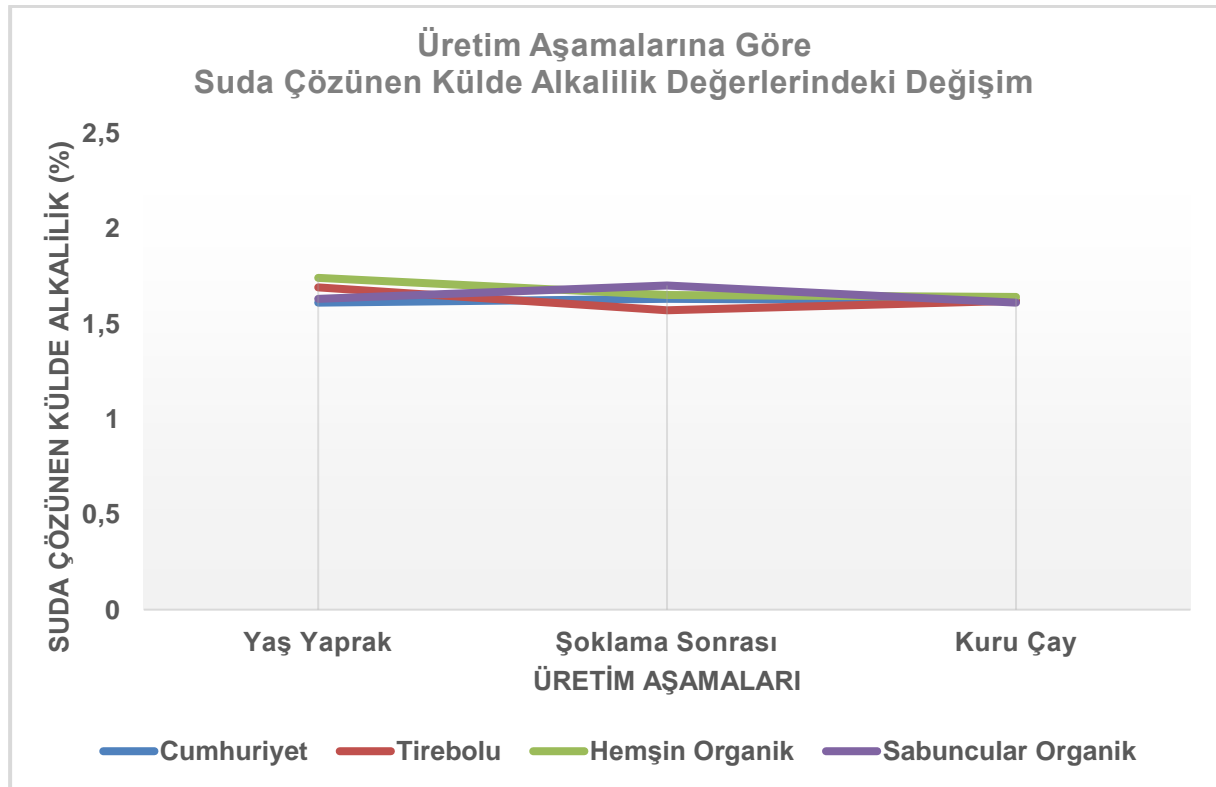
4.7. Suda Çözünen Külde Alkalilik

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak suda çözünen külde alkalilik değerleri Tablo 4.9'da verilmiştir. Suda çözünen külde alkalilik değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.7'deki gibidir.

Tablo.4.9. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama suda çözünen külde alkalilik değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	Suda Çözünen Külde Alkalilik Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	1.61	1.69	1.74	1.63
Şoklama Sonrası	1.63	1.57	1.65	1.70
Kuru Çay	1.62	1.62	1.64	1.61

Tablo 4.9'da görüldüğü üzere suda çözünen külde alkalilik değerleri %1.57 ile %1.74 arasında tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. Suda çözünen külde alkalilik değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'ne göre yeşil çay için suda çözünen külde alkalilik değeri en az %1 en çok da %3 olarak belirtilmiştir (TGK, 2015). Buna göre; üretimi tamamlanmış olan yeşil çay örneklerimizde suda çözünen külde alkalilik değerleri ilgili tebliğe uygun sonuçlar elde edilmiştir.

4.8. Asitte Çözünmeyen Kül

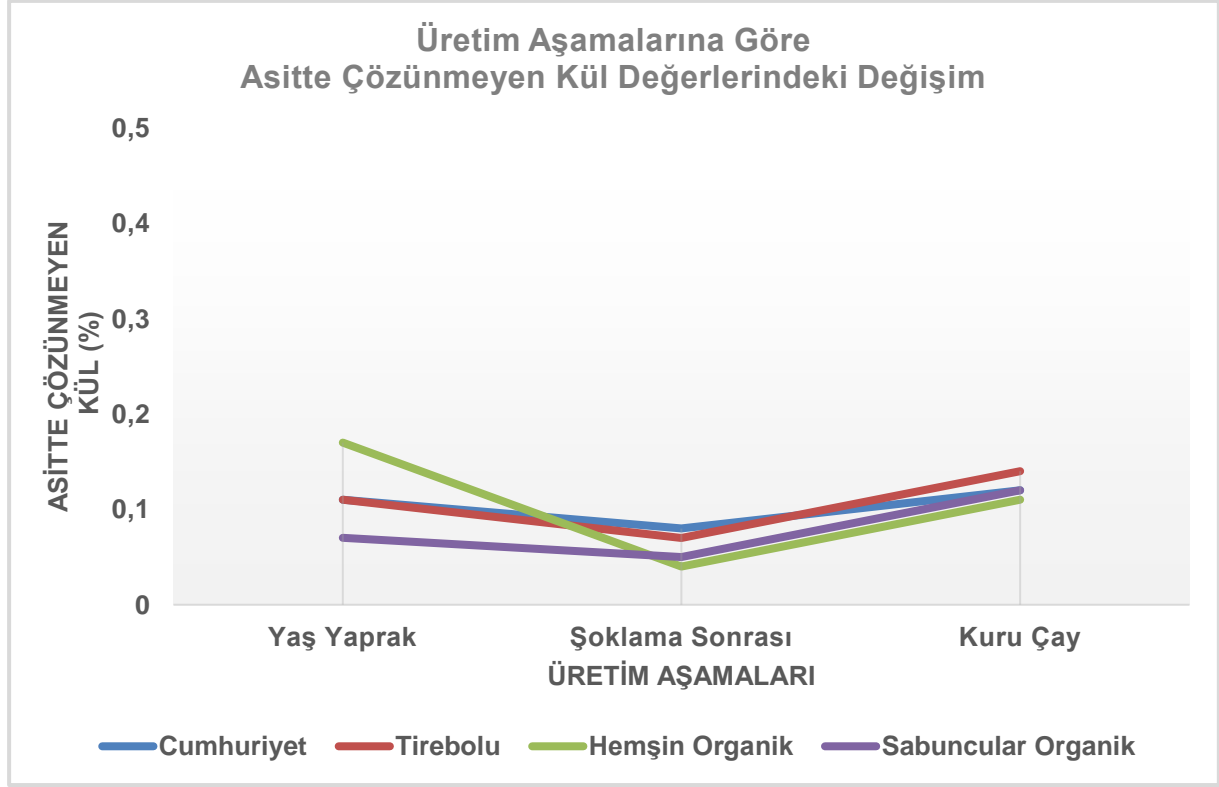
Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak asitte çözünmeyen kül değerleri Tablo 4.10'da verilmiştir. Asitte çözünmeyen kül değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.8'deki gibidir.

Tablo 4.10. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama asitte çözünmeyen kül değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	Asitte Çözünmeyen Kül Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	0.11	0.11	0.17	0.07
Şoklama Sonrası	0.08	0.07	0.04	0.05
Kuru Çay	0.12	0.14	0.11	0.12

Tablo 4.10'da verildiği gibi asitte çözünmeyen kül değerleri için %0.04 ile %0.17 arasında sonuçlar elde edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği'ne göre yeşil çay için asitte çözünmeyen kül değeri en çok %1 olarak belirtilmiştir (TGK, 2015). Buna göre; üretimi tamamlanmış olan yeşil çay örneklerimizin asitte çözünmeyen kül değerleri ilgili tebliğe uygun olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Asitte çözünmeyen kül değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

4.9. Kafein

Kafein bir alkaloid olup çayın aranan bir içecek olmasında önemli role sahiptir. Kafein ayrıca farmakolojik olarak da çayın niteliğini ve tadını olumlu yönde etkilemektedir (Kacar, 2010). Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak kafein değerleri Tablo 4.11’de verilmiştir.

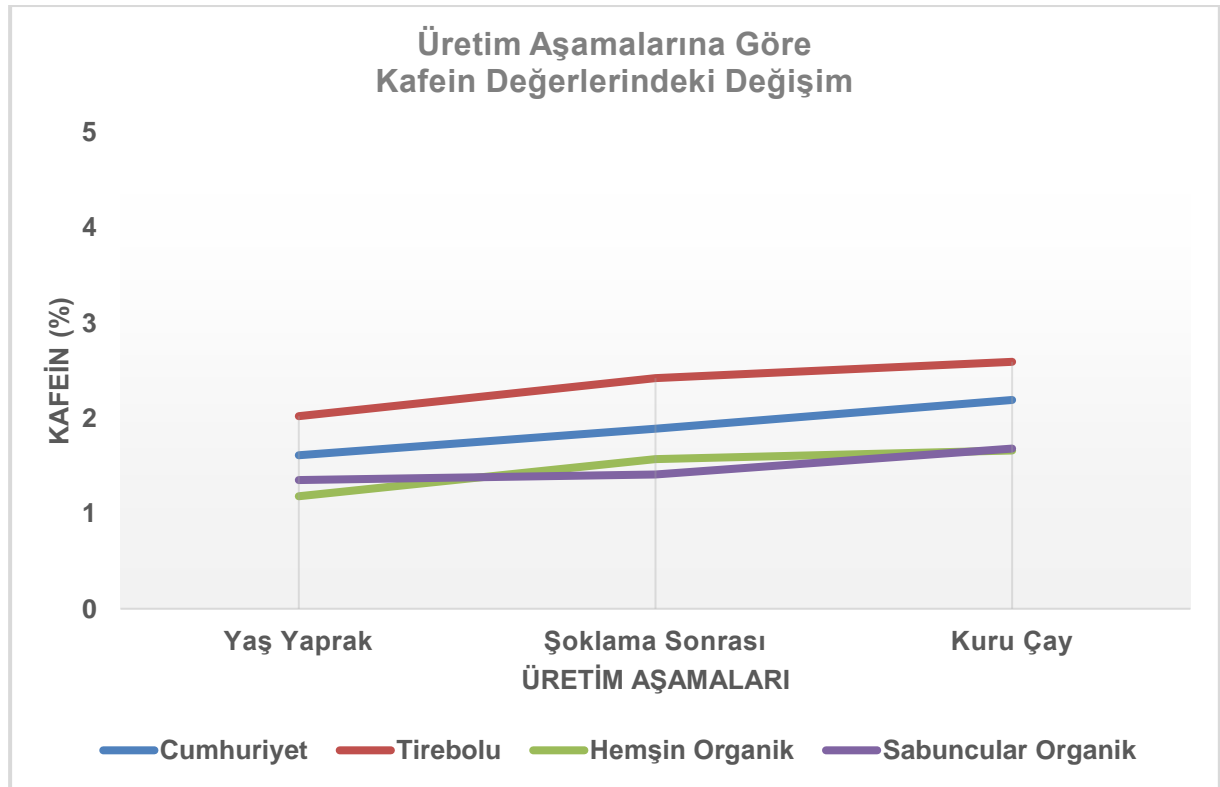
Tablo.4.11. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama kafein değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	Kafein Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	1.61	2.02	1.18	1.35
Şoklama Sonrası	1.89	2.42	1.57	1.41
Kuru Çay	2.19	2.59	1.66	1.68

Tablo.4.11’de verildiği gibi kafein değerleri %1.18 ile %2.59 arasında tespit edilmiştir. Kuru çayda en yüksek kafein değeri Tirebolu çeşidinde %2.59 en düşük kafein değeri ise Hemşin organik çeşidinde %1.66 olarak sonuç elde edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği’ne göre yeşil çayın kafein değeri en az %1.6 olarak belirtilmiştir (TGK, 2015). Buna göre; üretimi tamamlanmış olan yeşil çay örneklerimizin kafein değerlerinin ilgili tebliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Kafein değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.9’daki gibidir.



Şekil 4.9. Kafein değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Rahman, Kalam, Salam ve Rana 2013 yılında Bangladeş’te yaptıkları bir araştırmada yaşlı yapraklardan elde edilen yeşil ve oolong çaylarda kafein, polifenol, lipit gibi esansiyel bileşenlerin miktarına bitkinin yaşlanması etkisini araştırmışlardır. Yapılan araştırmalarda farklı yaşlarda çay yapraklarından elde edilen yeşil ve oolong çayda rutubet, kafein, polifenol, lipit, protein, kül, askorbik asit, asitlik ve pH değerlerine bakılmış ve her bir analizde yeşil çay değerleri oolong çaya oranla daha yüksek bulunmuştur. Belirtilen analizlerin

sonuçları sırasıyla yeşil çay için rutubet değeri %3.49-6.38; kafein değeri %1.49-4.91; polifenol değeri %18.23-30.88; lipit değeri %7.50-9.58; protein değeri %13.15-17.33; kül değeri %3.87-7.86; askorbik asit değeri 21.3-48.4 (mg); asitlik değeri %1.18-2.13 ve pH değeri %5.52-5.97; oolong çayda rutubet değeri %2.98-6.19; kafein değeri %1.11-4.68; polifenol değeri %8.23-20.89; lipit değeri %6.40-9.13; protein değeri %13.03-17.19; kül değeri %3.44-7.57; askorbik asit değeri %6.44-0.98 (mg); asitlik değeri %2.02-1.02 ve pH değeri %5.53-5.97 olarak bulunmuştur. Belirtildiği üzere yeşil çay için kafein değeri %1.49 ile %4.91 arasında değişmekteyken oolong çay için bu değer %1.11 ile %4.68 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar ışığında genç yaprakların (5-8 günlük) yeşil ve oolong her iki çay çeşidinde de çay işlemesine daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Müezzinoğlu (2011) farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin kafein değerlerini belirlediği çalışmada kafein değerlerini 1.hasat dönemi için ortalama %2.37, 2. hasat dönemi için ortalama %2.21 ve 3. hasat dönemi için de ortalama %2.08 olarak tespit etmiştir.

İlgaz ve diğerleri 2005 yılında yaptıkları çalışmada ÇAYKUR tarafından üretilen 2004 yılı 1. sürgün tasnifsiz 22 yeşil çay örneklerinin kafein miktarlarının %2.34 ile %3.39 arasında değiştiğini ortalama kafein değerinin ise %2.86 olduğunu belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada ÇAYKUR tarafından üretilen 6 farklı yeşil çayın kafein değerleri ile piyasada satılan yabancı menşeli yeşil çayların kafein değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçta; yabancı menşeli çayların kafein değerlerinin %1.68 ile %2.15 arasında değiştiği ve ortalama değerinin %1.92 olduğu belirlenmişken ÇAYKUR yeşil çaylarının kafein değerleri %1.87 ile %2.12 arasında değiştiği ve ortalama değerinin de %2.07 olduğu belirlenmiştir.

2005 yılında yapılan ve Japonya’da üretilen 6 farklı yeşil çayın bazı analizlerinin yapıldığı bir çalışmada kafein değerleri % 1.88 ile %3.95 arasında değiştiği ve ortalama kafein değerinin ise %2.98 olduğu belirtilmiştir (Kacar, 2010).

Goto, Yoshida, Kiso ve Nagashima (1996) tarafından kafein değerleri yönünden incelenen siyah, beyaz, yeşil ve oolong çaylar arasından en yüksek kafein içeriği %5.41 ortalamayla beyaz çayda bulunmuştur. Diğer çay çeşitlerindeki ortalama kafein değerleri ise

sırasıyla şu şekilde tespit edilmiştir; yeşil çaylarda %3.55; oolong çaylarda %2.86 ve siyah çaylarda %2.65.

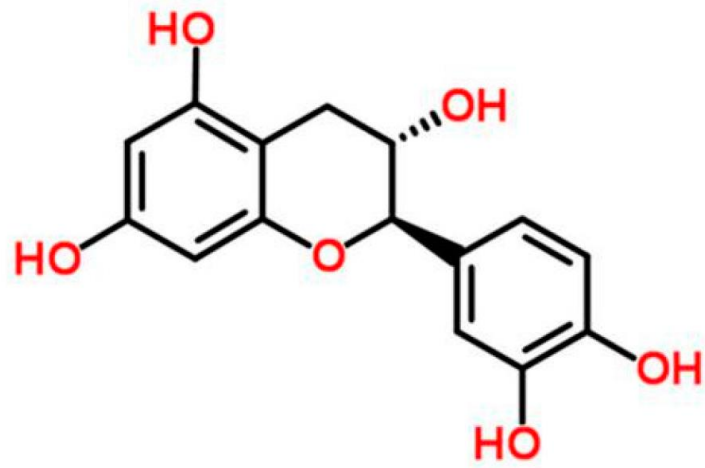
Astill ve diğerleri 2001 yılında Assam yaş çay yaprağından (*C.sinensis var. Assamica*) üretilen siyah ve yeşil çayın değişik işleme aşamalarında yaş çay yaprağının içeriğindeki değişme durumu ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Sonuçta; yaş çay yaprağının kafein değeri %3.18 olarak bulunurken işleme aşamalarında bu değer yükselmiştir. Buna göre kafein değerleri; kısa soldurulmuş yaş çay için %3.82; tavada kurutulmuş yaş çay için %3.77; kıvrılmış yaş çay için %3.74 ve fırında kurutulduktan sonra elde edilen kuru yeşil çay için ise %3.77 olarak belirtilmiştir. Yine aynı araştırmada araştırmacılar 95 farklı yeşil çay için kafein değerlerini belirlemişlerdir. Sonuçta; yeşil çayda kafein değerlerini %1.18 ile %3.66 arasında değişen ve ortalama değer %2.69 olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlenme prosesi boyunca tüm basamaklarda kafein değerlerinde yükselme tespit edilmiştir. Bu durum diğer araştırmacıların çalışmalarıyla kıyaslandığında çalışmamızla paralellik gösterdiği saptanmıştır. Kafein değerinin proses aşamaları boyunca artış göstermesi suda çözünen kuru madde miktarının artışından kaynaklanmış olabilir. Kafein değerleri yeşil çay çeşitleri arasında kıyaslandığında Tirebolu çay çeşidinin en yüksek kafein değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Tirebolu'ndan temin edilen yaş çay yapraklarının diğer çeşitlere göre daha taze ve körpe olması ayrıca daha doğru hasat edilmiş olması kafein değerinin daha yüksek olmasını sağladığı kanısına varılmıştır.

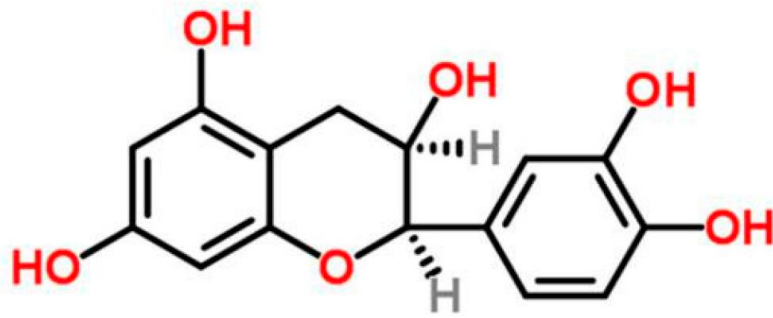
4.10. Katesin

Çayda bulunan polifenollerin önemli bir kısmı flavanoller olarak da adlandırılan katesinlerdir. Çay bitkisindeki polifenol miktarı genç yapraklarda en yüksek düzeyde iken yaşlı yapraklara doğru gittikçe azalır (Kacar, 2010).

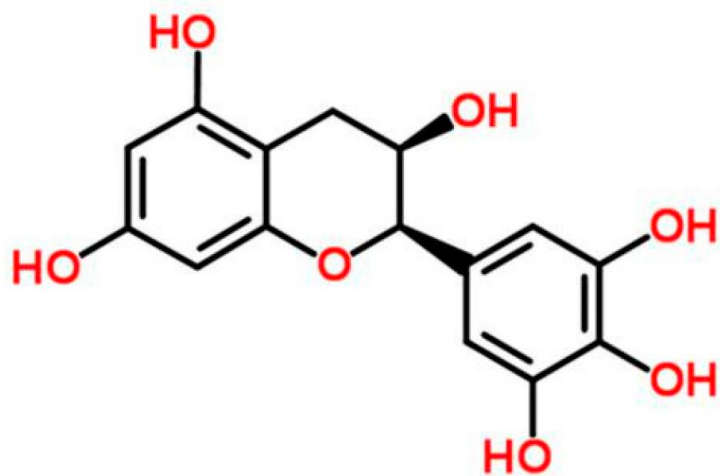
Çay yaprağında bulunan katesinlerin açık formülleri Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14 de verilmiştir.



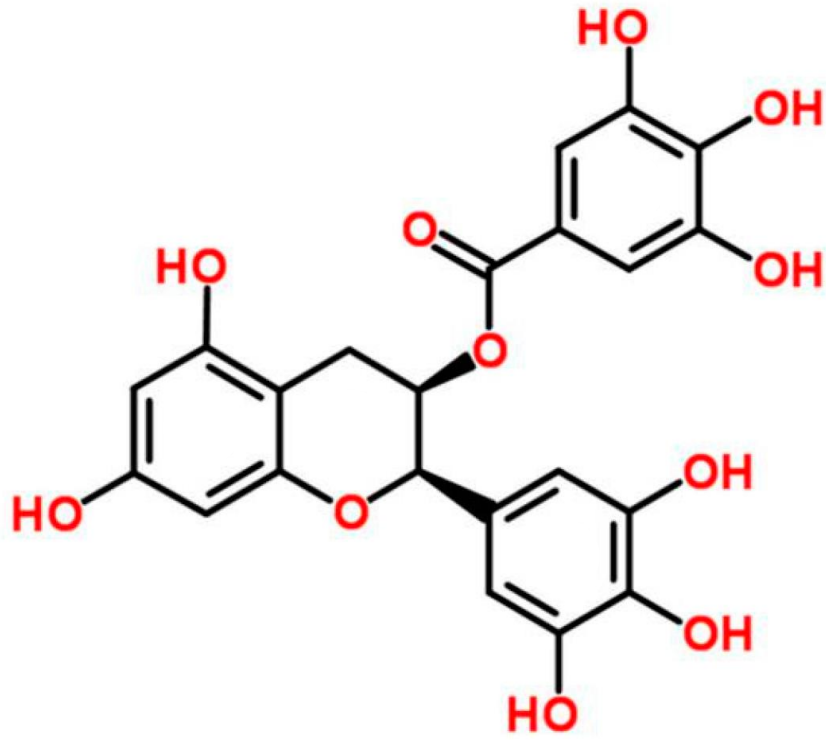
Şekil 4.10. Kateşin (C)



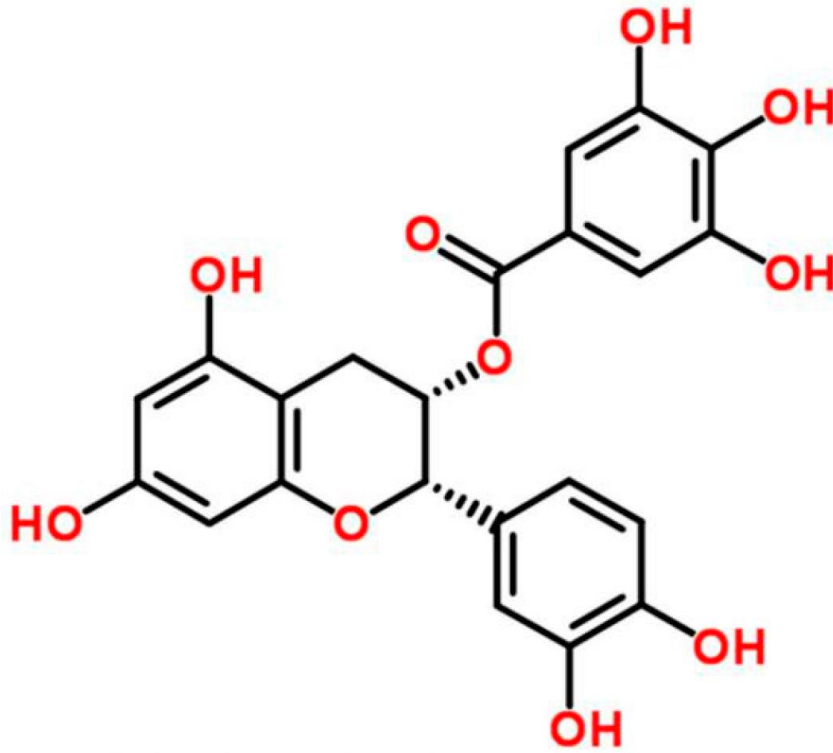
Şekil 4.11. Epikateşin (EC)



Şekil 4.12. Epigallokateşin (EGC)



Şekil 4.13. Epigallokateşin gallat (EGCG)



Şekil 4.14. (ECG) Epikateşin galat

Brezilya’da Peres, Tonin, Tavares ve Rodriguez-Amaya tarafından 2011 yılında yapılan bir çalışmada yeşil çayda kateşin miktarı tespiti için elektrokinetik kromatografi yöntemi (RFMEKC) 6 örneğe uygulanmıştır. Epigallokateşin gallat (EGCG) (23.4-112.4 µg/mL) içeriği en yüksek oranda tespit edilmiş olup, Epigallokateşin (EGC) (18.4-78.9 µg/mL), Epikateşin gallat (ECG) (5.6-28.6 µg/mL), Epikateşin (EC) (4.6-14.5 µg/mL) ve Kateşin (C) değerleri (3.2-8.2 µg/mL) şeklinde bulunmuştur.

