



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKEŞ BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SİYAH ÇAY ÜRETİMİNİN FARKLI AŞAMALARINDA ÇAYIN
BİLEŞİMİNDE OLUŞAN DEĞİŞİMLER
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ŞULE PAN
YÜKSEK LİSANS



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKEŞ BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SİYAH ÇAY ÜRETİMİNİN FARKLI AŞAMALARINDA ÇAYIN
BİLEŞİMİNDE OLUŞAN DEĞİŞİMLER
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ŞULE PAN
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN
PROF.DR. OSMAN KOLA

ADANA 2020

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.



Şule PAN

ÖZET

SİYAH ÇAY ÜRETİMİNİN FARKLI AŞAMALARINDA ÇAYIN BİLEŞİMİNDE OLUŞAN DEĞİŞİMLER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Şule PAN

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman KOLA

Haziran 2020, 60 sayfa

Bu çalışmada, ülkemizde Karadeniz bölgesinde yetiştiriciliği yapılan taze çay yapraklarından üretilen siyah çayın üretim aşamalarında (soldurma girişi-çıkışı, SG-SÇ; kıvrırma girişi-çıkışı, KG-KÇ; fermentasyon çıkışı, FÇ; kurutma çıkışı, KÇ) alınan çay numunelerinin, tasnifi yapılan siyah çay örneklerinin (BOP1A BOP1A4 BOPF2), çay tozlarının (DUST0, DUST1) ve çay liflerinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Siyah çay üretiminde kullanılan yaş çay yapraklarının (YÇY) rutubet değerinin %76.19 olduğu ve kurutma çıkışında rutubet değerinin %6.97 düştüğü belirlenmiştir. Yaş çay yaprağının siyah çaya işlenmesi sırasında soldurma (SG, SÇ), kıvrırma (KG, KÇ) ve fermentasyon (FÇ) aşamalarında kül değerinin giderek arttığı ve kurumadde esasına göre sırasıyla %1.49-1.62, %1.83-1.88 ve %1.91 (g/g) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tasnifi edilmemiş kuru siyah çayın (KRÇ) toplam kül değerinin de %5.04 (g/g) olduğu saptanmıştır. Yaş çay yapraklarının (YÇY) ham sellüloz değerinin %5 ve kurutma çıkışında (KRÇ) ise ham sellüloz değerinin %14.49 olduğu belirlenmiştir. Siyah çay üretim aşamalarında, soldurma çıkışından fermentasyon çıkışına kadar fazla bir değişiklik göstermemekle birlikte kafein miktarındaki hafif bir artış olduğu (%0.53-0.58) tespit edilmiştir. Tasnifi yapılmış siyah çaylarda çay yapraklarının boyutuna göre (BOP1A, BOP1A4, BOPF2) theaflavin/thearubijin (TF/TR) oranının sırasıyla %2.60, %3.60 ve %3.10. çay tozlarında ise (DUST1, DUST0) %3.20 ve %4.70 olduğu belirlenmiştir. Elde edilen siyah çayların özelliklerinin genellikle Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (No: 2015/30) uygun olduğu da görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çay, Siyah çay, Theaflavin, Thearubijin, Kafein, ÇAYKUR

ABSTRACT

A RESEARCH ON THE CHANGES IN TEA COMPOSITION THE DIFFERENT STAGES OF BLACK TEA PRODUCTION

Şule PAN

M.Sc., Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman KOLA

June 2020, 60 pages

This study aims to determine several quality traits of classified black tea samples (BOP1A, BOP1A4, BOPF2), tea dusts (DUST0, DUST1), tea fibers and tea samples (before and after withering, SG-SÇ; before-after curling, KG-KÇ; after fermentation, FÇ; and after drying, KÇ) taken during the black tea production from fresh tea leaves grown in the Black Sea Region in our country. Moisture content of fresh tea leaves (YÇY) used in the black tea production was determined to be 76.19% and decreased to 6.97% at the end of the drying. Ash content of the leaves before and after withering (SG, SÇ), before and after curling (KG, KÇ) and after fermentation (FÇ) during the processing of fresh tea leaves into black tea was found to increase gradually and determined as 1.49-1.62%, 1.83-1.8% and 1.91% (g/g) based on the dry matter, respectively,. Total ash content of non-classified black tea sample (KRÇ) was identified to be 5.04% (g/g). Raw cellulose content of fresh tea leaves (FTL) was determined to be 5% whereas that of dried black tea was 14.49%. Although there seemed to be no considerable change in the caffeine content from outlet of withering to the fermentation exit, a slight increase (0.53-0.58%) in caffeine was observed during the black tea production. Theaflavin/Thearubigin (TF/TR) ratios in classified black tea samples were found to be 2.60%, 3.60% and 3.10% depending on the size of tea leaves (BOP1A, BOP1A4, BOPF2), respectively. Theaflavin/Thearubigin (TF/TR) ratios of tea dusts (DUST0, DUST1) were however determined to be 3.20% and 4.70% respectively. The characteristics of the black tea samples obtained were generally in compliance with the Tea Bulletin of the Turkish Food Codex (No: 2015/30)

Keywords: Tea, Black tea, Theaflavin, Thearubigin, Caffeine, CAYKUR

Tez çalışmamı biricik kızım, hayat arkadaşım Sude Naz Tekeli'ye ithaf ediyorum...

TEŞEKKÜR

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyelerinden ve yüksek lisans danışmanlığımı yapan hocam Sayın Prof . Dr. Osman Kola'ya, mezun olduktan 20 yıl sonra yüksek lisans yapmamda vermiş olduğu cesareten ve bu süreçte desteğe ihtiyacım olduğu her an birebir yardımlarını ve yol göstericiliğini esirgmeden paylaşımından dolayı teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmam sırasında analizlerde kullandığım yaş ve kuru çay numunelerini temin etmemde verdikleri destekten dolayı Beta Tea (Beta Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.) ve Bayce Gıda (Bayce Gıda Çay San. ve Tic. Ltd. Şti.) firmalarının yöneticilerine ve Trabzon Sürmene Çay İşleme Tesisi'nde yardımlarını esirgmeden sunan tüm çalışanlara teşekkürü borç bilirim.

Şule PAN

Haziran 2020

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Çay Bitkisi ve Yetiştiriciliği	3
2.1.1. Çay Bitkisinin Morfolojik Yapısı ve Özellikleri.....	3
2.1.2. Çayın Bitkisinin Yetiştirilmesine Etki Eden Faktörler	6
2.1.2.1. İklim Koşulları	7
2.1.2.2. Toprak Yapısı.....	7
2.1.2.3. Budama	8
2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Çay Sektörü ve Gelişimi	8
2.2.1. Dünya’da Çayın Tarihçesi ve Çay Sektörünün Gelişimi	8
2.2.2. Türkiye’de Çayın Tarihçesi ve Çay Sektörünün Gelişimi	9
2.3. Çay Tipleri ve Siyah Çay Üretimi	12
2.3.1. Yeşil Çay Üretimi ve Aşamaları	13
2.3.2. Oolong Çayı Üretimi ve Aşamaları.....	15
2.3.3. Siyah Çay Üretimi ve Aşamaları.....	15
2.3.3.1. Çay Filizlerinin Hasadı ve Nakli.....	16
2.3.3.2. Soldurma	17
2.3.3.3. Kıvırma	17
2.3.3.4. Enzimatik Oksidasyon (Fermentasyon)	18
2.3.3.5. Kurutma	18
2.3.3.6. Çayların Sınıflandırılması ve Ambalajlanması	19
2.4. Çayın Kimyasal Bileşimi.....	20
2.4.1. Çayın Bileşimdeki Fenolik Bileşikler	22