2007 yılında Karori ve diğerleri tarafından Kenya’da yapılan bir çalışmada, ticari olarak satışı yapılan farklı tiplerde çayların antioksidan aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada Kenya’da yetişen çaylardan üretilmiş siyah, yeşil, oolong ve beyaz çaylar ile Japon ve Çin yeşil çayları kullanılmıştır. Bu amaçla likit kromatografi, spektrofotometri cihazları kullanılmış bunun sonuçları karşılaştırıldığında; toplam polifenol, toplam kateşin ve antioksidan aktiviteleri ile ilgili elde edilen verilerle örnekler arasında ortaya çıkan fark istatistikî anlamda önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Antioksidan aktivitesi bakımından karşılaştırıldığında nadir ve özel bir çay olmasına rağmen beyaz çay ile yeşil çay arasında fark görülmemiştir. Epigallokateşin gallat (EGCG) in en güçlü kateşin olarak bulunduğu ve antioksidan aktivitesi açısından da önemli olduğu tespit edilmiştir ($r=0.989$). Ayrıca; Epigallokateşin (EGC) ($r=0.787$, $P<0.001$), Epikateşin (EC) + Kateşin (C) ve Epikateşin gallat (ECG) değerleri de antioksidan aktivite bakımından önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Kenya’da bulunan çay kültürlerinin siyah çay için uygun olduğu ve antioksidan aktivitesinin Japon ve Çin yeşil çaylarından daha yüksek olduğu bu çalışma ile belirlenmiştir.

Fermente edilmemiş yeşil çayda kateşinler %30-35 oranında bulunurken siyah çayda bu oran %3-10 arasında bulunmuş; okside olmuş polifenoller ise siyah çayda %23-25 oranında, yeşil çayda %6 oranında bulunmuştur (Sharma ve Rao, 2009).

Yeşil çay özellikle kateşinler ve kateşin türevlerini kapsayan flavonoidlerce zengindir. Epigallokateşin gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin (EC) ve epikateşin gallat (ECG) yeşil çay içeriğindeki asıl önemli kateşinlerdir. Bu bileşikler yeşil çaydaki miktarlarına göre EGCG (toplam kateşin miktarının %60’ı) > EGC > EC ≥ ECG şeklinde sıralanmaktadır. Kateşinler suda çözünen, yeşil çayda demleme acılık ve burukluk veren renksiz bileşiklerdir. Yeşil çay içeriğindeki kateşinlerin, C ve E vitaminlerinden çok daha güçlü antioksidan aktiviteye

sahip olduğu belirtilmiştir. Kateşinler içinde en yüksek antioksidan etkiye sahip olan bileşik EGCG olup bunu sırasıyla ECG, EGC ve EC takip etmektedir (Özdemir ve Şahin 2006).

Astill ve diğerleri (2001) yaptıkları çalışmada yeşil çay üretiminde kullanılan yaş çay yaprağının hasat dönemi kateşin değerini %21.34 olarak tespit ederlerken kuru çay da bu değeri %22.76 olarak saptamışlardır.

4.10.2. Epigallokateşin (EGC)

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Epigallokateşin (EGC) değerleri Tablo 4.12’de verilmiştir.

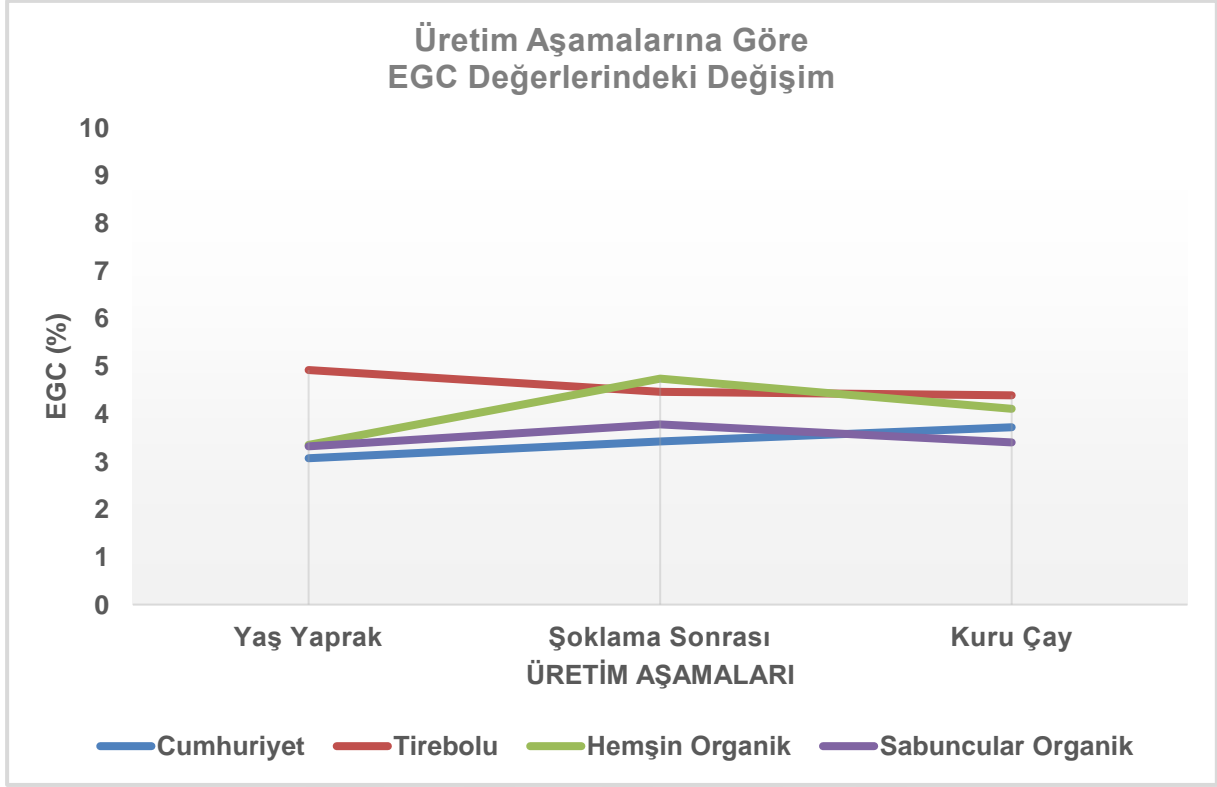
Tablo.4.12. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama EGC değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	EGC Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	3.07	4.92	3.35	3.32
Şoklama Sonrası	3.42	4.46	4.74	3.78
Kuru Çay	3.72	4.39	4.11	3.40

Tablo 4.12’ye göre EGC değerleri %3.07 ile %4.92 arasında belirlenmiştir. Kuru çay da en yüksek EGC değeri Tirebolu çeşidinde %4.39 en düşük EGC değeri ise Sabuncular organik çeşidinde %3.40 olarak tespit edilmiştir.

EGC değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.15’deki gibidir.

Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin EGC değerlerini hesaplamıştır. Çalışma sonucunda; EGC değerleri %2.82 ile %4.49 arasında ve ortalama %3.60 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.15. EGC değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

2009 yılında yapılan bir çalışmada ÇAYKUR yeşil çayları ile yabancı menşeli yeşil çayların EGC değerleri tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek EGC değeri Japon Sencha çayında %4.21 olarak bulunmuştur. Bunu sırasıyla %3.57 EGC değeri ile Matcha çayı takip ederken ÇAYKUR yeşil çayı EGC değeri %3.44-3.92 aralığında, en düşük EGC değeri de %0.13 olarak Hojicha çayında saptanmıştır (Anonim 2010).

Reto ve diğerleri (2007) Portekiz’de yeşil çay demindeki kimyasal maddelerin ticarileştirilmesine uygunluğunu araştırdıkları bir çalışmada EGC miktarını 203-471 mg/L arasında tespit etmişlerdir.

Saravanan, Maria-John, Raj Kumar, Pius ve Sasikumar 2005 yılında 27 farklı taze çay klonlarının toplam kateşin ve onların fraksiyonlarını inceledikleri bir çalışmada EGC değerleri %0.88 ile %2.09 arasında belirlenmiştir.

Nishitani ve Sagesaka (2004) tarafından yapılan çalışmada Japon ve Çin yeşil çay çeşitlerinde kateşin değerleri karşılaştırılmıştır. Japon yeşil çay çeşitlerinin EGC değerleri

sırasıyla Sancha için %6.27 ve Matcha için %2.88 olarak tespit edilirken Çin yeşil çay çeşidi olan Gunpowder için EGC değeri %1.97 olarak tespit edilmiştir. Sonuçta bu çalışmada kullanılan Japon yeşil çay çeşitlerinin EGC değerleri Çin yeşil çay çeşitlerinden yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir.

Chen, Zhu, Tsong ve Huang (2001) tarafından 11 farklı marka yeşil çay çeşitlerinde yapılan çalışmada çay içeceklerinde yeşil çay içeriğindeki kateşinlerin bozulması araştırılmıştır. Çalışma sonucunda yeşil çay içeriklerindeki EGC miktarları 0.16-1.86 g/100g aralığında tespit edilmiştir.

4.10.1. Epigallokateşin gallat (EGCG)

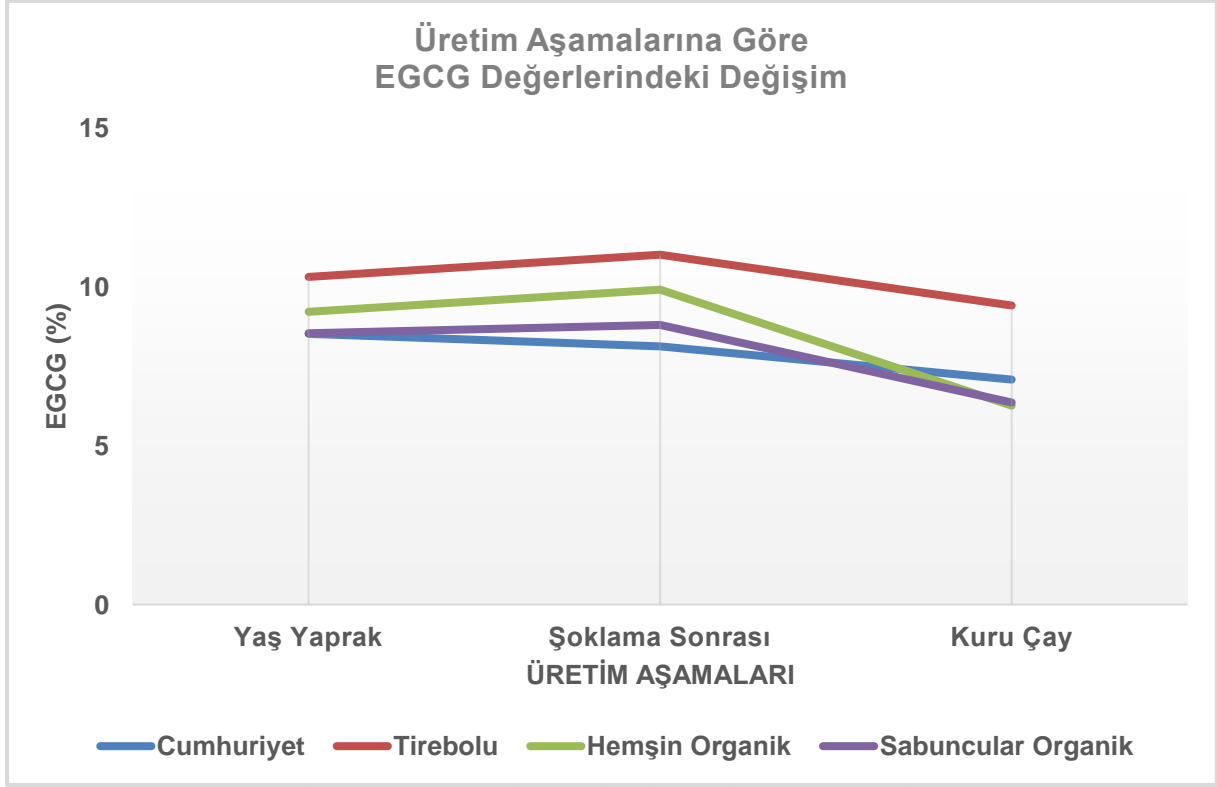
Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Epigallokateşin gallat (EGCG) değerleri Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo.4.13. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama EGCG değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	EGCG Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	8.52	10.31	9.21	8.54
Şoklama Sonrası	8.12	11.01	9.91	8.80
Kuru Çay	7.08	9.41	6.26	6.36

Tablo 4.13’ye göre EGCG değerleri %6.26 ile %11.01 arasında değişen sonuçlar elde edilmiştir. Kuru çayda en yüksek EGCG değeri Tirebolu çeşidinde %9.41 en düşük EGCG değeri ise Hemşin organik çeşidinde %6.26 olarak saptanmıştır.

EGCG değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.16’daki gibidir.



Şekil 4.16. EGCG değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin EGCG değerlerini hesaplamıştır. Çalışma sonucunda; EGCG değerleri %6.64 ile %9.33 arasında tespit edilmiş olup ortalama EGCG değeri %7.65 olarak saptanmıştır.

Reto ve diğerleri (2007) Portekiz’de yeşil çay demindeki kimyasal maddelerin ticarileştirilmesine uygunluğunu araştırdıkları bir çalışmada EGCG miktarını 117-442 mg/L arasında tespit etmişlerdir.

Özdemir, Topuz ve Şahin (2006) yaptıkları çalışmada 7 farklı sınıftaki Türk siyah çaylarının EGCG değerlerini %0.64 ile %1.2 arasında olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Saravanan ve diğerleri 2005 yılında 27 farklı taze çay klonlarının toplam kateşin ve onların fraksiyonlarını inceledikleri bir çalışmada EGCG değerlerini %10.29 ile %13.86 arasında tespit etmişlerdir.

Nishitani ve Sagesaka (2004) tarafından yapılan çalışmada Japon ve Çin yeşil çay çeşitlerinde kateşin değerleri karşılaştırılmıştır. Japon yeşil çay çeşitlerinin EGCG değerleri sırasıyla Sancha için %8.71 ve Matcha için %5.24 olarak tespit edilirken Çin yeşil çay çeşidi olan Gunpowder için EGCG değeri %4.91 olarak tespit edilmiştir. Sonuçta bu çalışmada kullanılan Japon yeşil çay çeşitlerinin EGCG değerleri Çin yeşil çay çeşitlerinden yüksek bulunmuştur.

Karori ve diğerleri (2007) tarafından yapılan bir araştırmada, yaş çay yapraklarının toplam kateşin değerlerinin kuru maddede %6-16 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada yaş çay yaprağındaki toplam kateşinlerin %10-50 arasında değişen kısmını EGCG'nin oluşturduğu saptanmıştır.

4.10.3. Epikateşin gallat (ECG)

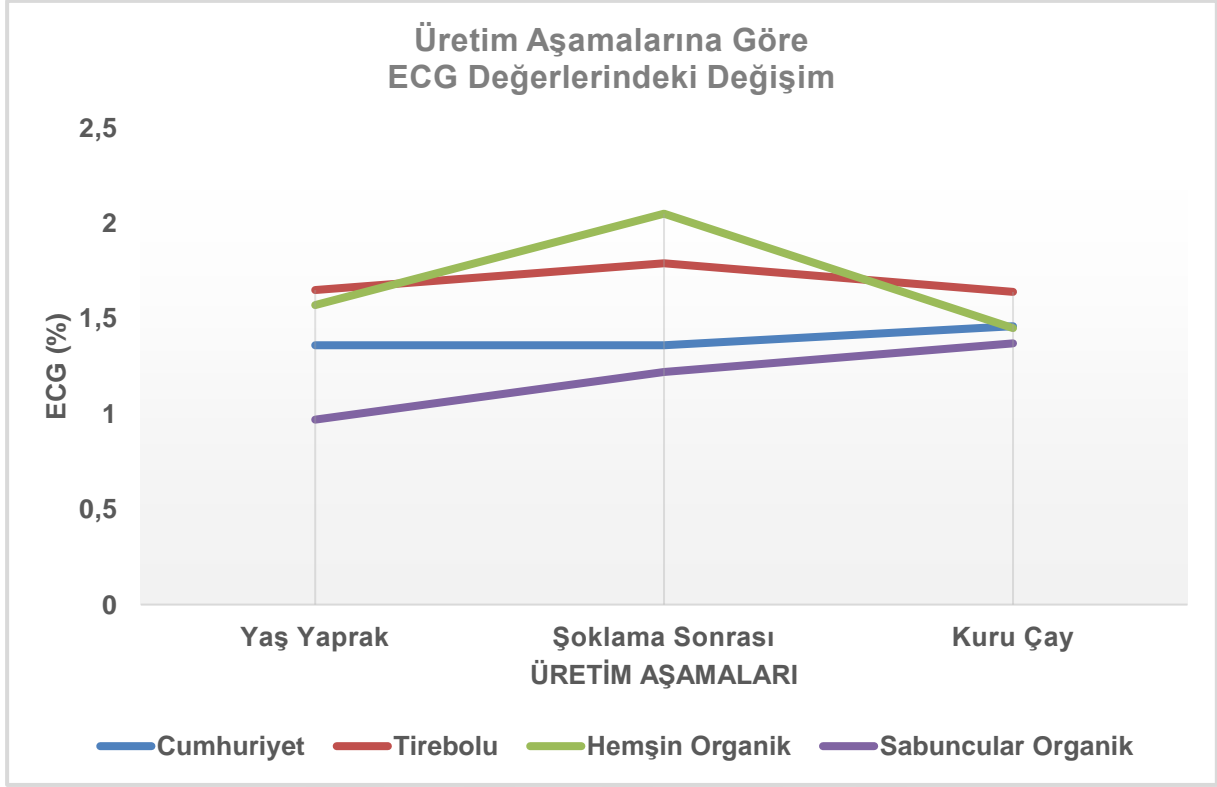
Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Epikateşin gallat (ECG) değerleri Tablo 4.14'de verilmiştir.

Tablo.4.14. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama ECG değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	ECG Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	1.36	1.65	1.57	0.97
Şoklama Sonrası	1.36	1.79	2.05	1.22
Kuru Çay	1.46	1.64	1.45	1.37

Tablo 4.14'e göre ECG değerleri %0.97 ile %2.05 arasında belirlenmiştir. Kuru çayda en yüksek ECG değeri Tirebolu çeşidinde %1.64 en düşük ECG değeri ise Sabuncular organik çeşidinde %1.37 sonucu elde edilmiştir.

ECG değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.17.'deki gibidir.



Şekil 4.17. ECG değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin ECG değerlerini hesaplamıştır. Çalışma sonucunda; ECG değerleri %1.06 ile %1.42 arasında tespit edilmiş olup ortalama ECG değeri %1.23 olarak belirlenmiştir.

2009 yılında yapılan bir çalışmada ÇAYKUR yeşil çayları ile yabancı menşeli yeşil çayların ECG değerleri tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek ECG değerinin %1.15 ile Matcha çayında olduğu sonucuna varılmıştır. Bunu sırasıyla %1.09 ECG değeri ile Sencha çayı takip ederken ÇAYKUR yeşil çayı ECG değeri %0.94-1.01 aralığında, en düşük ECG değeri ise %0.03 olarak Hojicha çayında saptanmıştır (Anonim, 2010).

Reto ve diğerleri (2007) Portekiz’de yeşil çay demindeki kimyasal maddelerin ticarileştirilmesine uygunluğunu araştırdıkları bir çalışmada ECG miktarını 16.9-150 mg/L arasında tespit etmişlerdir.

Saravanan ve diğeri 2005 yılında 27 farklı taze çay klonlarının toplam kateşin ve onların fraksiyonlarını inceledikleri bir çalışmada ECG değerlerinin %1.05 ile %1.31 arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir.

Nishitani ve Sagesaka (2004) tarafından yapılan çalışmada Japon ve Çin yeşil çay çeşitlerinde kateşin değerleri karşılaştırılmıştır. Japon yeşil çay çeşitlerinin ECG değerleri sırasıyla Sancha için %1.55 ve Matcha için %0.86 olarak tespit edilirken Çin yeşil çay çeşidi olan Gunpowder için ECG değeri %1.41 olarak tespit edilmiştir. Sonuçta bu çalışmada kullanılan Japon yeşil çay çeşitlerinden Sancha'nın ECG değerinin diğer yeşil çay çeşitlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Chen ve diğeri (2001) tarafından 11 farklı marka yeşil çay çeşitlerinde yapılan çalışmada çay içeceklerinde yeşil çay içeriğindeki kateşinlerin bozulması araştırılmıştır. Çalışma sonucunda yeşil çay içeriklerindeki ECG miktarları 1.32-6.30 g/100g aralığında saptanmıştır.