2.4.1.1.	Çayın Bileşimdeki Primer Fenolik Bileşikler	22
2.4.1.2.	Çayın Bileşimdeki Sekonder Fenolik Bileşikler	23
2.5.	Çayın Sağlık Üzerine Etkileri	24
3.	MATERYAL VE METOT	26
3.1.	Materyal	26
3.2.	Metot	30
3.2.1.	Siyah Çay Üretimi	30
3.2.2.	Analiz Metotları	31
3.2.2.1.	Rutubet Tayini	31
3.2.2.2.	Kül Tayini	32
3.2.2.3.	Suda Çözünen ve Suda Çözünmeyen Kül Tayini	32
3.2.2.4.	Asitte Çözünmeyen Kül Tayini	33
3.2.2.5.	Suda Çözünen Külde Alkalilik	33
3.2.2.6.	Mineral Madde Tayini	34
3.2.2.7.	Ham Selüloz Tayini	34
3.2.2.8.	Kafein Tayini	34
3.2.2.9.	Theaflavin (TF)/Thearubijin (TR) Analizi	35
4.	ARAŞTIRMA BUGULARI VE TARTIŞMA	37
4.1.	Rutubet Değerlerindeki Değişimler	38
4.1.1.	Siyah Çay Üretim Aşamalarında Rutubet Değerlerindeki Değişimler	38
4.1.2.	Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında Rutubet Değerlerindeki Değişimler	39
4.2.	Kül Değerlerindeki Değişimler	40
4.2.1.	Siyah Çay Üretim Aşamalarında Kül Değerlerindeki Değişimler	40
4.2.2.	Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında Kül Değerlerindeki Değişimler	42
4.3.	Mineral Madde Miktarlarındaki Değişimler	44
4.3.1.	Siyah Çay Üretim Aşamalarında Mineral Madde Miktarlarındaki Değişimler .	44
4.3.2.	Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında Mineral Madde Miktarlarındaki Değişimler	45
4.4.	Ham Selüloz Değerindeki Değişimler	47
4.4.1	Siyah Çay Üretim Aşamalarında Ham Selüloz Değerindeki Değişimler	47
4.4.2	Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında Ham Selüloz Değerindeki Değişimler	48
4.5.	Kafein Miktarındaki Değişimler	48
4.5.1.	Siyah Çay Üretim Aşamalarında Kafein Miktarındaki Değişimler	49

4.5.2. Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında Kafein Miktarındaki Değişimler	49
4.6. TF/TR Oranındaki Değişimler.....	50
4.6.1. Siyah Çay Üretim Aşamalarında TF/TR Oranındaki Değişimler	50
4.6.2. Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında TF/TR Oranındaki Değişimler	51
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	59
EKLER.....	60



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Çay Bitkisinin Çeşitli Kısımları	4
Şekil 2.2. Çay Sürgünü Kısımları ve İki Buçuk Çay Yaprığı	6
Şekil 2.3. Ülkemizde 2018 Yılı İtibarıyla Sürgün Dönemlerine Göre İllere Göre Yaş Çay Dağılımı (%)	14
Şekil 2.4. Yeşil Çay Üretim Prosesi	15
Şekil 2.5. Oolong Çay Üretim Prosesi	15
Şekil 2.6. Siyah Çay Üretim Prosesi	16
Şekil 2.7. Bazı Flavonoidlerin Halka Yapıları	21
Şekil 2.8. Çay Deminin Rengi ve Karakteri Üzerinde Etkili Olan Theaflavin ve Thearubijin	23
Şekil 3.1. Mal Kabul Aşaması ve Yaş Çay Yapraklarından Örnek Alınması	27
Şekil 3.2. Soldurma Aşaması ve Soldurma İşlemi Çıkışı Örnek Alınması	27
Şekil 3.3. Kıvırma Aşaması ve Rotervanlar	28
Şekil 3.4. Fermentasyon (Enzimatik Oksidasyon) Aşaması ve Örnek Alınması	28
Şekil 3.5. Kurutma Aşaması ve Kurutma Fırını Çıkışı Örnek Alınması	29
Şekil 3.6. Tasnif Aşaması ve Tasnifi Yapılan Siyah Çay ve Lif Örneklerinin Alınması	29
Şekil 4.1. Siyah Çay Üretiminde Rutubet Değerlerindeki Değişim (%)	38
Şekil 4.2. Siyah Çay Üretiminde Kül Değerlerindeki Değişim (%)	40