4.10.4. Epikateşin (EC)

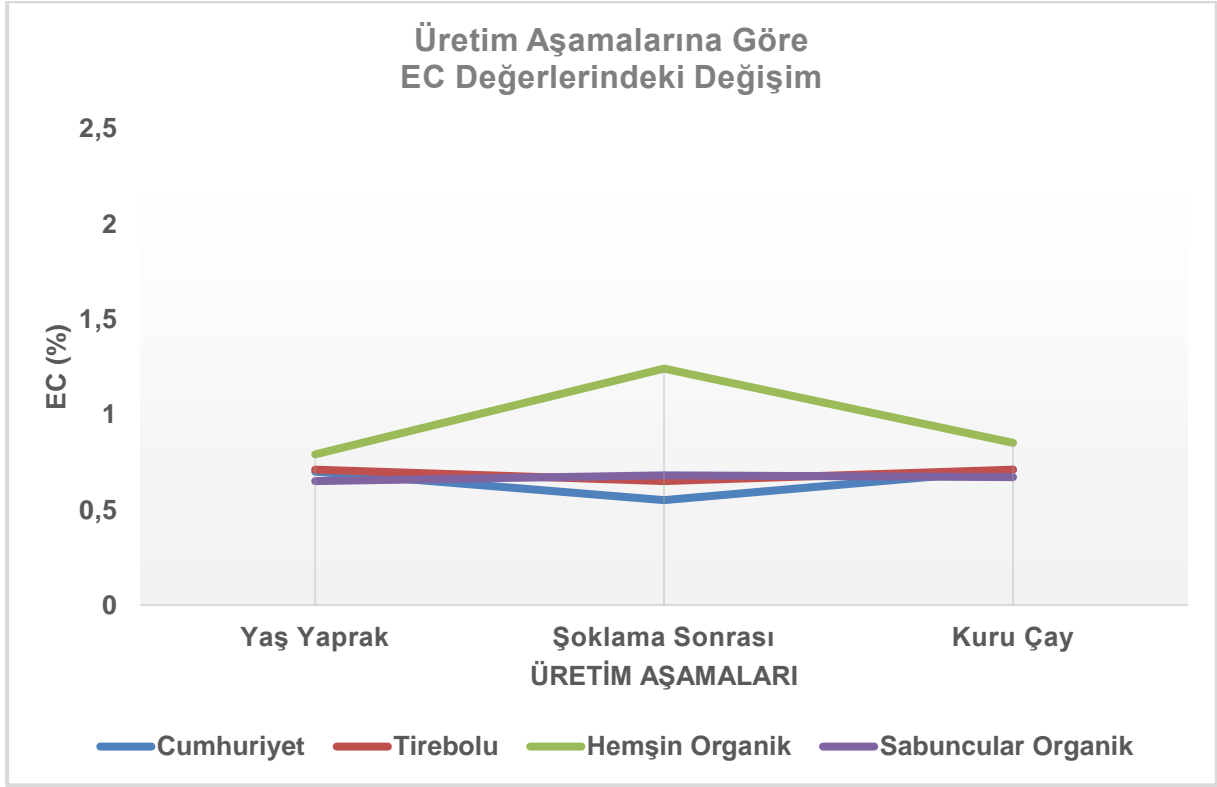
Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Epikateşin (EC) değerleri Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo.4.15. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama EC değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	EC Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	0.70	0.71	0.79	0.65
Şoklama Sonrası	0.55	0.65	1.24	0.68
Kuru Çay	0.71	0.71	0.85	0.67

Tablo 4.15'e göre EC değerleri için %0.55 ile %1.24 arasında değişen sonuçlar elde edilmiştir. Kuru çay da en yüksek EC değeri Hemşin organik çeşidinde %0.85 en düşük EC değeri ise Sabuncular organik çeşidinde %0.67 olarak belirlenmiştir.

EC değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.18'deki gibidir.



Şekil 4.18. EC değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin EC değerlerini tespit etmiştir. Çalışma sonucunda; EC değerleri %0.51 ile %1.18 arasında değişen ve ortalama %0.81 olarak saptanmıştır.

2009 yılında yapılan bir çalışmada ÇAYKUR yeşil çayları ile yabancı menşeli yeşil çayların EC değerleri tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek EC değeri Matcha çayında %0.92 olarak saptanmıştır. Bunu sırasıyla %0.91 EC değeri ile Sencha çayı takip ederken ÇAYKUR yeşil çayı EC değeri %0.65-0.75 aralığında, en düşük EC değerinin ise %0.09 olarak Hojicha çayında olduğu sonucu elde edilmiştir (Anonim, 2010).

Reto ve diğerleri (2007) Portekiz'de yeşil çay demindeki kimyasal maddelerin ticarileştirilmesine uygunluğunu araştırdıkları bir çalışmada EC miktarını 25-81 mg/L arasında tespit etmişlerdir.

Saravanan ve diğeri 2005 yılında 27 farklı taze çay klonlarının toplam kateşin ve onların fraksiyonlarını inceledikleri bir çalışmada EC değerlerinin %1.32 ile %1.74 arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir.

Nishitani ve Sagesaka (2004) tarafından yapılan çalışmada Japon ve Çin yeşil çay çeşitlerinde kateşin değerleri karşılaştırılmıştır. Japon yeşil çay çeşitlerinin EC değerleri sırasıyla Sancha için %0.97 ve Matcha için %0.45 olarak tespit edilirken Çin yeşil çay çeşidi olan Gunpowder için EC değeri %0.43 olarak saptanmıştır. Sonuçta bu çalışmada kullanılan Japon yeşil çay çeşitlerinden Sancha'nın EC değerlerinin diğer yeşil çay çeşitlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Chen ve diğeri (2001) tarafından 11 farklı marka yeşil çay çeşitlerinde yapılan çalışmada çay içeceklerinde yeşil çay içeriğindeki kateşinlerin bozulması araştırılmıştır. Çalışma sonucunda yeşil çay içeriklerindeki EC miktarları 0.32-1.41 g/100g aralığında tespit edilmiştir.

4.10.5. Kateşin (C)

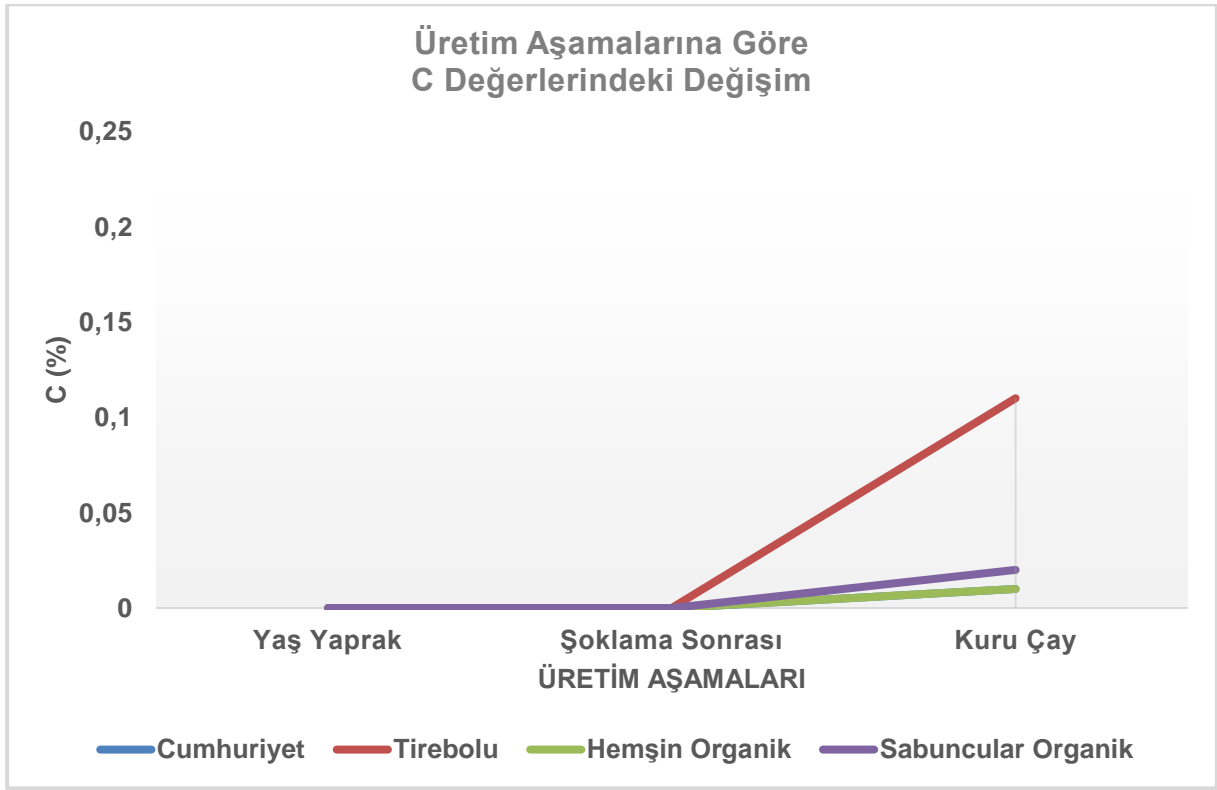
Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Kateşin (C) değerleri Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo.4.16. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama C değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	C Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	0.00	0.00	0.00	0.00
Şoklama Sonrası	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuru Çay	0.01	0.11	0.01	0.02

Tablo 4.16.'ya göre C değerleri %0 ile %0.11 arasında tespit edilmiştir. Kuru çay da en yüksek C değeri Tirebolu çeşidinde %0.11 olarak saptanmışken en düşük C değeri ise Sabuncular organik çeşidinde %0.02 olarak belirlenmiştir.

C değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.19'daki gibidir.



Şekil 4.19. C değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin C değerlerini hesaplamıştır. Çalışma sonucunda; C değerleri %0.03 ile %0.06 arasında tespit edilmiş olup ortalama C değerinin %0.04 olduğu sonucu elde edilmiştir.

2009 yılında yapılan bir çalışmada ÇAYKUR yeşil çayları ile yabancı menşeli yeşil çayların C değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek C değeri Hojicha çayında %0.09 olarak saptanmıştır. Bunu sırasıyla %0.06 C değeri ile Matcha çayı takip ederken Sencha çayının C değeri %0.05, en düşük C değeri ise %0.04 olarak ÇAYKUR yeşil çayında tespit edilmiştir (Anonim, 2010).

Reto ve diğerleri (2007) Portekiz'de yeşil çay demindeki kimyasal maddelerin ticarileştirilmesine uygunluğunu araştırdıkları bir çalışmada C miktarının 0.03-115 mg/L arasında olduğu saptanmıştır.

Nishitani ve Sagesaka (2004) tarafından yapılan çalışmada Japon ve Çin yeşil çay çeşitlerinde kateşin değerleri belirlenmiştir. Çin yeşil çay çeşidi olan Gunpowder için C değeri %0.05 olarak tespit edilmiştir. Japon yeşil çay çeşitlerinin C değerleri ise sırasıyla Matcha için %0.01 Sancha yeşil çay çeşidi için de <%0.006 olarak tespit edilmiştir. Sonuçta bu çalışmada kullanılan çay çeşitlerinden Çin yeşil çay çeşidi olan Gunpowder'ın C değerinin diğer yeşil çay çeşitlerinden yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir.

4.10.6. Gallik Asit

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak gallik asit değerleri Tablo 4.17'de verilmiştir.

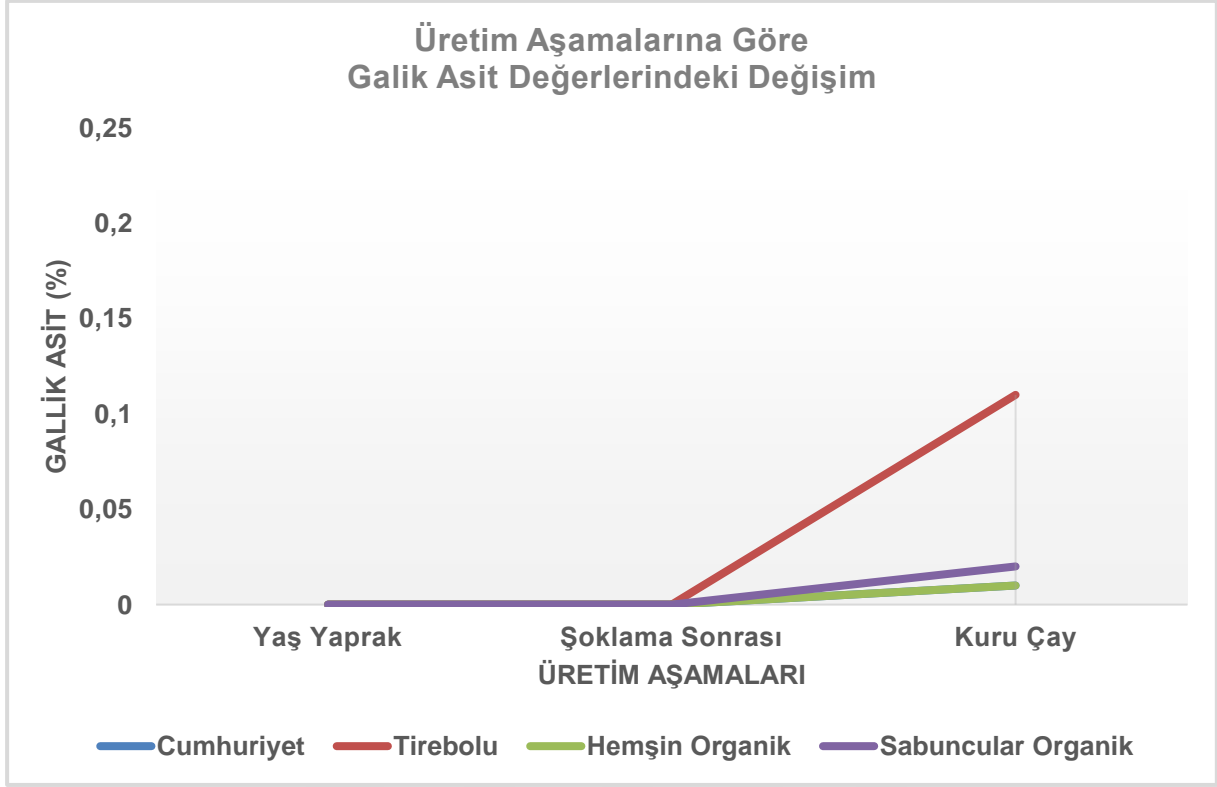
Tablo.4.17. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Gallik asit değerleri (g/100g)

Proses Aşamaları	Gallik Asit Değerleri (g/100g)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	0.00	0.00	0.00	0.00
Şoklama Sonrası	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuru Çay	0.02	0.02	0.02	0.02

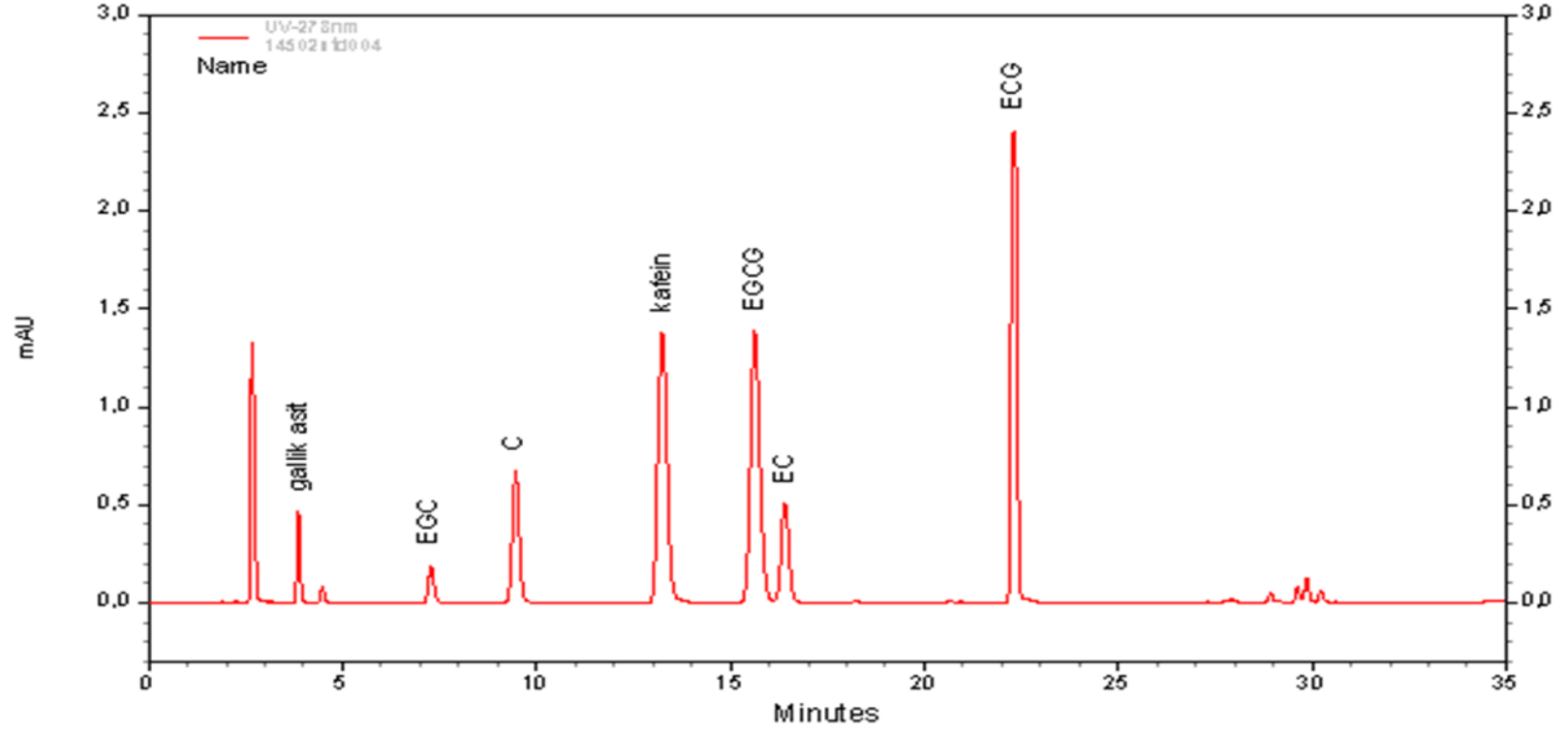
Gallik asit değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.20'deki gibidir.

Müezzinoğlu (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin gallik asit değerlerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda; gallik asit değerlerinin %0.02 ile %0.03 arasında değiştiğini ve ortalama gallik asit değerinin de %0.02 olduğu sonucu elde edilmiştir.

2009 yılında yapılan bir çalışmada ÇAYKUR yeşil çayları ile yabancı menşeli yeşil çayların gallik asit değerleri tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek gallik asit değeri Matcha çayında %0.05 olarak belirlenmiştir. ÇAYKUR yeşil çayının gallik asit değeri %0.03 ile %0.04 arasında değiştiği saptanırken Japon Sencha çayının gallik asit değerinin %0.03 olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2010).



Şekil 4.20. Gallik asit değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

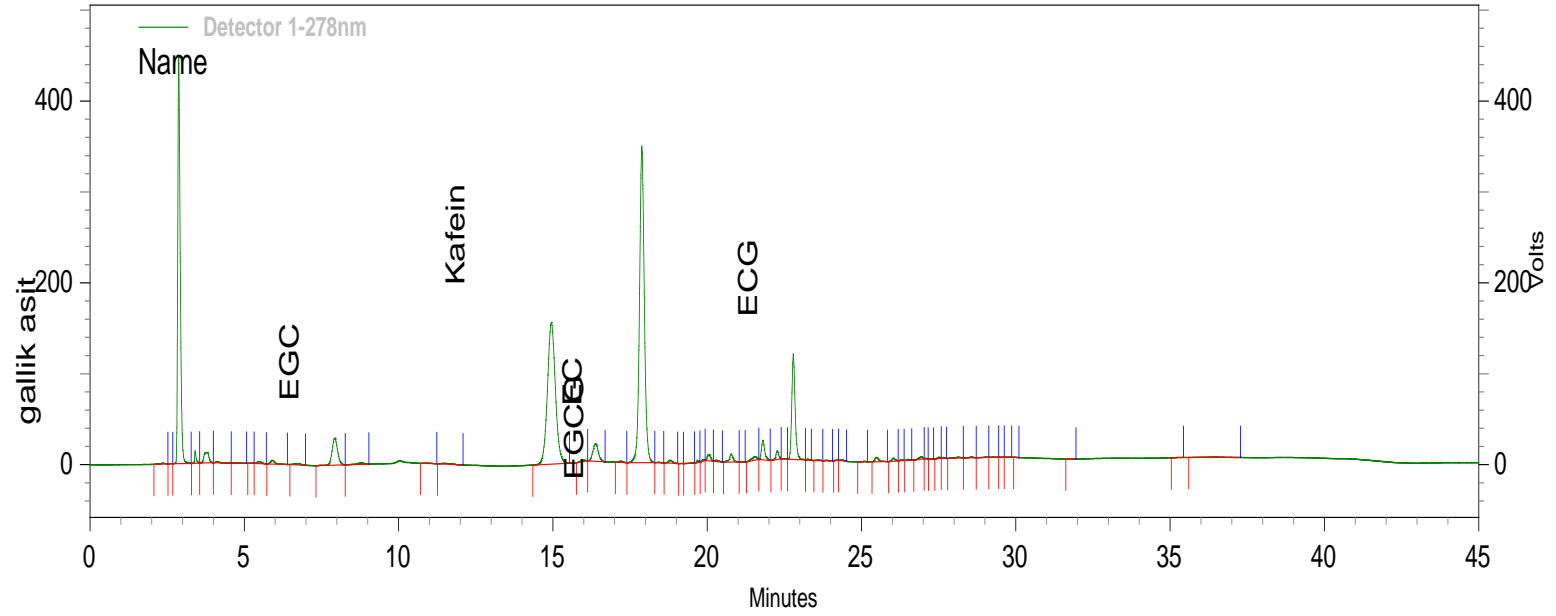


79

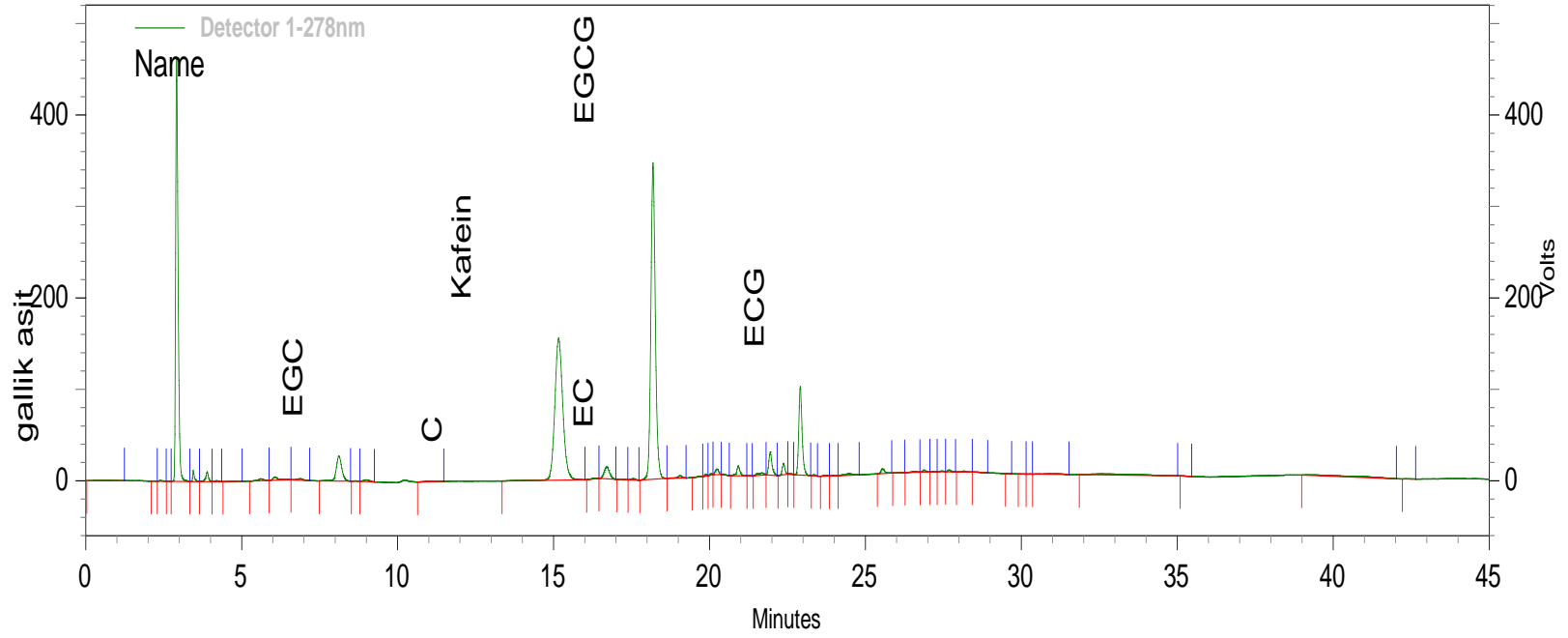
Şekil 4.21. Gallik asit, kafein ve kateşin bileşiklerinin standartlarına ait kromatogram