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Çay Bitkisinin (<i>Camellia sinensis</i>) Yaygın Adları	4
Tablo 2.2. Çay Bitkisinin (<i>Camellia sinensis</i>) Sınıflandırılması	5
Tablo 2.3. Dünya Çay Tarım Alanları	10
Tablo 2.4. Dünya Kuru Çay Üretimi	10
Tablo 2.5. ÇAYKUR ve Özel Sektör Tarafından Satın Alınan Yaş Çay Miktarları ve Oranları	12
Tablo 2.6. Dünya Kişi Başı Çay Tüketimi (2017-2018)	13
Tablo 2.7. Çay Filizi, Siyah Çay ve Çay Deminin Kimyasal Bileşimi	20
Tablo 2.8. Flavonoidlerin Sınıflandırılması	21
Tablo 4.1. Siyah Çay Üretim Aşamalarındaki Rutubet (%) ve Kül Değerleri (%)	38
Tablo 4.2. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki Rutubet (%) ve Kül Değerleri (%) ..	39
Tablo 4.3. Siyah Çay Üretim Aşamalarındaki Mineral Madde Miktarları	44
Tablo 4.4. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki Mineral Madde Miktarları	44
Tablo 4.5. Siyah Çay Üretim Aşamalarındaki Ham Selüloz Oranları	47
Tablo 4.6. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki Ham Selüloz Oranları	47
Tablo 4.7. Siyah Çay Üretim Aşamalarındaki Kafein Miktarları	49
Tablo 4.8. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki Kafein Miktarları	49
Tablo 4.9. Siyah Çay Üretim Aşamalarındaki TF/TR Oranları	50
Tablo 4.10. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki TF/TR Oranları	51

KISALTMALAR

Al	: Alüminyum
BOP1A	: Broken Orange Pekoe - yarım çay yaprağı
BOP1A4	: Broken Orange Pekoe - elek gözü 4.0 mm
BOPF2	: Broken Orange Pekoe - elek gözü 1.5 mm (Altınbaş çayı içerir)
Ca	: Kalsiyum
CTC	: Cut, Tear, Curl
Cu	: Bakır
DUST0	: Toz çay – elek gözü 0.85 mm
DUST1	: Toz çay – elek gözü 1.00 mm
FÇ	: Fermantasyon Çıkışı
Fe	: Demir
İBMK	: İzobütil Metil Keton
KÇ	: Kıvırma Çıkışı
KG	: Kıvırma Girişi
KRÇ	: Kurutma Çıkışı
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
SÇ	: Soldurma Çıkışı
SG	: Soldurma Girişi
TH	: Theaflavin
TR	: Thearubijin
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
YÇY	: Yaş Çay Yaprakı
Zn	: Çinko

1. GİRİŞ

Çay adı verilen içecek; aynı adı taşıyan bitkinin yeni sürgünlerindeki körpe uç yapraklarının toplanarak teknolojik işlemlere tabi tutulması ile elde edilen ürünün, sıcak suyla muamele edilerek hazırlanan ekstraktıdır. Günümüzde ticari amaçla üretimi yapılan, birbirinden farklı, başlıca üç tip çay vardır (Horuz ve Korkmaz, 2006). Bunlar: siyah çay (fermente olmuş çay), yeşil çay (fermente olmamış çay) ve oolong çayıdır (yarı fermente olmuş çay).