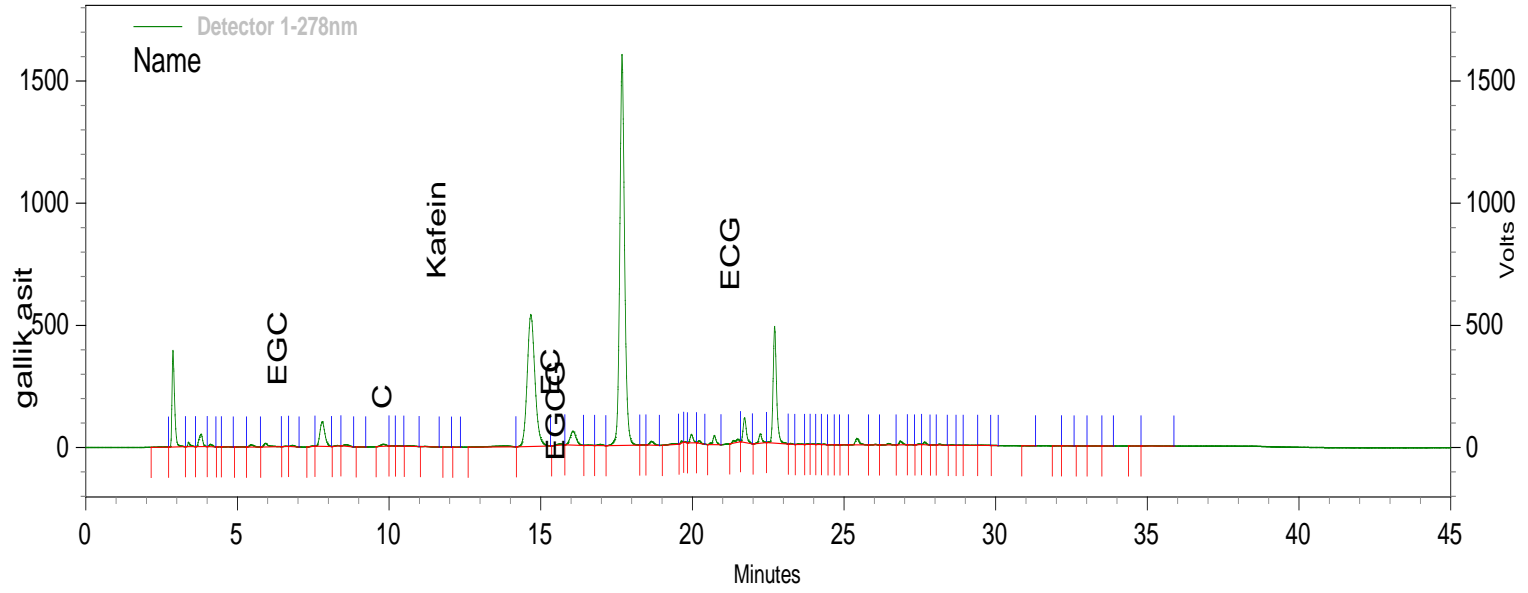
08



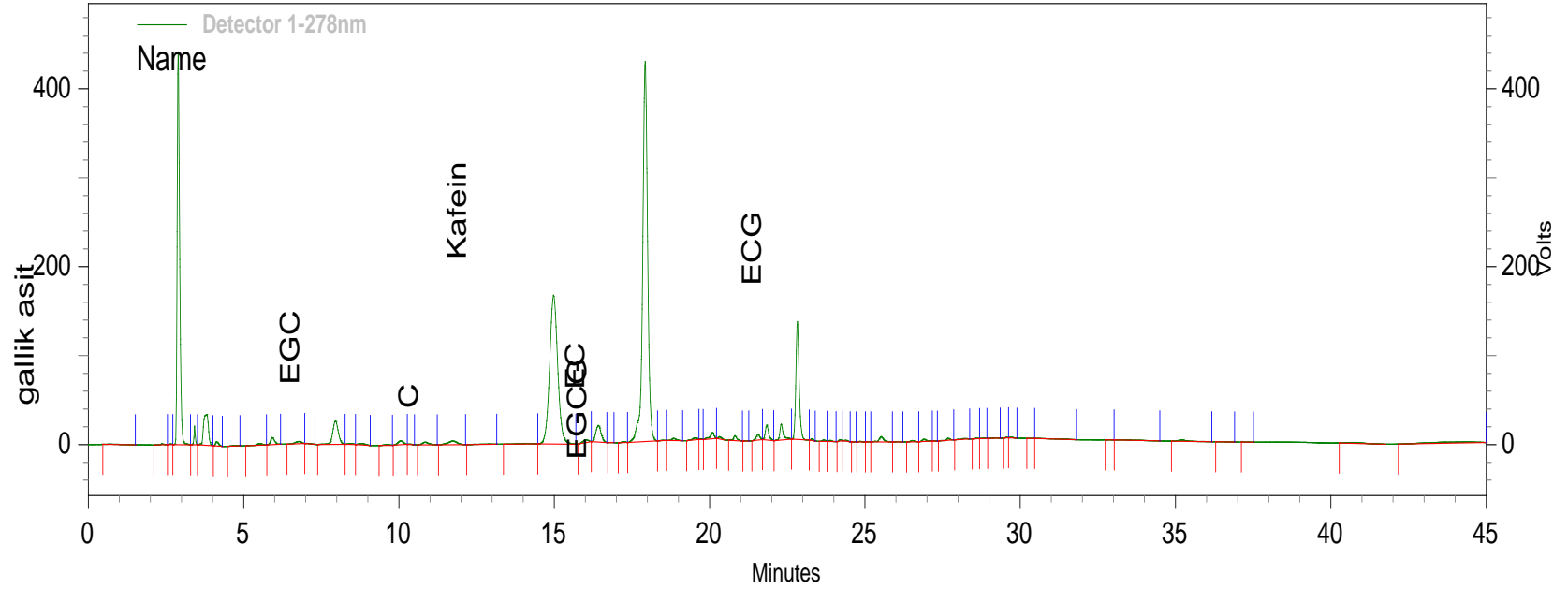
Şekil 4.22. Cumhuriyet çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



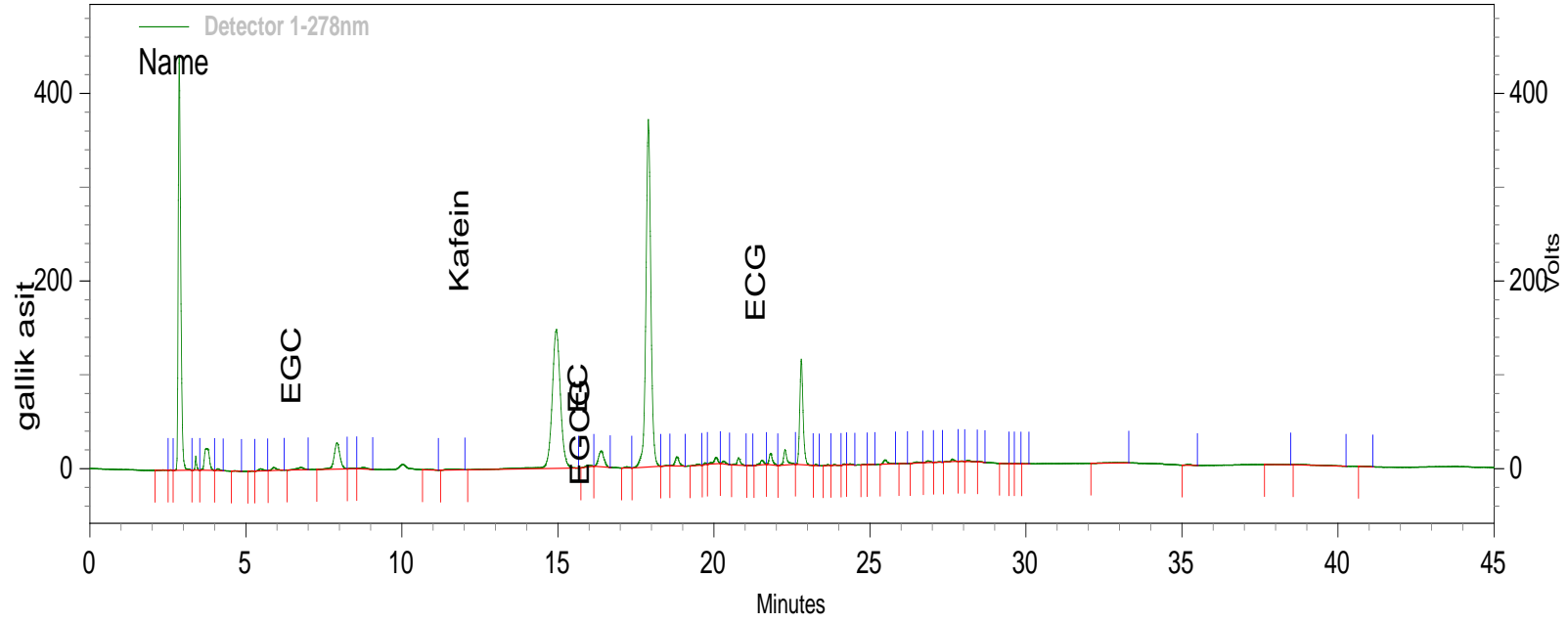
Şekil 4.23. Cumhuriyet çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının şoklanma sonrasına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



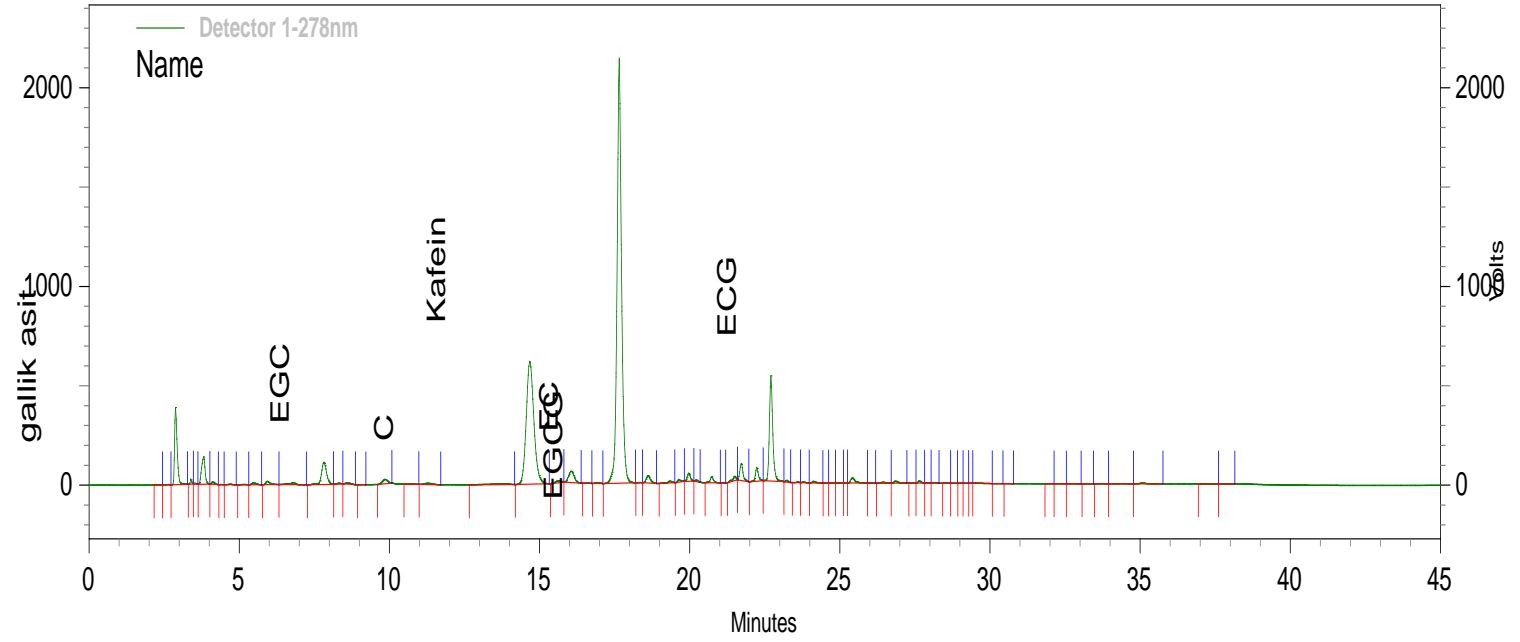
Şekil 4.24. Cumhuriyet çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlenmesiyle elde edilen kuru çaya ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



Şekil 4.25. Tirebolu çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



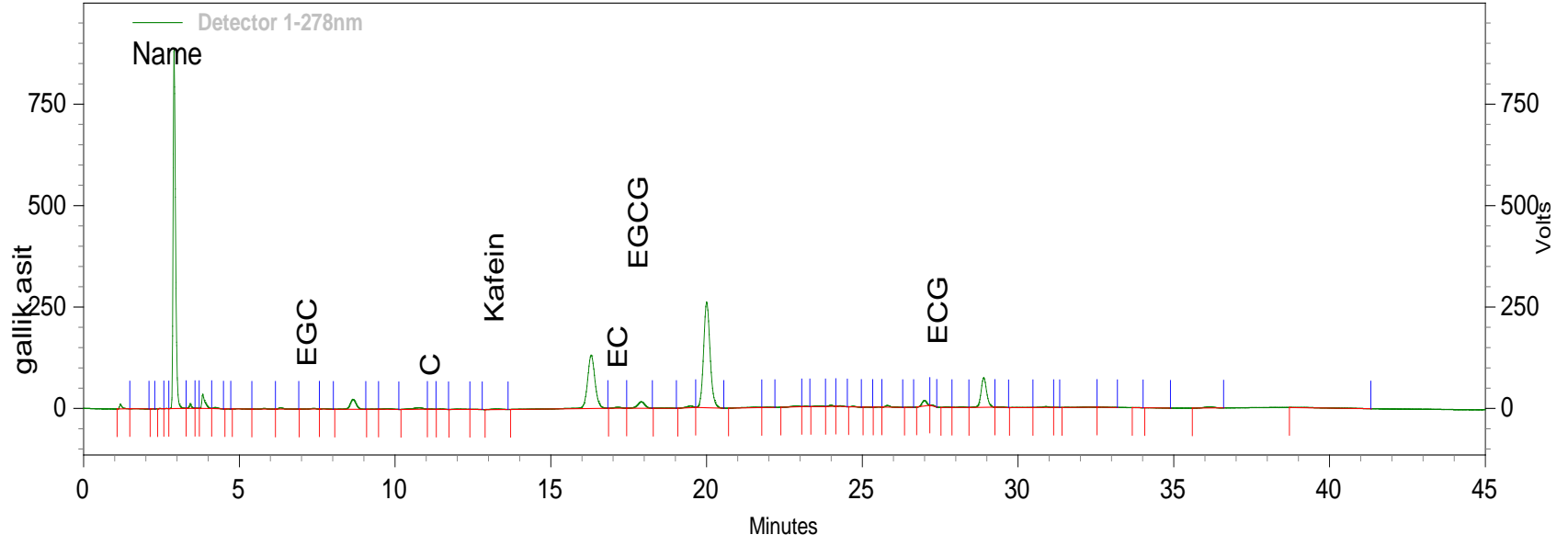
Şekil 4.26. Tirebolu çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının şoklanma sonrasına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



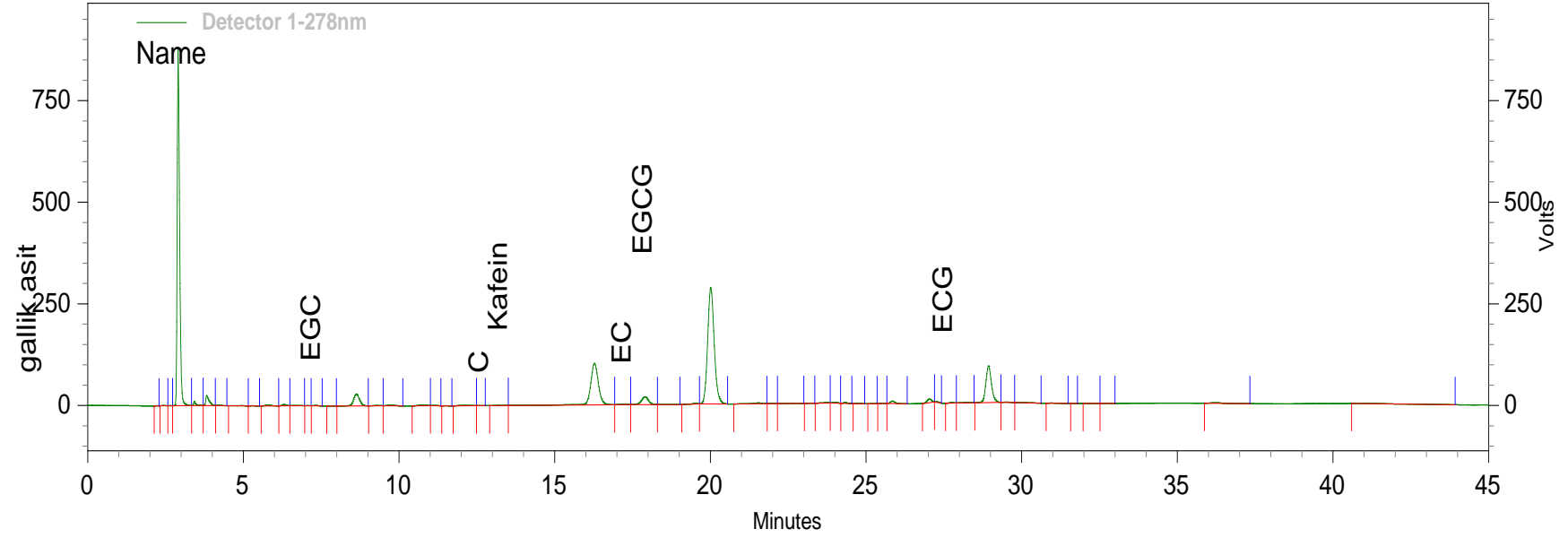
Şekil 4.27. Tirebolu çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlenmesiyle elde edilen kuru çaya ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



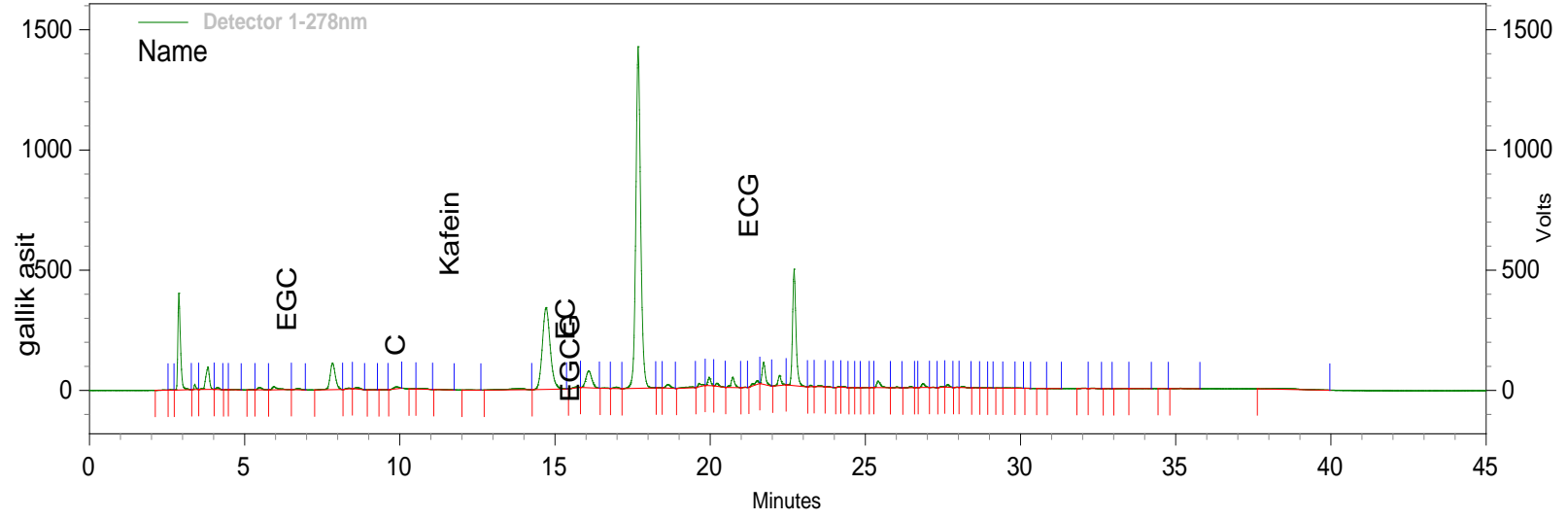
98



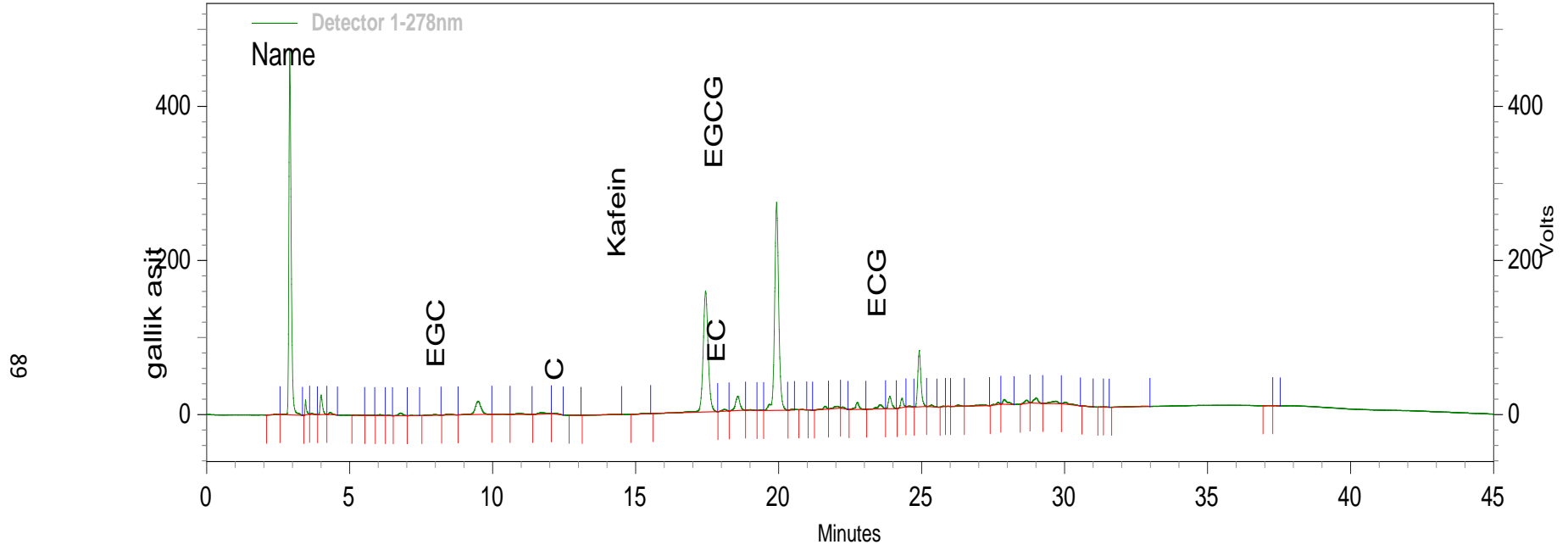
Şekil 4.28. Hemşin organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