Türk Gıda Kodeksi çay tebliğine göre siyah çay, *Camellia sinensis* türündeki genç çay sürgünlerinin üst kısmında yer alan tomurcuğu ile alt kısmına doğru yer alan taze tek yaprak, iki yaprak ve üç yapraklı sürgünleri ve bu yaprakları bunları birbirine bağlayan taze sap kısımlarının soldurma, kıvrırma, parçalama, oksidasyon ve kurutma yönteminin uygulandığı üretim aşamalarında geçirilmesi sureti ile elde edilen ürün olarak tanımlanmıştır (TGK, 2015).

Siyah çay, *Camellia sinensis* bitkisinden Çin’de yetiştirilen *Camellia sinensis-sinensis* ve Hindistan’daki *Camellia sinensis-assamica* çeşitlerinden üretilmektedir (ÇAYKUR, 2016). Siyah çay üretiminde Ortodoks Yöntemi ve CTC (Cut, Tear, Curl) Yöntemi olmak üzere başlıca iki işleme yöntemi bulunmaktadır (ÇAYKUR, 2018) Ortodoks yöntemi, siyah çay üretiminde yaygın olarak kullanılan bir işleme tekniğidir. Geleneksel yöntemle (Ortodoks) siyah çay üretimi başlıca dört aşamada gerçekleştirilir. Bunlar: soldurma, kıvrırma, fermentasyon (enzimatik oksidasyon) ve kurutma aşamalarıdır. Yaş çay yapraklarının işlenmesi ile elde edilen kuru çay yaprakları çay üretiminin sonunda tasnif edilir ve sınıflandırılır.

Gerek yaprakların başlangıçtaki nitelik farklarından kaynaklanan, gerekse işlenmeleri sırasındaki işlemlerden farklı derecelerde etkilenmeleri sonucu, kuru çayların özelliklerinde oluşan değişikliklerden dolayı bunların sınıflandırılmaları zorunludur. Klasik yöntemle (Ortodoks) çay üretiminde kuru çay yaprakları yaprağın kalitesine göre derecelendirilir ve yaprak (tam/yarım), kırık, ezik ve toz olmak üzere başlıca dört sınıfa ayrılmaktadır (ÇAYKUR, 2018). Çaylar, önce elenerek iriliklerine göre ayrılırlar, sonra da, o ülke halkının alışkanlık ve zevkleri ya da dışsatımda aranan özellikler göz önüne alınarak farklı kimyasal,

fiziksel ve duyuşal karakteristiklerinden faydalanılarak görünüőe, damak tadı ve dem rengine göre uygun biçimlerde harmanlanırlar.

Günümüzde yapılan birçok bilimsel çalışma ve araştırma sonucu elde edilen bulgular ve kanıtlar, çayın gerçekten sağlıklı bir içecek olduğu inancına katkıda bulunmaktadır. Çayın; kanseri önlemede, kalp sağlığını korumada, iskelet sistemimizi güçlendirmede ve gastrointestinal sağlığımızın sürdürölmesinde olumlu etkileri bulunduğu bu çalışmalarda kanıtlanmıştır (Besler ve Fisunoğlu, 2012). Tüm bu etkilerin üretilen yapılan ve tüketilen çayların ve çay çeşitlerinin bileşimine göre çok farklılıklar gösterdiği de tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, Ülkemizde Karadeniz bölgesinde yetiştiriciliği yapılan taze çay yapraklarından üretilen siyah çayın üretim aşamalarında alınan çay numunelerinin, tasnifi yapılan siyah çay örneklerinin (BOP1A BOP1A4 BOPF2), çay tozlarının (DUST0, DUST1) ve çay liflerinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla siyah çay üretiminde taze çay yapraklarının yanı sıra soldurma girişı-çıkışı, kıvrıma girişı-çıkışı, fermentasyon çıkışı ve kurutma çıkışı aşamalarından örnekler alınmış üretim aşamasında meydana gelen bazı değışiklikler tespit edilmiştir. Ayrıca tasnifi yapılan siyah çaylarda da kalite farklılıkları belirlenmiştir. Yan ürün olarak açığa çıkan toz çay ve çay lifinin de bazı özellikleri belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çaygiller (*Theaceae*) familyasına ait bir bitki olan Çay (*Camellia sinensis* L.), kendi adıyla anılan içeceğin bu bitkinin uç kısımlarındaki tomurcuk, yeni sürgün ve yaprakların el ya da makine ile toplandıktan sonra çay işleme tesislerinde farklı işleme teknikleri sonucunda ticari amaçla üretimi yapılan endüstriyel bir üründür (Horuz ve Korkmaz, 2006). İşleme ve üretim tekniklerine göre de: siyah çay (fermente olmuş çay), yeşil çay (fermente olmamış çay), oolong çayı (yarı fermente olmuş çay) ve beyaz çay (white tea) olarak gruplandırılmaktadır.