Şekil 4.29. Hemşin organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının şoklanma sonrasına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



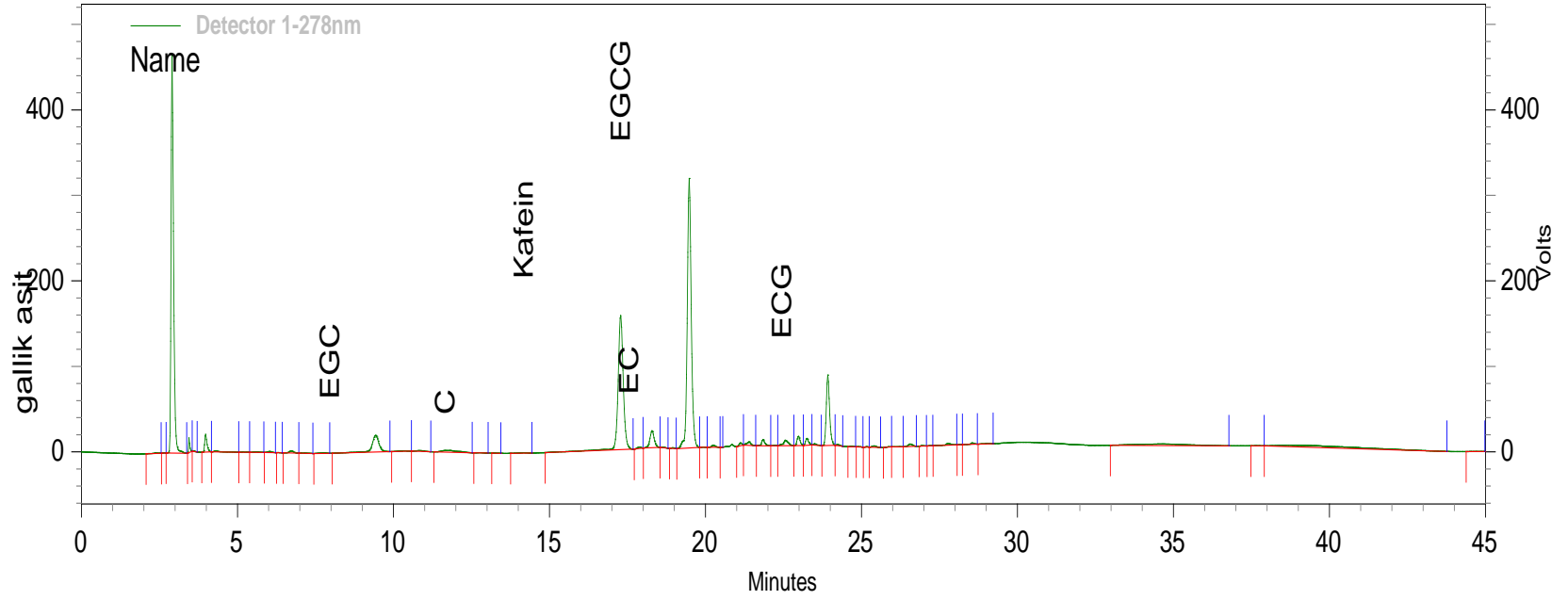
Şekil 4.30. Hemşin organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlenmesiyle elde edilen kuru çaya ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



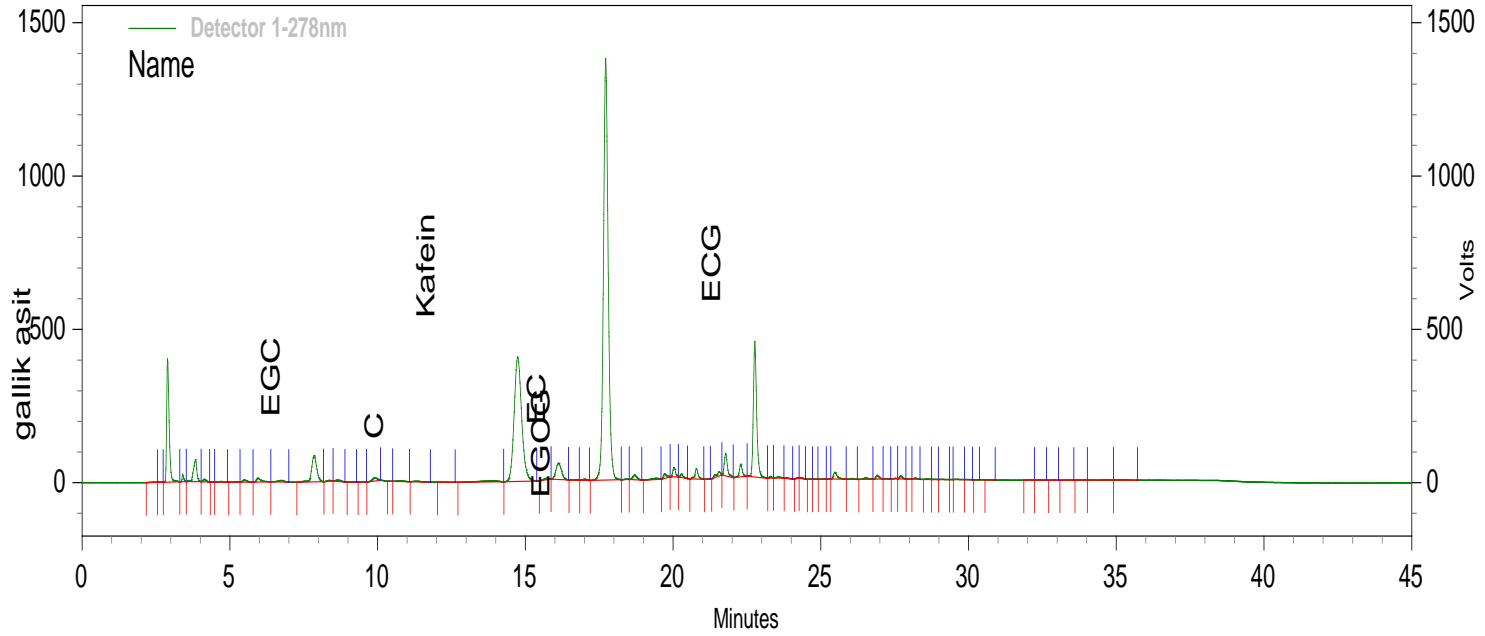
Şekil 4.31. Sabuncular organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



06



Şekil 4.32. Sabuncular organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının şoklanma sonrasına ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı



Şekil 4.33. Sabuncular organik çay fabrikasından alınan yaş çay yapraklarının yeşil çaya işlenmesiyle elde edilen kuru çaya ait kateşin ve kafein HPLC kromotogramı

4.11. Mineral Madde

Farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylarla üretilen yeşil çayların hesaplanan mineral madde değerleri Tablo 4.18’de verilmiştir.

Fernandez, Poblas, Martín ve Gonzalez 2002 yılında yaptıkları bir çalışmada, siyah ve yeşil çaylarda Mg ve Ca miktarlarının 5-22 mg/L arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir. Zengin, Gezgin, Özcan ve Çetin ise 2004 yılında yeşil ve siyah çaylardaki mineral madde içeriklerini belirledikleri bir çalışmada; yeşil çayın %0.43 Ca, 1.84 ppm Cu, 79.5 ppm Fe, %3.02 K, %0.17 Mg, 1175.52 ppm Mn, 402.7 ppm Na, %0.49 P, 19.59 ppm Zn içerdiğini tespit etmişlerdir. Bu oranlar siyah çayda %0.42 Ca, 3.02 ppm Cu, 167.5 ppm Fe, %2.26 K, %0.16 Mg, 1314.0 ppm Mn, 383.2 ppm Na, %0,41 P, 9.31 ppm Zn olarak tespit edilmiştir. Çek Cumhuriyeti’nde yapılan bir diğer çalışmada ise ithal edilen farklı tipte (siyah, yeşil, yarı fermente ve beyaz çay) çay örnekleri toplanmış, çay yapraklarında ve demindeki toplam bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) içerikleri analiz edilmiştir (Street, Száková, Drábek ve Mládková, 2006). Çay yapraklarının metal içeriği çayın tipine (siyah ya da yeşil olması gibi), toprak özelliklerine ve bunun gibi birçok değişkene bağlı olarak farklılık göstermektedir. Çalışmada çayın içeriğinde diğer metaller ile karşılaştırıldığında en fazla bulunan metal 511-2220 mg/kg aralığındaki miktarlarda mangan olarak tespit edilmiştir. Sıcak suda çözünen maddelerin konsantrasyonunu karşılaştırma yapmak amacıyla 5 dakika, 60 dakika ve 24 saat olmak üzere 3 farklı demleme süresi uygulanmıştır. Elementlerin ekstrakte edilebilirliği sırasıyla Cu>Zn>Mn>Fe şeklinde bulunmuştur. Demdeki element içeriğinin oranları toplam yaprak içeriğine bağlı olarak sırasıyla %30±16 Cu, %26±10 Zn, %18±10 ve %1.5±0.8 Fe şeklinde tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda çay deminin diyetlerde önemli bir Mn kaynağı olduğu teyit edilmiştir (Street ve diğerleri, 2006).

Samsun 19 Mayıs Üniversitesi’nde Horuz ve Korkmaz tarafından 2006 yılında yayınlanan bir çalışmada 3 farklı sürgün dönemlerinin verime, azot içeriği ve mineral madde kompozisyonuna olan etkileri ve ayrıca bitkinin topraktan alıp bünyesinde kullandığı besin maddelerinin miktarları araştırılmıştır. Verim miktarları sırasıyla dekara 650 kg, 550 kg ve 300 kg olarak belirlenmiştir. Yeşil yapraktaki N, P, Fe miktarlarının ise 1. hasattan 2. ye geçişte azalma 2. den 3. ye geçişte ise artış gösterdiği belirlenmiştir. K, Ca, Mg, Zn ve Cu kapsamı ise 2. hasatta artış, 3. hasatta azalma göstermiştir. Topraktan alınan minerallerin de hasat dönemi ilerledikçe azalma gösterdiği saptanmıştır.

Tablo 4.18. Farklı Yörelere Hasat Edilen Yaş Çaylara ve Üretim Aşamalarına Ait Mineral Madde İçerikleri

PROSES AŞAMALARI	BÖLGELER	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	P (ppm)
YAŞ YAPRAK	Cumhuriyet	5.55±0.05	116.50± 1.50	13.75±0.75	9537.65± 2.85	1729.75±75.75	803.75± 3.75	20.85±1.15	2200.38± 6.61	1402.50±67.50
	Tirebolu	8.40±0.90	98.50± 5.46	21.75±2.32	11551.00± 53.14	2056.90±45.06	552.50±12.97	13.50±3.12	2177.91±35.29	2375.00±35.15
	Hemşin organik	6.60±0.35	122.83± 0.76	14.37±0.49	9494.27± 49.78	1790.50±41.45	864.17±32.76	15.44±0.93	2845.96±14.87	1371.00±44.19
	Sabuncular organik	5.85±0.35	86.38± 2.79	15.68±1.35	8814.60± 79.41	1502.00±34.65	775.75±54.80	14.10±1.20	1969.11±12.14	1355.00±113.14
ŞOKLAMA ÇIKIŞI	Cumhuriyet	5.33±0.18	126.50±14.85	17.75±1.98	9192.38± 98.67	1775.75±25.86	1150.00± 4.95	24.75±3.54	2292.89±23.62	1675.50±10.53
	Tirebolu	7.01±0.50	106.75± 5.25	23.35±1.55	8740.28± 56.58	1676.50±88.00	438.25±25.25	16.10±0.20	1836.95±29.29	2012.50±11.50
	Hemşin organik	8.80±0.30	138.17± 4.48	53.03±0.06	11529.67±110.27	2095.33±17.04	1726.67±20.04	17.11±1.15	2775.26±7.44	1673.03±23.56
	Sabuncular organik	7.03±0.93	118.75±12.75	24.23±0.13	10865.98± 62.13	1708.50±21.50	993.50±10.00	13.38±1.58	2365.57±39.63	1687.50±20.50
KURU ÇAY	Cumhuriyet	6.20±0.20	135.25± 4.00	17.95±1.90	10613.48±102.48	2158.50±16.00	1048.50± 4.00	35.95±0.75	2491.12± 6.61	1577.50±22.50
	Tirebolu	8.03±0.13	117.23±14.73	27.15±0.35	10195.90±108.15	1784.30±49.20	617.00± 4.00	20.88±0.63	2273.07±13.22	2062.50±22.50
	Hemşin organik	6.93±0.18	124.13± 4.88	58.65±1.25	11458.38± 98.33	2191.75±19.75	1424.25±43.75	18.83±3.53	1502.00± 0.00	1777.50±15.50
	Sabuncular organik	6.80±0.50	110.00±11.25	26.33±0.98	10216.00±604.30	1792.00±72.50	966.50±42.50	18.88±0.13	2385.40±33.04	1385.00± 5.00

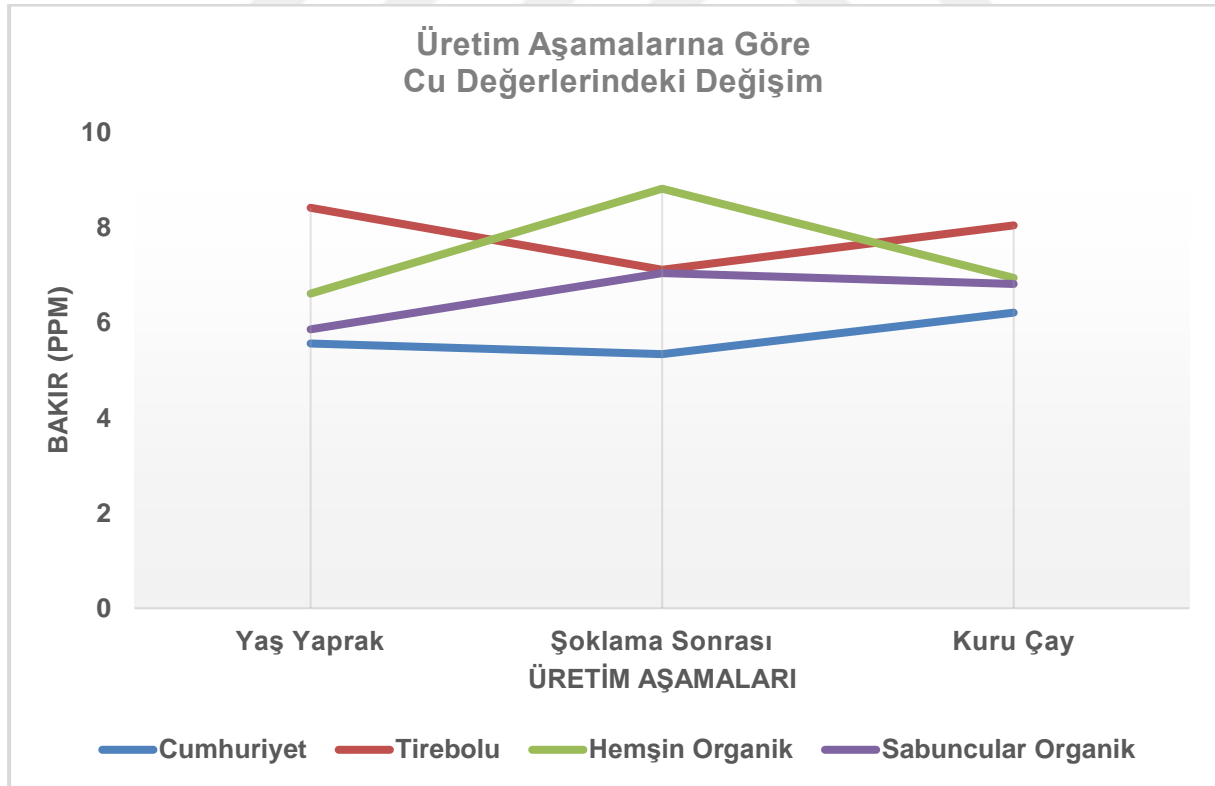
4.11.1. Bakır (Cu)

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Cu değerleri Tablo 4.19' da verilmiştir.

Tablo 4.19. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Cu değerleri (ppm)

Proses Aşamaları	Bakır (Cu) Değerleri (ppm)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	5.55	8.40	6.60	5.85
Şoklama Sonrası	5.33	7.10	8.80	7.03
Kuru Çay	6.20	8.03	6.93	6.80

Cu değerlerinin proses aşamalarına göre değişimini gösteren Şekil 4.29'daki gibidir.



Şekil 4.34. Cu değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Müezzinoğlu (2011) alışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay eşitlerinin Cu değerlerini hesaplamıştır. Çalışma sonucunda; Cu değerleri 6.95 ppm ile 11.43 ppm arasında ve ortalama 8.73 ppm olarak belirlenmiştir.

Ilgaz ve diğerleri (2006) ÇAYKUR tarafından üretilen siyah ve yeşil çaylar ile deneme üretimi yapılan beyaz çayları mineral madde içerikleri yönünden karşılaştırmışlardır. Buna göre; siyah aylarda Cu değerleri siyah çay 1 için 12 $\mu\text{g/g}$, siyah çay 2 için 13 $\mu\text{g/g}$, beyaz çay için 15 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilirken üretilen yeşil aylarda Cu değerleri 15 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır.

Samsun 19 Mayıs niversitesi'nde Horuz ve Korkmaz tarafından 2006 yılında yayınlanan bir çalışmada 3 farklı hasat dönemlerinin verime, azot içeriği ve mineral madde kompozisyonu araştırılmıştır. Sonuçta 1. hasat döneminde Cu değerleri 13 ppm, 2. hasat döneminde Cu değerleri 26.60 ppm, 3. hasat döneminde Cu değerleri de 18.31 ppm olarak tespit edilmiştir.

Street ve diğerleri (2006) ek Cumhuriyeti'nde yapılan bir çalışmada ithal edilen farklı tipte (siyah, yeşil, yarı fermente ve beyaz çay) ay örnekleri toplanmış, çay yapraklarında ve demindeki toplam bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve inko (Zn) içerikleri analiz edilmiştir. Cu değerleri 12 çeşit siyah çayda ortalama 27 $\mu\text{g/g}$, 12 çeşit yeşil çayda ise ortalama 24 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir.

Ilgaz ve diğerleri (2005) ÇAYKUR yeşil çaylarını kalite parametreleri açısından piyasada satılan yabancı menşeli yeşil çaylarla karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada çayların mineral madde içerikleri de belirlenmiştir. Buna göre Cu değerleri yabancı menşeli çaylarda ortalama 9.2 $\mu\text{g/g}$ bulunmuştur. ÇAYKUR yeşil çaylarında Cu değerleri ise şu şekilde tespit edilmiştir; Turkuaz ayında 9 $\mu\text{g/g}$, Kardelen 1 ayında 9 $\mu\text{g/g}$, Kardelen 2 ayında 8 $\mu\text{g/g}$, Antik yeşil 1 çayında 8 $\mu\text{g/g}$, Antik yeşil 2 çayında 8 $\mu\text{g/g}$, toz yeşil çayda 9 $\mu\text{g/g}$ ve ortalama 8.5 $\mu\text{g/g}$.

Han, Shi, Ma ve Ruan (2005) 547 farklı tipteki Çin yeşil çaylarında yaptıkları araştırmada Cu değerleri 2.06 mg/kg ile 239.2 mg/kg olarak belirlenmiştir.

2004 ve 2005 yıllarında ÇAYKUR'a ait fabrikalardan alınan çay örneklerinin Cu miktarlarının hasat dönemlerine göre değişiminin araştırıldığı bir çalışmada 2004 yılında 1. hasat dönemi çaylarda ortalama Cu değeri 9.75 ppm, 2. hasat döneminde ortalama 9.36 ppm, 3. hasat döneminde ise 9 ppm olarak bulunmuştur. 2005 yılı örneklerinde Cu değerleri 1.hasat döneminde ortalama 12.69 ppm, 2. hasat döneminde ortalama 15.78 ppm ve 3. hasat döneminde ortalama 12.33 ppm olarak tespit edilmiştir (Müezzinoğlu, 2011).

Kacar (1984) Doğu Karadeniz bölgesinde 30 üreticinin çay bahçelerinden hasat edilen yaş çay yapraklarının 3 hasat dönemindeki Cu değerleri hesaplanmıştır. Cu değerleri 10 ppm ile 26 ppm arasında tespit edilmiştir.

4.11.2. Demir (Fe)

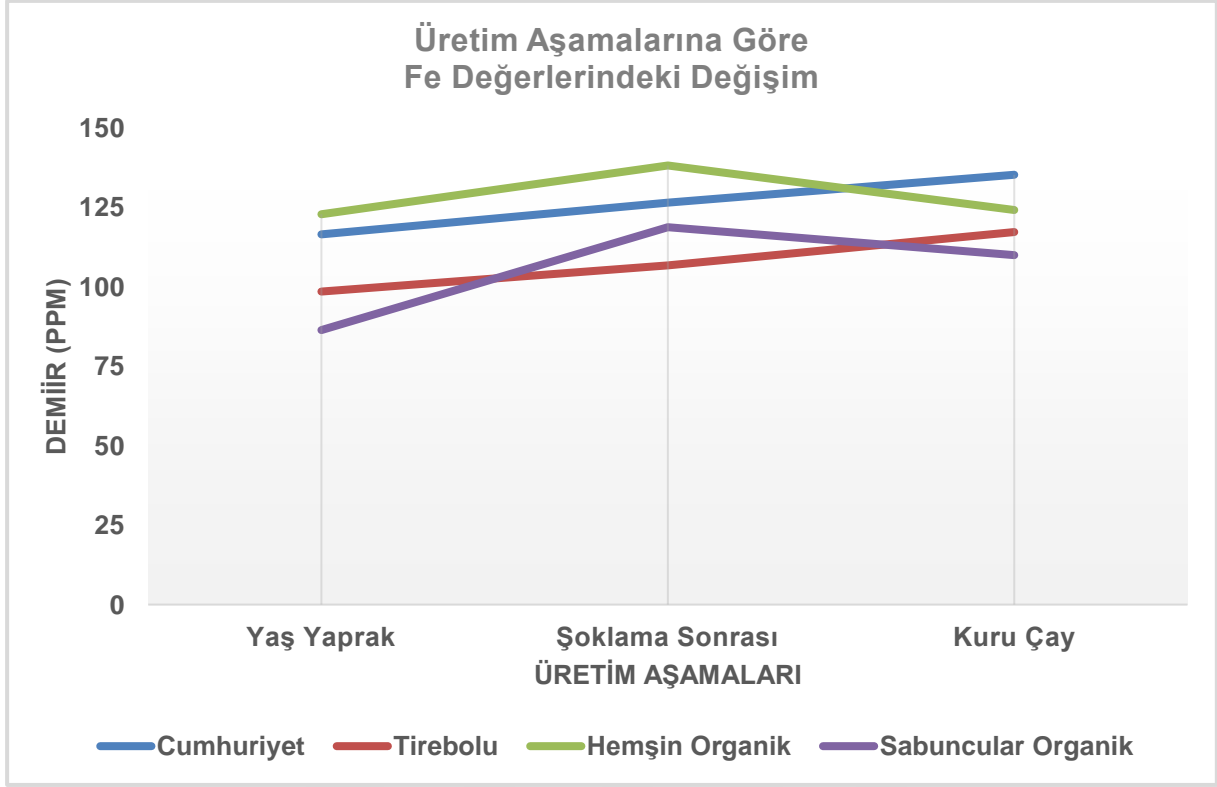
Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Fe değerleri Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Fe değerleri (ppm)

Proses Aşamaları	Demir (Fe) Değerleri (ppm)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	116.50	98.50	122.83	86.38
Şoklama Sonrası	126.50	106.75	138.17	118.75
Kuru Çay	135.25	117.23	124.13	110.00

Fe değerlerinin proses aşamalarına göre değişimini gösteren Şekil 4.35'deki gibidir.

Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Fe değerlerini hesaplamıştır. Çalışma sonucunda; Fe değerlerinin 139.54 ppm ile 287.50 ppm arasında değiştiği ve ortalama 215.25 ppm olduğu sonucu elde edilmiştir.



Şekil 4.35. Fe değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

Street ve diğerleri (2006) Çek Cumhuriyeti'nde yapılan bir çalışmada ithal edilen farklı tipte (siyah, yeşil, yarı fermente ve beyaz çay) çay örnekleri toplanmış, çay yapraklarında ve demindeki toplam bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) içerikleri analiz edilmiştir. Fe değeri 12 çeşit siyah çayda ortalama 240.10 µg/g, 12 çeşit yeşil çayda ise ortalama 267.8 µg/g olarak belirlenmiştir.

Ilgaz ve diğerleri (2006) ÇAYKUR tarafından üretilen siyah ve yeşil çaylar ile deneme üretimi yapılan beyaz çayları mineral madde içerikleri yönünden karşılaştırmışlardır. Buna göre; siyah çaylarda Fe değeri siyah çay 1 için 383 µg/g, siyah çay 2 için 225 µg/g, beyaz çay için 76 µg/g olarak tespit edilirken üretilen yeşil çaylarda Fe değeri 350 µg/g olarak saptanmıştır.

Samsun 19 Mayıs Üniversitesi'nde Horuz ve Korkmaz tarafından 2006 yılında yayınlanan bir çalışmada 3 farklı hasat dönemlerinin verime, azot içeriği ve mineral madde kompozisyonu araştırılmıştır. Sonuçta 1. hasat döneminde Fe değeri 32.14 ppm, 2. hasat

döneminde Fe değeri 21.99 ppm, 3. hasat döneminde Fe değeri de 37.64 ppm olarak tespit edilmiştir.

ÇAYKUR tarafından 2005 yılında üretilen yeşil çaylarda Fe miktarları ortalama 218 ppm olarak tespit edilmişken 2006 yılında üretilen yeşil çaylarda ise Fe miktarı ortalama 350 ppm olarak belirlenmiştir (Kacar, 2010).

Ilgaz ve diğerleri (2005) ÇAYKUR yeşil çaylarını kalite parametreleri açısından piyasada satılan yabancı menşeli yeşil çaylarla karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada çayların mineral madde içerikleri de belirlenmiştir. Buna göre Fe değerleri yabancı menşeli çaylarda ortalama 383 µg/g bulunmuştur. ÇAYKUR yeşil çaylarında Fe değerleri ise şu şekilde tespit edilmiştir; Turkuaz çayında 220 µg/g, Kardelen 1 çayında 220 µg/g, Kardelen 2 çayında 218 µg/g, Antik yeşil 1 çayında 200 µg/g, Antik yeşil 2 çayında 210 µg/g, toz yeşil çayda 239 µg/g ve ortalama 218 µg/g.

Kacar (1984) Doğu Karadeniz bölgesinde 30 üreticinin çay bahçelerinden hasat edilen yaş çay yapraklarının 3 hasat dönemindeki Fe değerleri hesaplanmıştır. Fe değerleri 52 ppm ile 296 ppm arasında ortalama 99 olarak tespit edilmiştir.

4.11.3. Çinko (Zn)

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Zn değerleri Tablo 4.21’de verilmiştir.

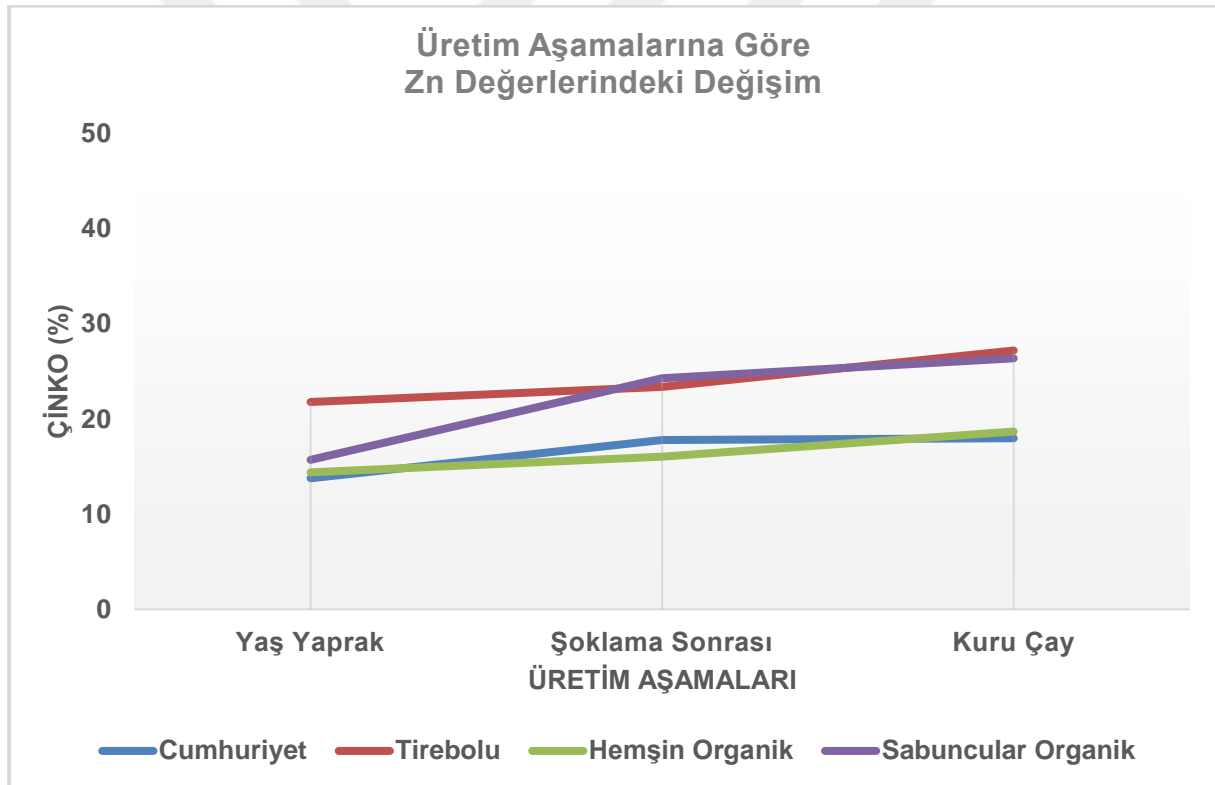
Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Zn değerlerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda; Zn değerlerinin 16.60 ppm ile 23.21 ppm arasında değiştiği ve ortalama 19.73 ppm olduğu sonucu elde edilmiştir.

Street ve diğerleri (2006) Çek Cumhuriyeti’nde yapılan bir çalışmada ithal edilen farklı tipte (siyah, yeşil, yarı fermente ve beyaz çay) çay örnekleri toplanmış, çay yapraklarında ve demindeki toplam bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) içerikleri analiz edilmiştir. Zn değeri 12 çeşit siyah çayda ortalama 42.30 µg/g, 12 çeşit yeşil çayda ise ortalama 45.40 µg/g olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.21. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Zn değerleri (ppm)

Proses Aşamaları	Çinko (Zn) Değerleri (ppm)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	13.75	21.75	14.37	15.68
Şoklama Sonrası	17.75	23.35	16.03	24.23
Kuru Çay	17.95	27.15	18.65	26.33

Zn değerlerinin proses aşamalarına göre değişimini gösteren Şekil 4.36'daki gibidir.



Şekil 4.36. Zn değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

İlgaz ve diğerleri (2006) ÇAYKUR tarafından üretilen siyah ve yeşil çaylar ile deneme üretimi yapılan beyaz çayları mineral madde içerikleri yönünden karşılaştırmışlardır. Buna göre; siyah çaylarda Zn değeri siyah çay 1 için 27 µg/g, siyah çay 2 için 28 µg/g, beyaz çayda 53 µg/g olarak tespit edilirken üretilen yeşil çaylarda Zn değeri 28 µg/g olarak belirlenmiştir.

İlgaz ve diğerleri (2005) ÇAYKUR yeşil çaylarını kalite parametreleri açısından piyasada satılan yabancı menşeli yeşil çaylarla karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada çayların mineral madde içerikleri de belirlenmiştir. Buna göre Zn değerleri yabancı menşeli çaylarda ortalama 22.8 µg/g bulunmuştur. ÇAYKUR yeşil çaylarında Zn değerleri ise şu şekilde tespit edilmiştir; Turkuaz çayında 14 µg/g, Kardelen 1 çayında 22 µg/g, Kardelen 2 çayında 16 µg/g, Antik yeşil 1 çayında 15 µg/g, Antik yeşil 2 çayında 17 µg/g, toz yeşil çayda 19 µg/g ve ortalama 17.2 µg/g.

4.11.4. Potasyum (K)

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak K değerleri Tablo 4.22’de gösterilmiştir.

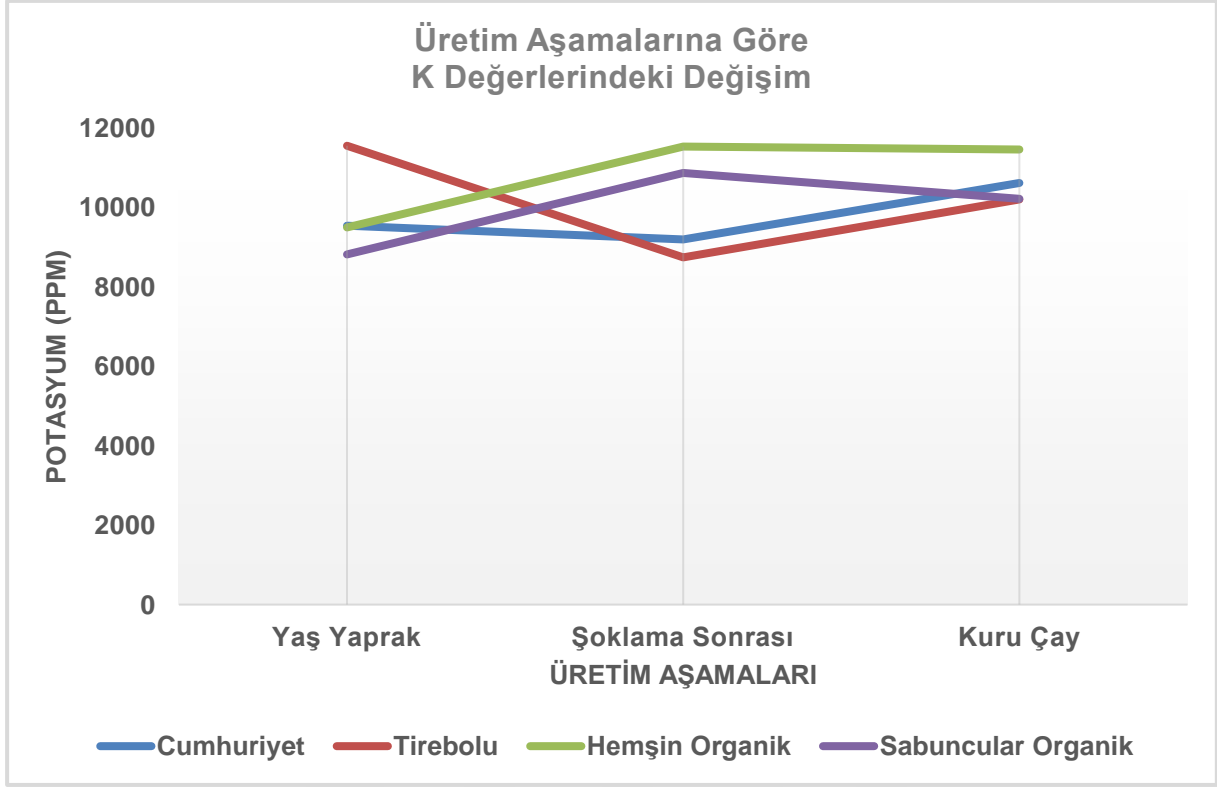
Tablo 4.22 Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama K değerleri (ppm)

Proses Aşamaları	Potasyum (K) Değerleri (ppm)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	9537.65	11551.00	9494.27	8814.60
Şoklama Sonrası	9192.38	8740.28	11529.67	10865.98
Kuru Çay	10613.48	10195.90	11458.38	10216.00

K değerlerinin proses aşamalarına göre değişimini gösteren Şekil 4.37’deki gibidir.

Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin K değerlerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda; K değerlerinin 11612.50 ppm ile 20937.50 ppm arasında değiştiği ve ortalama 15642.92 ppm olduğu sonucu elde edilmiştir.

İlgaz ve diğerleri (2006) ÇAYKUR tarafından üretilen siyah ve yeşil çaylar ile deneme üretimi yapılan beyaz çayları mineral madde içerikleri yönünden karşılaştırmışlardır. Buna göre; siyah çaylarda K değeri siyah çay 1 için %1.21 siyah çay 2 için %0.98, beyaz çayda %1.56 olarak tespit edilirken üretilen yeşil çaylarda K değeri % 1.40 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.37. K değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

İlgaz ve diğerleri (2005) ÇAYKUR yeşil çaylarını kalite parametreleri açısından piyasada satılan yabancı menşeli yeşil çaylarla karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada çayların mineral madde içerikleri de belirlenmiştir. Buna göre K değerleri yabancı menşeli çaylarda ortalama %1.26 bulunmuştur. ÇAYKUR yeşil çaylarında K değerleri sonucu ise şu şekilde verilmiştir; Turkuaz çayında %1.26, Kardelen 1 çayında %1.18, Kardelen 2 çayında %1.22, Antik yeşil 1 çayında %1.27, Antik yeşil 2 çayında %1.20, toz yeşil çayda %1.25 ve ortalama %1.23.

4.11.5. Magnezyum (Mg)

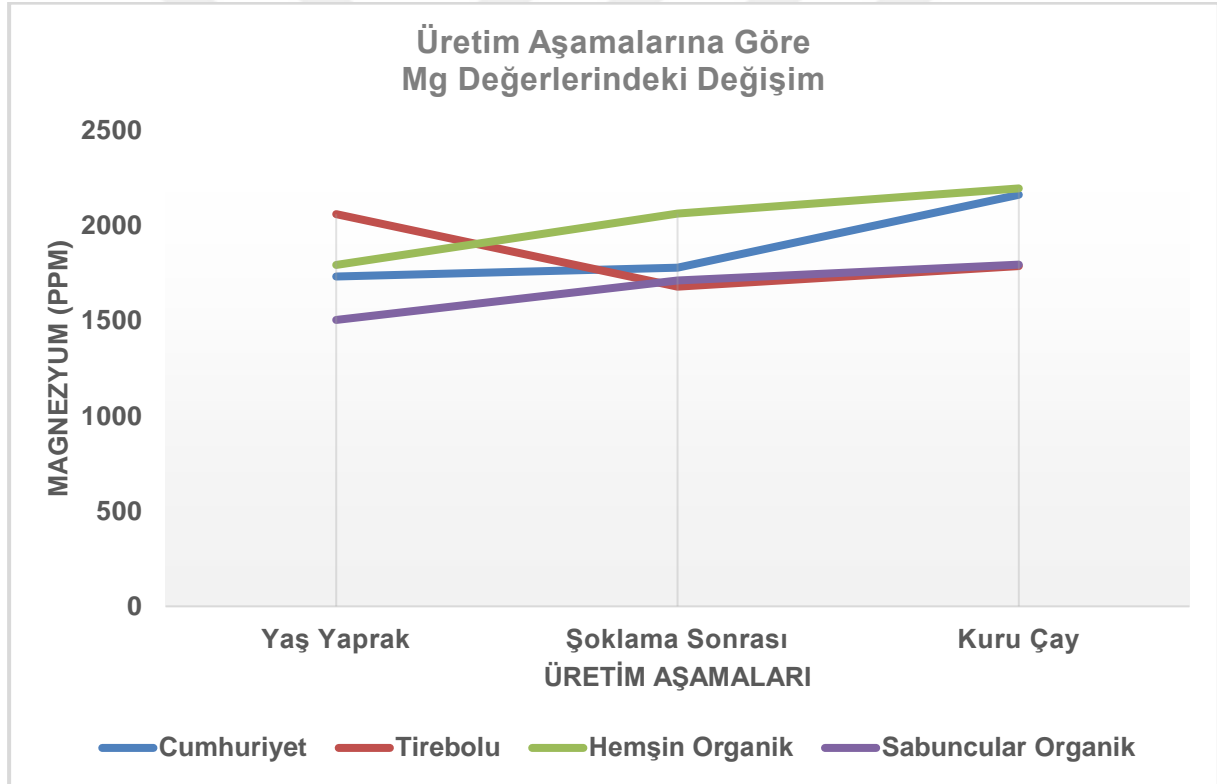
Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Mg değerleri Tablo 4.23’de verilmiştir.

Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Mg değerleri saptanmıştır. Çalışma sonucunda; Mg değerlerinin 948.17 ppm ile 1626.04 ppm arasında değiştiği ve ortalama 1296.70 ppm olduğu sonucu elde edilmiştir.

Tablo 4.23. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Mg değerleri (ppm)

Proses Aşamaları	Magnezyum (Mg) Değerleri (ppm)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	1729.75	2056.90	1790.50	1502.00
Şoklama Sonrası	1775.75	1676.50	2059.33	1708.50
Kuru Çay	2158.50	1784.30	2191.75	1792.00

Mg değerlerinin proses aşamalarına göre değişimini gösteren Şekil 4.38'deki gibidir.



Şekil 4.38. Mg değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

İlgaz ve diğerleri (2006) ÇAYKUR tarafından üretilen siyah ve yeşil çaylar ile deneme üretimi yapılan beyaz çayları mineral madde içerikleri yönünden karşılaştırmışlardır. Buna göre; siyah çaylarda Mg değeri siyah çay 1 için %0.29, siyah çay 2 için %0.24, beyaz çayda %0.18 olarak tespit edilirken üretilen yeşil çaylarda Mg değeri %0.21 olarak tespit edilmiştir.

İlgaz ve diğerleri (2005) ÇAYKUR yeşil çaylarını kalite parametreleri açısından piyasada satılan yabancı menşeli yeşil çaylarla karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada çayların mineral madde içerikleri de belirlenmiştir. Buna göre Mg değerleri yabancı menşeli çaylarda ortalama %0.18 bulunmuştur. ÇAYKUR yeşil çaylarında Mg değerleri sonucu ise şu şekilde verilmiştir; Turkuaz çayında %0.18, Kardelen 1 çayında %0.15, Kardelen 2 çayında %0.17, Antik yeşil 1 çayında %0.18, Antik yeşil 2 çayında %0.18, toz yeşil çayda %0.17 ve ortalama %0.17.

4.11.6. Mangan (Mn)

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Mn değerleri Tablo 4.24’de verilmiştir.

Tablo 4.24. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Mn değerleri (ppm)

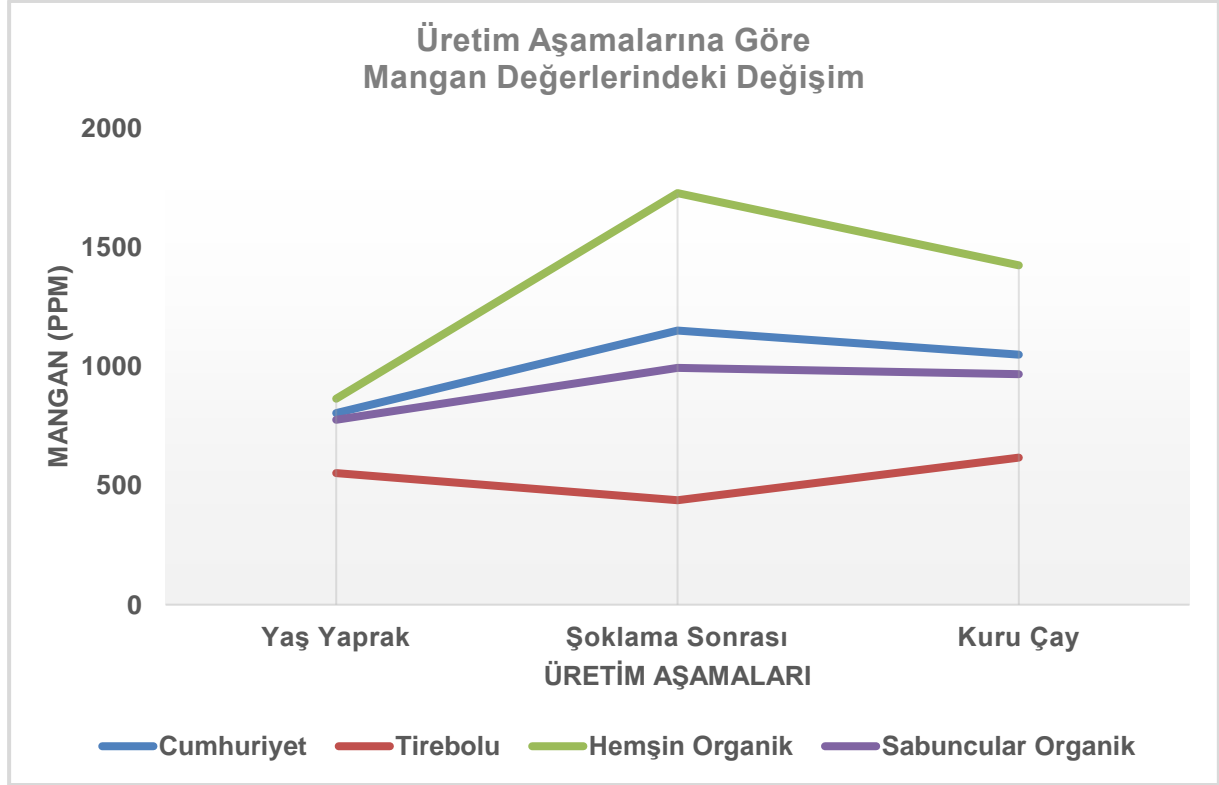
Proses Aşamaları	Mangan (Mn) Değerleri (ppm)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	803.75	552.50	864.17	775.75
Şoklama Sonrası	1150.00	438.25	1726.67	993.50
Kuru Çay	1048.50	617.00	1424.25	966.50

Mn değerlerinin proses aşamalarına göre değişimini gösteren Şekil 4.39’daki gibidir.

İlgaz ve diğerleri (2006) ÇAYKUR tarafından üretilen siyah ve yeşil çaylar ile deneme üretimi yapılan beyaz çayları mineral madde içerikleri yönünden karşılaştırmışlardır. Buna göre; siyah çaylarda Mn değeri siyah çay 1 için 1810 µg/g, siyah çay 2 için 1628 µg/g, beyaz çay için 298 µg/g olarak tespit edilirken üretilen yeşil çaylarda Mn değeri 730 µg/g olduğu sonucu elde edilmiştir.

İlgaz ve diğerleri (2005) ÇAYKUR yeşil çaylarını kalite parametreleri açısından piyasada satılan yabancı menşeli yeşil çaylarla karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada çayların mineral madde içerikleri de belirlenmiştir. Buna göre Mn değerleri yabancı menşeli çaylarda

ortalama 996 $\mu\text{g/g}$ bulunmuştur. ÇAYKUR yeşil çaylarında Mn değerleri ise şu şekilde tespit edilmiştir; Turkuaz çayında 927 $\mu\text{g/g}$, Kardelen 1 çayında 840 $\mu\text{g/g}$, Kardelen 2 çayında 831 $\mu\text{g/g}$, Antik yeşil 1 çayında 866 $\mu\text{g/g}$, Antik yeşil 2 çayında 872 $\mu\text{g/g}$, toz yeşil çayda 880 $\mu\text{g/g}$ ve ortalama 869 $\mu\text{g/g}$.



Şekil 4.39. Mn değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

4.11.7. Sodyum (Na)

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Na değerleri Tablo 4.25’de verilmiştir.

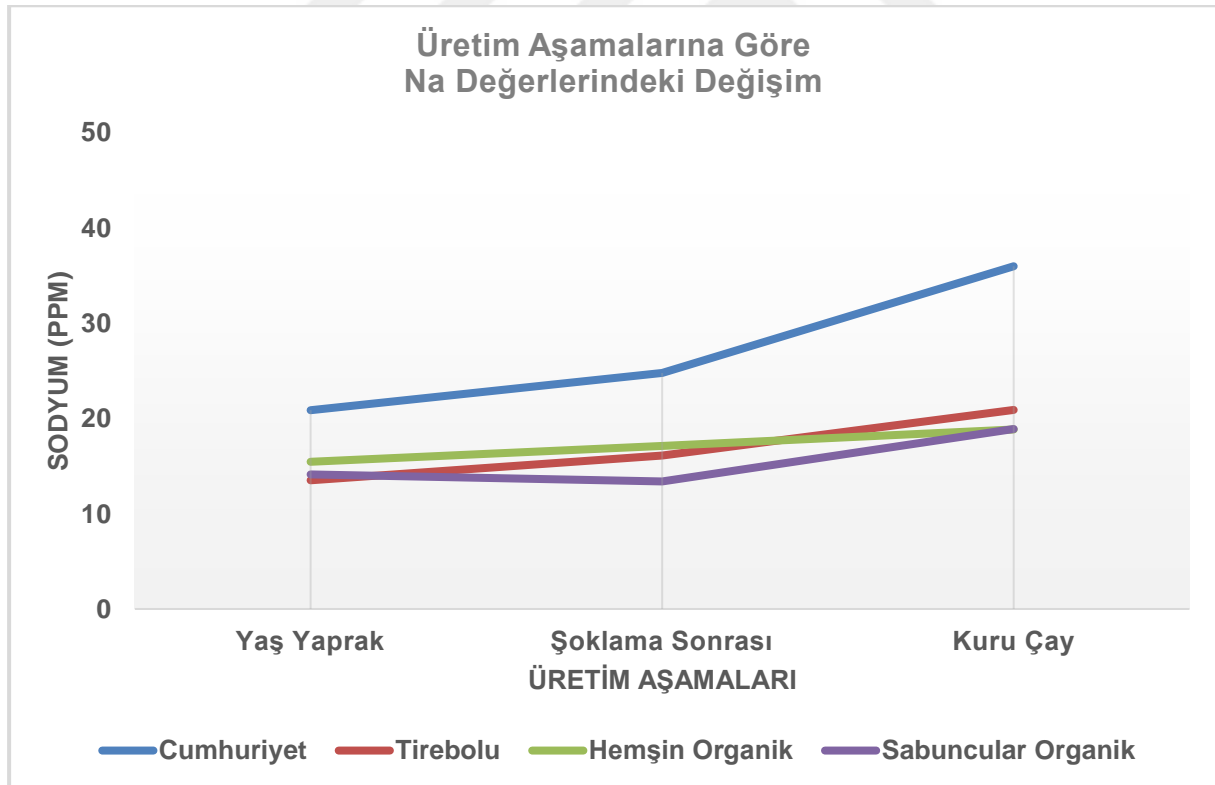
Kacar (1991) ÇAYKUR tarafından üretilen ve 8 ilden alınan değişik çay örneklerinin mineral madde değerlerini incelemiştir. Buna göre; ÇAYKUR çaylarının Na değerleri 83 $\mu\text{g/g}$ ile 127 $\mu\text{g/g}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada özel sektör tarafından üretilen ve paketlenen çayların ve yabancı çayların mineral madde değerleri de incelenmiştir. Özel sektör çaylarında Na değerleri 100 $\mu\text{g/g}$ ile 135 $\mu\text{g/g}$ arasında; yabancı menşeli çaylarda ise 100 $\mu\text{g/g}$ ile 530 $\mu\text{g/g}$ arasında tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda yabancı menşeli çaylar

arasında en yüksek Na değeri Endonezya çayında tespit edilirken ÇAYKUR çayları arasında en yüksek Na değeri Çay Çiçeği çayında olduğu sonucu elde edilmiştir.

Tablo 4.25. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Na değerleri (ppm)

Proses Aşamaları	Sodyum (Na) Değerleri (ppm)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	20.85	13.50	15.44	14.10
Şoklama Sonrası	24.75	16.10	17.11	13.38
Kuru Çay	35.95	20.88	18.83	18.88

Na değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.40'daki gibidir.



Şekil 4.40. Na değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

4.11.8. Kalsiyum (Ca)

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak Ca değerleri Tablo 4.26’da verilmiştir.

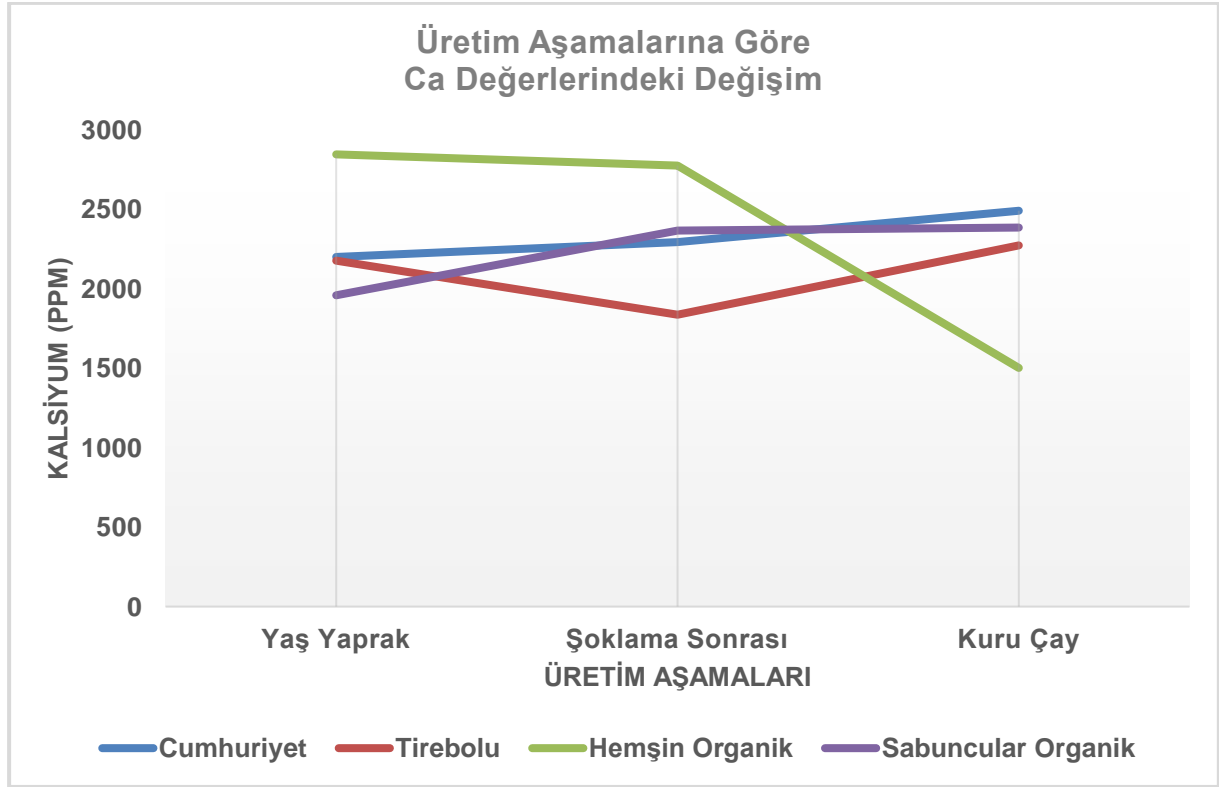
Tablo 4.26. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama Ca değerleri (ppm)

Proses Aşamaları	Kalsiyum (Ca) Değerleri (ppm)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	2200.38	2177.91	2845.96	1959.11
Şoklama Sonrası	2292.89	1836.95	2775.26	2365.57
Kuru Çay	2491.12	2273.07	1502.00	2385.40

Ca değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.41’deki gibidir.

Müezzinoğlu (2011) çalışmasında farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Ca değerlerini hesaplamıştır. Çalışma sonucunda; Ca değerlerinin 950.15 ppm ile 996.68 ppm arasında değiştiği ve ortalama 968.73 ppm olduğu saptanmıştır.

Kacar (1991) ÇAYKUR tarafından üretilen ve 8 ilden alınan değişik çay örneklerinin mineral madde değerlerini incelemiştir. Buna göre; ÇAYKUR çaylarının Ca değerleri %0.15 ile %0.25 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada özel sektör tarafından üretilen ve paketlenen çayların ve yabancı çayların mineral madde değerleri de incelenmiştir. Özel sektör çaylarında Ca değerleri %0.10 ile %0.21 arasında; yabancı menşeli çaylarda ise %0.04 ile %0.32 arasında tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda ortalama Ca değerleri arasında çok küçük farklılıklar tespit edilmiştir.



Şekil 4.41. Ca değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

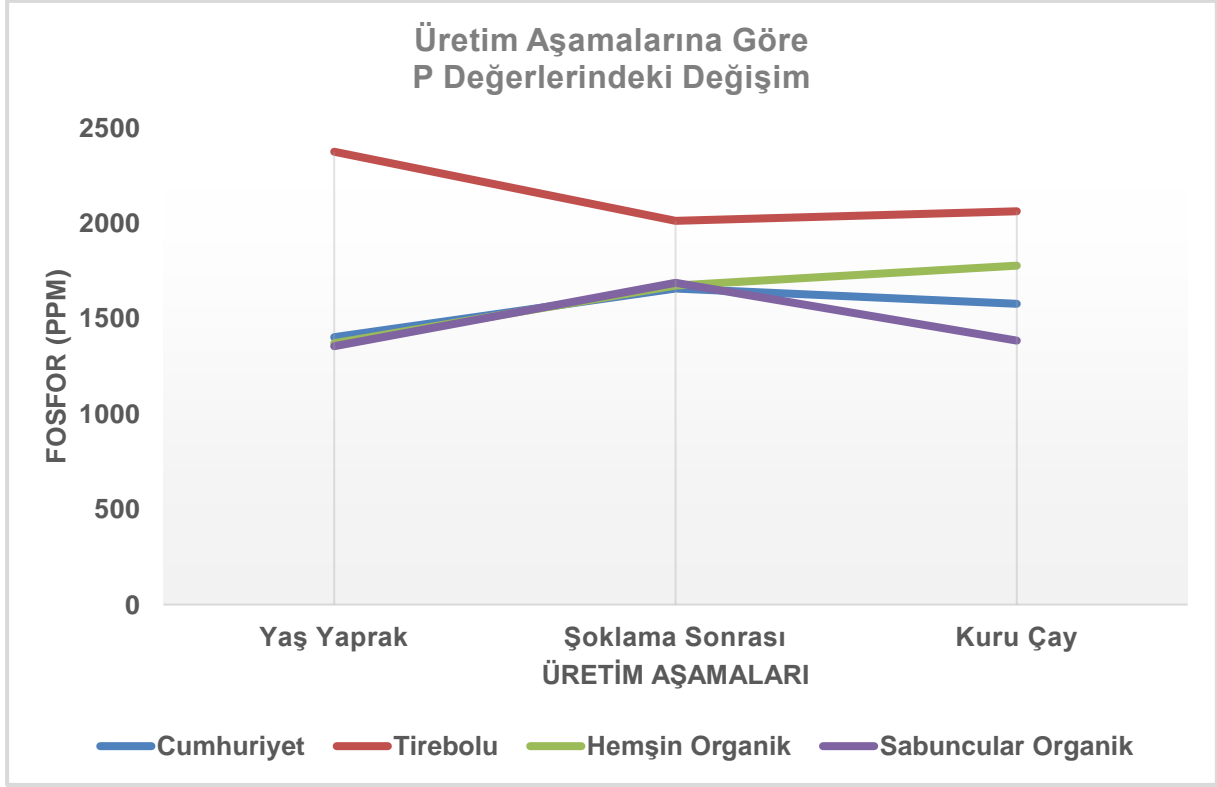
4.11.9. Fosfor (P)

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların proses aşamalarına bağlı olarak P değerleri Tablo 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.27. Farklı bölgelerden hasat edilen yaş çayların proses aşamalarına göre ortalama P değerleri (ppm)

Proses Aşamaları	Fosfor (P) Değerleri (ppm)			
	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Yaş Yaprak	1402.50	2375.00	1371.00	1355.00
Şoklama Sonrası	1657.50	2012.50	1673.03	1687.50
Kuru Çay	1577.50	2062.50	1777.50	1385.00

P değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi Şekil 4.42’deki gibidir.



Şekil 4.42. P değerlerinin proses aşamalarına göre değişimi

İlgaz ve diğerleri 2006 yılında yaptıkları çalışmada ÇAYKUR yeşil çayındaki P oranını %0.39'un üzerinde olduğu sonucu elde edilmiştir.

4.12. Duyusal Analiz

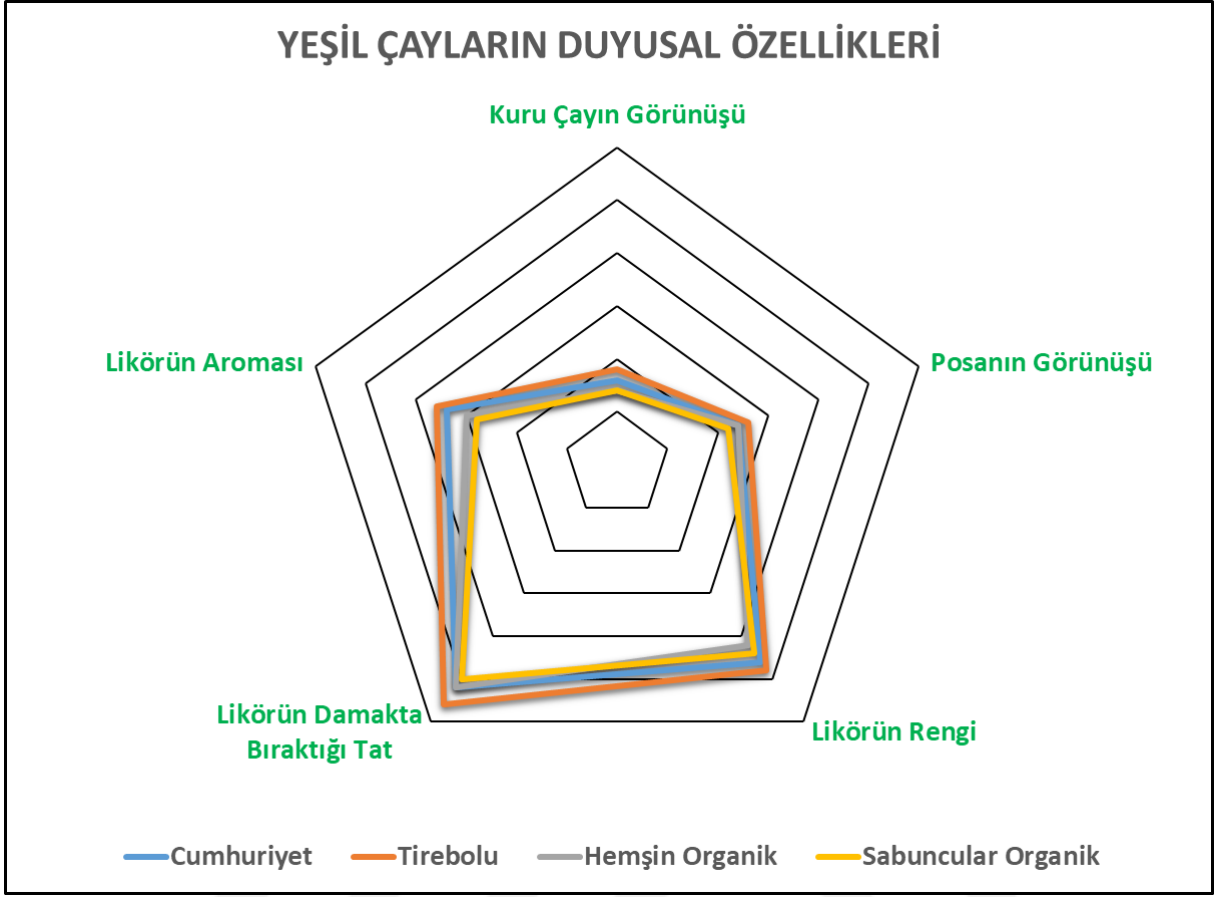
Farklı yörelerden hasat edilen yaş çaylarla üretilen yeşil çaylarda yapılan duyusal analiz sonuçları ile ilgili bulgular Tablo 4.28 ve Şekil 4.43'de verilmiştir.

Tablo 4.28'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; üretimi gerçekleştirilen yeşil çay numuneleri duyusal açıdan Kuru Çayın Görünüşü, Posanın Görünüşü, Likörün Rengi, Likörün Damakta Bıraktığı Tat ve Likörün Aroması açısından değerlendirilmiştir. Bu kriterler açısından değerlendirildiğinde, duyusal açıdan en yüksek puanları Tirebolu yöresinden temin edilen yaş çaypraklarından üretilen yeşil çayların aldığı (92 puan) ve bunu sırasıyla toplam puan olarak Cumhuriyet (86 puan), Hemşin (81 puan) ve Sabuncular (79 puan) yörelerinden temin edilen yaş çaypraklarından üretilen yeşil çayların izlediği belirlenmiştir (Tablo 4.28; Şekil 4.4).

Tablo 4.28. Üretilen Yeşil Çayların Duyusal Değerlendirme Sonuçları ⁽¹⁾

NUMUNENİN ÖZELLİKLERİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	PUAN	Cumhuriyet	Tirebolu	Hemşin Organik	Sabuncular Organik
Kuru Çayın Görünüşü	Homojen görünümlü, lifsiz, koyu yeşil ile sarımsı yeşil arası renkte olmalıdır.	10	8	9	7	7
Posanın Görünüşü	Homojen, doğal yeşil yaprak renginde olmalı, kahverengi ve siyah parçacıklar olmamalıdır.	15	12	13	12	11
Likörün Rengi	Berrak, sarımsı-yeşil renkte olmalıdır (Aromalı çaylar için, aromadan kaynaklanan renk değişimi olabilir.)	25	23	24	21	22
Likörün Damakta Bıraktığı Tat	Hafif acımsı, buruk bir tat olmalıdır (Aromalı çaylar için, aroma tadı hissedilmelidir.)	30	26	28	26	25
Likörün Aroması	Yeşil çaya özgü, hoş, hafif kavrulmuş, çimensi bir koku olmalıdır. (Katkı olarak eklenen aroma hissedilmelidir.)	20	17	18	15	14
TOPLAM PUAN		100	86	92	81	79

⁽¹⁾ Duyusal değerlendirmeye 10 panelist katılmış, değerlendirmeler Analiz Değerlendirme Formuna işlenmiş ve sonuçların ortalamaları alınarak tabloda gösterilmiştir.



Şekil 4.43. Üretilen Yeşil Çayların Duyusal Değerlendirme Sonuçları

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya’da yaygın olarak tüketimi yapılan yeşil çay ülkemizde de son yıllarda daha çok tüketilmeye başlanmıştır. Özellikle yeşil çayın insan sağlığı üzerinde olumlu etkisinin olduğunu gösteren araştırmaların yayınlanması toplumda yeşil çayın tüketim bilincini daha da arttırmıştır. Tüketici açısından ülkemizde yeşil çay bilincinin bu kadar artması tez çalışmamıza yön vermiştir. Bu amaçla daha kaliteli yeşil çay üretimi yapmayı hedeflediğimiz çalışmamızda farklı yörelerden elde ettiğimiz yaş çay yapraklarından yeşil çay üretimi yapılmıştır. Tez çalışmamız kapsamında üretimi tamamlanan yeşil çaylar kalite analizlerine tabii tutulmuştur. Ayrıca proses aşamaları boyunca gerçekleşen değişimi de gözlemlemek için tüm üretim basamaklarında aynı kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak yeşil çay üretimine en uygun yöre ve üretimi tamamlanan yeşil çayların kalite parametreleri tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre aşağıdaki genel sonuçlar elde edilmiştir.

Özellikle yeşil çay için önemli kalite parametreleri olan ekstrakt, toplam polifenol, kafein ve kateşin miktarları tüm çay çeşitleri için belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde Tirebolu’ndan temin edilen yaş çay yapraklarından üretilen çeşidin ekstrakt, toplam polifenol, kafein ve kateşin miktarlarının diğer çaylara göre önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunu Cumhuriyet çay fabrikasından temin edilen yaş çay yapraklarıyla üretilen çayın takip ettiği saptanmıştır. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde konvansiyonel çayların kalite parametrelerinin organik çaylara göre daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir. Bunun nedeninin organik plantasyonda üretim yapılan çaylara uygun miktar ve içerikte gübre verilmemesi olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yaş çay yaprağının kalitesi deme geçen kuru madde üzerinde önemli etkiye sahiptir. Polifenol, kafein ve kateşin miktarları yüksek olan taze yapraklardan üretilen kuru çayların dem içeriği üstün niteliktedir. Tirebolundan alınan yaş yaprakların daha taze ve körpe yapraklar olması, o yörenin çaylıklarının daha bakımlı ve genç olması hammaddenin daha kaliteli temin edilmesini sağlamıştır. Ayrıca o yöre halkının daha bilinçli olmasından kaynaklı çaylıkların standartlara uygun şekilde hasat edilmesiyle de daha kaliteli hammadde temin edilmiştir. Hammadde kalitesi arttıkça son ürün kalitesi de artar ilkesine dayanılarak Tirebolu yöresinin

çaylıklarının yeşil çay üretimi için diğer yörelere göre daha uygun olduğu sonucu elde edilmiştir.

Diğer tarafta ülkemizdeki çaylık alanların tümü tohumdan yetiştirilen çaylarla tesis edilmiştir. Üretimde hammadde kalitesini arttırmak ve çaylıklarda standardizasyonu sağlamak amacıyla klon çaylardan üretilen çaylarla üretimin gerçekleştirilmesi son derece önem arz etmektedir.

Üretimi tamamlanan yeşil çayların selüloz miktarları değerlendirildiğinde Tirebolu hariç diğer tüm çeşitlerin hem yeşil çay tebliğine hem de uluslararası çalışmalarda ortaya konulan değerlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Selüloz değerlerinin bu şekilde yüksek olmasının çayların 2. sürgün dönemine ait olmasının yanı sıra çaylıkların yaşının da etkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca tez çalışmamız kapsamında yaprak yeşil çay üretimi yaptığımızdan kurutma işleminin ardından kırıcı ya da lif tutucu kullanılmamıştır. Bu sebepten kuru çayaların selüloz içerikleri yüksek tespit edilmiştir. Sonuç itibarıyla tüm yeşil çay örnekleri kıyaslandığında Tirebolu'ndan temin edilen yaş çay yapraklarının daha genç ve körpe olması bu yöre çaylarının selüloz değerlerinin daha düşük olmasını sağlamıştır.

Çayların kateşin (EGC, C, EGCG, EC, ECG) ve kafein içerikleri değerlendirildiğinde yine Tirebolu'ndan temin edilen yaş çay yapraklarından üretimi gerçekleştirilen yeşil çayların daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bunu Cumhuriyet fabrikasından temin edilen yaş çay yapraklarından üretilen çay çeşidi takip etmektedir. Organik yaş çay yapraklarından üretilen yeşil çayların kafein içeriklerinin konvansiyonel çaylara göre daha düşük tespit edilmesi organik gübredeki azot miktarının kimyasal gübreye göre daha düşük olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Zira kafein biyosentezinin bitkinin topraktan aldığı azot miktarıyla ilgili olduğu bilinmektedir.

Çay çeşitlerinin mineral madde içerikleri kıyaslandığında ise sonuca katkı sağlayacak herhangi bir tespit yapılamamıştır. Bazı mineral madde içerikleri açısından çeşitlerin birbirlerine karşı üstünlükleri belirlenmesine rağmen hiçbir çeşidin ön plana çıkacağı bir sonuç elde edilememiştir.

Duyusal açıdan değerlendirildiğinde ise (Kuru Çayın Görünüşü, Posanın Görünüşü, Likörün Rengi, Likörün Damakta Bıraktığı Tat ve Likörün Aroması) en yüksek puanı Tirebolu yöresinden temin edilen yaş çaypraklarından üretilen yeşil çayların aldığı saptanmıştır.

Çay üretimi için son derece belirleyici kalite parametreleri birarada değerlendirildiğinde Tirebolu'ndan temin edilen yaş çay yapraklarından üretilen yeşil çayların kalitesinin açıkça öne çıktığı görülmüştür.

Ülkemizde yeşil çayla ilgili çeşitli araştırmalar mevcut olmakla birlikte yöresel bazlı kıyaslamaların yapıldığı bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmanın sonucu daha kaliteli yeşil çay üretimine yön verebilecek nitelikte olup yeşil çay üretiminde yaş yaprak temininin önemine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, N. ve Mukhtar, H. (1999) Green Tea Polyphenols and Cancer; Biologic Mechanisms and Practical İmpleications. *Nutrition Reviews*, 57, 78-83.
- Akova, Y. (2008). Siyah Çay. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, 9, Ankara.
- Anonim, (1990a). Çay- Rutubet Tayini. TS 1562 ISO 1573. TSE, Ankara.
- Anonim, (1990b). Çay-Toplam Kül Tayini. TS 1564 ISO 1575. TSE, Ankara.
- Anonim, (1990c). Çay- Suda Çözünen Kül ve Suda Çözünmeyen Kül Tayini. TS1565 ISO 1576. TSE, Ankara.
- Anonim, (1990d). Çay- Suda Çözünen Külde Alkalilik Tayini. TS 1567. TSE, Ankara.
- Anonim, (2001). Çay- Asitte Çözünmeyen Kül Tayini. TS 1566 ISO 1577. TSE, Ankara
- Anonim, (2003a). Çay- Su Ekstraktı Tayini. TS ISO 9768. TSE, Ankara.
- Anonim, (2003b). Çay - Ham Lif İçeriğinin Tayini. Türk Standardı, TS ISO 15598, Mart 2003, TSE, Ankara.
- Anonim, (2005a). Content of total Polyphenols in Tea-Colorimetric Method using Folin Ciocalteu Reagent . ISO14502-1.
- Anonim, (2005b). Content of Catechins in Green Tea- Method using High Performance Liquid Chomatodrophy. ISO 14502-2.
- Anonim, (2010). Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırması Biyokimya Kısım Müdürlüğü Notları, Rize.
- Anonim, (2015). Çay Üretim Verileri. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001.
- Anonim, (2017).<http://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/YayinDetay.aspx?ItemType=5&ItemId=401>
- Astill, C., Birch M., Dacombe C., Humphery, P.G. ve Martin, P.T. (2001). Factors Affecting The Caffeine and Polphenol Contents of Black and Green Tea İnfusions. *J. Food Chemistry*, 49, 5340-5347.
- Basu Majumder, A., Bera, B. ve Rajan, H. (2010). Tea Statistics: Global Scenario. *Inc. J. Tea Sci.*, 8 (1), 121-124.
- Bokuchava, M.A. ve Skobelova, N.I., (1958). The Chemistry and Biochemistry of Tea and Tea Manufacture. *Adv. Food Res.*, 17, 215-280.

- Carlioni P., Tiano L., Padella L., Bacchetti T., Customu C., Kay A. ve Damiani E. (2013). Antioxidant Activity of White, Green and Black Tea Obtained from the Same Tea Cultivar. *Food Research International*, 53, 900–908.
- ÇAYKUR (2019). Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü <http://www.caykur.com.tr/UrunDetayi.aspx?id=64>
- Chaturvedula, V.S.P. ve Prakash, I. (2011). The Aroma, Taste, Color and Bioactive Constituents of Tea. *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 5 (11), 2110-2124.
- Chen, Z.Y., Zhu, Q.Y., Tsong, D. ve Huang, Y. (2001). Degradation of Green Tea Catechins in Tea Drinks. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 477-482.
- Cooper, R., Morr , D.J. ve Morr , D.M. (2005). Medical Benefits Of Green Tea: Part II. Review Of Anticancer Benefits. *The Journal Of Alternative And Complementary Medicine*, 11(4), 639-652.
- Cooper, B. (2006). White Tea Defined by Industry. *Tea and Coffe*, Vol.178/No4 April20, 2006.
- De Mejia E.G, Raminez-Mares M.V. ve Puangraphant S. (2009). Bioactive Components of Tea: Cancer, Inflammation and Behavior. *Brain, Behavior, and Immunity*, 23, 721–731
- FAO (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). Rome, Italy.
- Fernandez, P.L., Poblas, F., Martín, M.J. ve Gonzalez, A.G. (2002). Multi-Element Analysis of tea Beverages by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectromery. *Food Chemistry*, 76, 483-489.
- Ferrara, L., Montesano, D. ve Senatore, A. (2001). The Distribution of Minerals and Flavonoids in The Tea Plant (*Camellia Sinensis*). *Il Farmaco*, 56, 397–401.
- Fisunoğlu M. ve Besler H.T. (2012). Çay ve Sağlık İlişkisi. *Klasmat Matbaacılık*, 7-8., Ankara.
- George, J., Nigam, N. ve Shukla, Y. (2008). Tea: Age-Old Beverage As An Effective Cancer Chemopreventive Agent. *Oncol. Rev.*
- Goto, T., Yoshida, Y., Kiso, M. ve Nagashima, H. (1996). Simultaneous Analysis of Individual Catechins and Caffeine In Green Tea. *Journal of Chromatography A*, 749, 295-299.
- Gramza, A. ve Korczak, J. (2005). Tea constituents (*Camellia sinensis L.*) as antioxidants in lipid systems. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 351-358.
- Gramza, A., Korczak, J., Amarowicz, R. (2005). Tea polyphenols – their antioxidant properties and biological activity– a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, Vol. 14/55, No 3, 219–235.
- Halder B, Pramanick S, Mukhopadhyay S, Giri A.K. (2005). Anticlastogenic Effects of Black Tea Polyphenols Theaflavins and Thearubigins in Human Lymphocytes in vitro. *Toxicology in Vitro*, 20, 608–613.

- Han, W.-Y., Shi, Y.-Z., Ma, L.-F. ve Ruan, J.-Y. (2005). Arsenic, Cadmium, Chromium, Cobalt, and Copper in Different Types of Chinese Tea. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, 75, 272-277.
- Henning, S.M., Fajardo-Lira, C. ve Lee, H.W., Youssefian, A.A., Go, V.L.W., Heber, D. (2003). Catechin Content of 18 Teas and a Green Tea Extract Supplement Correlates With the Antioxidant Capacity. *Nutrition and Cancer*, 45(2), 226–235.
- Hicks A. (2009). Current Status and Future Development of Global Tea Production and Tea Products. *AU J.T.*, 12(4): 251-264.
- Hilton, P.J. ve Jones- Palmer, R. (1973). Relationship between flavonol composition of fresh tea shoots and theaflavin content of manufactured tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24, 813-818
- Horuz A. ve Korkmaz A. (2006). Farklı Sürgün Dönemlerinde Hasat Edilen Çayın Verimi, Azot İçeriği ve Mineral Madde Kompozisyonu. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 49-54.
- Ilgaz Ş. (1992). Türkiye’de Yeşil Çay Üretimi ve Farklı Sürgün Dönemlerinde Üretilen Yeşil Çayların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Erzurum.
- Ilgaz Ş., Kalcıoğlu Z. ve İslamoğlu E. (2006). Türk Beyaz Çayı Üretim Yönteminin Optimizasyonu ve Türk Beyaz Çayının Kalite Parametrelerini Belirlenmesi. *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Projesi*.
- Ilgaz, A.Ş., Sarımehtem, M. ve Kalcıoğlu, Z. (2005). 2004 Yılı 1. Sürgün Dönemine Ait ÇAYKUR Yeşil Çay Nevilerinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi ve Yabancı Ülkelerde Üretilen Yeşil Çaylarla Mukayesesi. *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (Rapor) Rize.1-30s.*
- Juneja, L., Chu, D.C., Okuba, T., Nagato, Y. Ve Yokogoshi, H. (1999). L-Theanine a unique amino acid of green tea and its relaxation effects in humans. *Trends in Food Science and Technology*, 195-205.
- Kacar, B. (1984). Çayın Gübrenmesi. *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü (ÇAYKUR) Yayını*, 356, Ankara.
- Kacar, B. (1991). Çay Analizleri. *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü (ÇAYKUR)*, 331, Ankara.
- Kacar, B. (1997). Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü (ÇAYKUR) Yayını*, Sayı 6, s.1-71.

- Kacar, B. (2010). Çay Bitkisi Biyokimyası Gübrelenmesi İşleme Teknolojisi. Nobel Yayınları, 356 s, Ankara.
- Kacar, B., Taban, S. ve Kütük, A.C.(1991). Türk ve yabancı çayların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden karşılaştırılması. DOĞA, Türk Tarım ve Ormancılık dergisi. 15(2):328-351.
- Kaptan, A.B. (1968). Rize çaylarının Terkip ve Keyfiyeti ile Bunların Üzerinde İşlemenin Tesirine Ait Araştırma. Tarım Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, 176, Ankara.
- Karori, S.M, Wachira, F.N., Wanyoko, J.K. ve Ngure N.M. (2007). Antioxidant Capacity of Different Types of Tea Products. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (19), pp. 2287-2296.
- Liebert, M., Licht, U., Böhm, V. ve Bitsch, R. (1999). Antioxidant Properties and Total Phenolics Content of Green and Black Tea Under Different Brewing Conditions.2. Lens Unters Forsch A.208, 217-220.
- Mahmutoğlu, H. (2012). Çay Bitkisinin Yetiştirilmesi. TSE Ekonomik ve Teknik Dergi, Aralık 2012 sayı 607, 30-36.
- Marbaniang, D.G., Baruah, P., Decruse, R., Dkhar, E.R., Diengdoh, D.F. ve Nongpiur, C.L. (2011). Study Of Trace Metal (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn And Cd) Composition In Tea Available At Shillong, Meghalaya, India. IJEP, 1 (1), s.13-21.
- Müezzinoğlu A. (2015). Konvansiyonel Ve Organik Çay Çeşitlerinin Harmanlara ve Nevilere Bağlı Olarak Kalite Parametreleri ile Mineral Madde İçeriklerinin Kıyaslanması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Müezzinoğlu N. (2011). Yeşil Çayın Fenolik ve Mineral Madde İçerikleri Üzerine Üretim Yöntemi, Hasat Dönemi ve Demleme Süresinin Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Nishitani, E. Ve Sagesaka Y.M. (2004). Simultaneous determination of catechins, caffeine and other phenolic compounds in tea using new HPLC method. J. Food Comp. Anal. 17:975-685
- Owuor, P.O. ve Obanda, M. (2001). Comparative responses in plain black tea quality parameters of different tea clones to fermentation temperature and duration. Food Chemistry 72 (2001a), 319-327.

- Öksüz, M. (1987). Ülkemizdeki Klon Çayların Verimi ve Mamul Çay Kalite Özelliklerinin Tespiti. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 184, Rize.
- Ölmez, H., ve Yılmaz, A. (2009). Changes in Chemical Constituents and Polyphenol Oxidase Activity of Tea Leaves with Shoot Maturity and Cold Storage. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda Enstitüsü.
- Özdemir, F. (1997). Siyah Çay Dem ve Posanın Duyusal Özellikleri ve Bunlar Üzerinde Etkili Faktörler. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10, 368-373.
- Özdemir, F. ve Şahin, H. (2006). Yeşil Çayın Sağlık Üzerine Etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- Özdemir, F., Topuz, A. ve Şahin, H. (2006). Yaş Çay Ve İşlenmiş Farklı Sınıf Çayların Sürgün Dönemi Ve Rakıma Bağlı Olarak Polifenolik Madde Değişimi. TÜBİTAK Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu, Proje No: TOGTAG-3286, Ankara.
- Özdemir, Y. (1992). Türk çaylarının Kimyasal Bileşiminin İncelenmesinde Spektrofotometrik ve Kromatografik Yöntemlerin Yeri. Doktora Tezi İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Pastore R. L. ve Fratellone P. (2006). Potential Health Benefits Of Green Tea (Camellia Sinensis): A Narrati ve Review. Diet and Nutrition Explore November/December 2006, Vol. 2, No. 6, 531-539 s.
- Peres R.G., Tonin, F.G, Tavares, M.F.M. ve Rodriguez-Amaya D.B. (2011). Determination of Catechins in Green Tea Infusions by Reduced Flow Micellar Electrokinetic Chromatography. Food Chemistry 127 (2011) 651–655.
- Peterson, J., Dwyer, J., Bhagwat, S., Haytowitz, D., Holden, J., Eldridge, A.L., Beecher, G. ve Aladesanmia, J. (2005). Major flavonoids in dry tea. Journal of Food Composition and Analysis, 18 487–501.
- Peterson, J., Dwyera, J., Jacquesa, P., Randa, W., Prior, R. ve Chui, K. (2004). Tea variety and brewing techniques influence flavonoid content of black tea. Journal of Food Composition and Analysis 17 (2004) 397–405.
- Polat, A. (2013). Derepazari-7, Fener-3 ve Tuğlali-10 Klonlarından Üretilen Siyah Çayların Kalite Parametrelerinin Karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Poyrazoğlu, E.S. (1990). İşlenmiş Türk Çaylarının Kaliteleri Üzerine Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

- Poyrazoğlu, E.S. ve Gürses, Ö.L. (1991). İşlenmiş Türk Çaylarının Kaliteleri Üzerinde Araştırmalar. Gıda, 16 (3), s.201-208.
- Rahman, M.M., Kalam, M.A., Salam, M.A. ve Rana, M.R. (2013). Aged Leaves Effect on Essential Components in Green and Oolong Tea. Int. J. Agril. Res. Innov. & Tech. 3 (2): 54-58.
- Reto, M., Figueira, E.M., Filipe, H.M. ve Almeida, C.M.M. (2007). Chemical Composition of Green Tea (*Camellia Sinensis*) Infusions Commercialized in Portugal. Plant Foods Hum Nutr (2007) 62:139–144.
- Safari, Y. Ve Sadrzadeh, S.V. (2004). Green Tea Metabite EGCG Protects Membranes Against Oxidative Damage İn Vitro. Life Sci. 74, 1513-8.
- Sajilata M.G, Bajaj P.R. ve Singhal R.S. (2008). Tea Polyphenols as Nutraceuticals. Vol. 7, 2008-Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 229-254.
- Sakato, Y. (1957). Recent advances in tea chemistry in Japan. In: Proceedings of the Symposium on Phytochemistry. s. 168-172. Kuala Lumpur.
- Saldamlı, İ. (1998). Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 527, Ankara.
- Saravanan, M., Maria-John, K.M., Raj Kumar, R., Pius, P.K. ve Sasikumar, R. (2005). Genetic Diversity of UPASI Tea Clones (*Camellia sinensis*(L.)O.Kuntze) on the Basis of Total Catechins and Their Fractions. Phytochemistry, 66,561-565.
- Sarıca, S., Karataş, U. ve Diktaş, M. (2008). Çay (*Camellia sinensis*) İçeriği, metabolizma ve Sağlık Üzerine Etkileri, Antioksidan Aktivitesi ve Etlik Piliç Karma Yemlerinde Kullanımı. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (2), 79-85.
- Sharma, V. ve Rao, L.J.M. (2009). A Thought on the Biological Activities of Black Tea. Plantation Products, Spices and Flavour Technology Department, Central Food Technological Research Institute. India.
- Shawon, S.A. (2012). A Brief History Of Tea Cultivation In Asia. <https://www.yumpu.com/en/document/read/11895840/history-of-tea-get-a-free-blog-here>
- Shimamura, T. (1996). “ Sterilization Effect of Green Tea” Showa University Medical School, Kakegawa City, August 22, Shizuoka, Japan.
- Sivapalan, K. (1982). Storage of black tea. Tea Quart., 51(4):185-189.
- Smiechowska, M. ve Dmowski, P. (2006). Crude fibre as a parameter in the quality evaluation of tea. Food Chemistry 94 (2006) 366–368.

- Stewart, A.J., Mullen, W. ve Crozier, A. (2005). On-Line High -Performance Liquid Chromatography Analysis of the Antioxidant Activity of Phenolic Compounds in Green and Black Tea. *Molecular Nutrition and Food Research*, 49, 52-60.
- Street, R., Száková, J., Drábek, O. ve Mládková, L. (2006). The Status of Micronutrients (Cu, Fe, Mn, Zn) in Tea and Tea Infusions in Selected Samples Imported to the Czech Republic. *Czech J. Food Sci.* Vol. 24, No. 2: 62–71.
- Sud, R.G., Prasad, R. ve Bhargava, M.(1995). Effect of weather conditions on concentration of calcium, manganese, zinc, copper and iron in green tea (*Camellia sinensis(L) O kuntze*) leaves of North Western India. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67, 341-346.
- Szymczycha-Madeja, A., Welna, M. ve Pohl, P. (2012). Elemental analysis of teas and their infusions by spectrometric methods. *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 35, 2012.
- Tekeli, T.S. (1976). Çay Yetiştirme-İşleme-Pazarlama. Dönüm Yayınları, 244, Ankara.
- Tokuşoğlu, Ö. (2001). Siyah Çayların Başlıca Fenolik Bileşenleri (Flavanoller, Flavonoller, Tanninler) ve Aroma Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Doktora Tezi.
- Tosun, İ. ve Karadeniz, B. (2005). Çay ve Çay Fenoliklerinin Antioksidan Aktivitesi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(1), 78-83.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK), (2015). Çay Tebliği (Tebliğ No: 2015/30) <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/06/20150617-4.htm>
- Türkmen, N.E., Sarı, F. ve Velioglu, Y. S. (2010). Polyphenols, Alkaloids And Antioxidant Activity of Different Grades Turkish Black Tea. *GIDA*, 35 (3) 161-168.
- Türkmen N. (2007). Farklı Sınıf Çaylarda Kıvırma Proseslerinin ve Değişik Hasat Dönemlerinin Çayın Fenolik Madde ve Alkoloid Bileşimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Doktora Tezi.
- Vatan, Ö., Hasdemir, İ.M., İnci, İ., Bilgi, M. ve Aydın, A. (2000). Kafeinin Su ve Etil Asetat / Kloroform Karışımı arasındaki Dağılım Katsayılarının Ortam Asitliğine Bağlı Olarak Değişimi. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*. 2 (3), 1-6.
- Velioglu, S. (2005). İşlenmiş Türk Çaylarında İşleme Yöntemi, Çay Sınıfı ve Sürgün Döneminin Fenolik Madde Dağılımı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu.
- Villanueva-Bermejo, D., Reglero G. ve Fornari, T. (2017). Recent Advances in the Processing of Green Tea Biomolecules Using Ethyl Lactate. a Review. *Trends in Food Science and Technology* 62 (2017) 1-12.

- Wada, T. ve Sakurai, F. (1952). The Vitamin B2 Content of Tea. Food Nutrition Chemistry. Japan.
- Wang, H., Provan, G.J. ve Helliwell, K. (2000). Tea flavonoids: their functions, utilisation and analysis. Trends in Food Science & Technology 11 (2000) 152-160.
- Wanyika, H.N., Gatebe, E.G., Gitu, L.M., Ngumba, E.K. ve Maritim, C.W. (2010). Determination of caffeine content of tea and instant coffee brands found in the Kenyan market. Afr. J. Food Sci., 4(6), 353 – 358.
- Wetherilt, H., Gürcan, T., Löker, M. ve Özay, G. (1991). Türk Çaylarının Nesnel Kalite Parametrelerine Göre Değerlendirilmesi. GIDA, 16 (3), 200-216.
- Wickremasinghe, R. (1978). Tea. Advances in food Research (Ed. C. O. Chichester). 24:229-286. Academic Press Inc. New York.
- Yamanishi, T. (1989). Thermo Generation of Aroma Compounds From Tea, Japan.
- Yanagimoto, K., Ochi, H., Lee, K.G. ve Shibamoto, T. (2003). Antioxidative Activities of Volatile Extracts from Green Tea, Oolong Tea, and Black Tea. J. Agric Food Chem., 51, 7396-401.
- Yang C.S. ve Landau J.M. (2000). Effects of Tea Consumption on Nutrition and Health. American Society for Nutritional Sciences. The Journal of Nutrition. 2409-2412.
- Yao, L.H., Jiang, Y.M., Caffin, N., D'Arcy, B., Datta, N., Liu, X., Singanusong, R. ve Xu, Y. (2006a). Compositional analysis of teas from Australian supermarkets. Food Chemistry, 94, 115-122.
- Yao, L.H., Jiang, Y.M., Caffin, N., D'Arcy, B., Datta, N., Liu, X., Singanusong, R. ve Xu, Y. (2006b). Phenolic compounds in tea from Australian supermarkets. Food Chemistry, 96, 614–620.
- Yaylalı-Abanuz, G. (2007). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkilerinin Ağır Metal Kapsamlarının Araştırılması. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Yılmaz, Y. (2006). Novel uses of catechins in foods. Trends in Food Science and Technology, 17,64-71.
- Yoshida, Y., Kiso, M. ve Goto, T. (1999). Efficiency of the Extraction of Catechins from Green tea. Food Chemistry, 67, 429-433.
- Zengin, M., Gezgin, S., Özcan, M. ve Çetin, Ü. (2004). Bitkisel Çay olarak Kullanılan Bitki çaylarının mineral madde İçeriklerinin Belirlenmesi. T.C. Selçuk Üniversitesi Bilimsel araştırma projeleri. Zf 2003-129, Konya.

Zhen, Y. (2002). *Tea: Bioactivity and Therapeutic Potential*. Taylor and Francis. 257 p, 11 New Fetter Lane, London.

Zimmermann B.F. ve Gleichenhagen M. (2011). The Effect of Ascorbic Acid, Citric Acid and Low pH on The Extraction of Green Tea: How To Get Most Out of It. *Food Chemistry* 124 (2011) 1543–1548.

Zuo, Y., Chen, H. ve 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 (2002) 307–316.



ÖZGEÇMİŞ

Pınar OFLUOĞLU 1985 yılında Rize’de doğdu. İlkokulu Rize Ardeşen Fatih İlköğretim okulunda okuyup ortaokul ve lise öğrenimini İstanbul Maltepe Anadolu Lisesinde tamamladı. 2004 yılında başladığı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ndeki lisans eğitimini 2008 yılında tamamladı. 2008- 2013 yılları arasında özel sektörde Gıda Mühendisi olarak görev yaptıktan sonra 2013 yılında ÇAYKUR Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’ne atandı. 2019 yılının Ocak ayından itibaren de Toprak Mahsulleri Ofisi Samsun Şube Müdürlüğü’nde Gıda Mühendisi olarak çalışma hayatına devam etmektedir.