2.1. Çay Bitkisi ve Yetiştiriciliği

Çay, doğada yabani olarak yetişen çay bitkisinin yapraklarının ilk kez işlenmesiyle hazırlanmıştır. Çayın anavatanı çeşitli kaynaklarda, Çin ve Hindistan olarak kabul edilmektedir. Bu ülkelerde kültür bitkisi ve içecek olarak yaygınlaşmasında Çin imparatoru ShenNung ve ünlü filozof Konfüçyüs'ün büyük etkisinin olduğu bilinmektedir. Bu kısımda çay bitkisinin (*Camellia sinensis*) morfolojik yapısının yanısıra çay tarımı ve yetiştiriciliği ile ilgili genel bilgiler ele alınmıştır.

2.1.1. Çay Bitkisinin Morfolojik Yapısı ve Özellikleri

Theaceae ailesinin bir üyesi olan *Camellia sinensis*, vahşi doğada 10-15 m yüksekliğe ve kültüre alınmış alanlarda ekili olduğunda ise 0.6-1.5 m yüksekliğe kadar ulaşan ve yapraklarını dökmeyen bir ağaç veya çalı türüdür. Çay yaprakları açık yeşil, kısa saplı, sert dokulu, mızrak şeklinde, kenarları tırtırlı, tüysüz veya tüylü, yaklaşık 4 cm genişliğinde ve bazı çeşitlerinde 5-30 cm kadar değişen uzunlukta bir yapıya sahiptir. Olgun yapraklar parlak yeşil renkli, pürüzsüz ve sert dokulu, genç yapraklar ise tüylüdür (Şekil 2.1.). Çay bitkisinin (*Camellia sinensis*) bilinen yaygın isimlendirilmeleri Tablo 2.1'de, botanik açıdan sınıflandırılması ise Tablo 2.2.'de verilmiştir.

Çay bitkisinin çiçekleri beyaz renkli, kokulu, 2.5-4 cm çapında, tekli veya ikili ya da dörtlü kümeler halinde bulunur. Çiçekler, sarı renkli anter ile çok sayıda organı bir arada bulundurmaktadır. Tohumlar düz-pürüzsüz yüzeyli, kahverengimsi-kırmızı renkli, üç bölmeli bir tohum kılıfı (kapsülü) içerisinde yer almaktadır (Ross, 2005). Tohumlar bu bölmeler içerisinde tek bir tohum olarak yer alır ve küçük bir fındık büyüklüğündedir (Biswas, 2006).



Şekil 2.1. Çay Bitkisinin Çeşitli Kısımları

Tablo 2.1. Çay Bitkisinin (*Camellia sinensis*) Yaygın Adları

ÜLKELER	YAYGIN ADI
Türkiye	Çay
Hindistan	Chha
Çin	Cha
Rusya	Chai
Afrika	Itye
İtalya	Te
İngiltere	Tea plant
ABD	Tea

Tablo 2.2. Çay Bitkisinin (*Camellia sinensis*) Sınıflandırılması

SINIFLANDIRMA	
Tür	C. L- camellia
Aile	Theaceae- Tea family
Takım	Theales
Alt sınıf	Dilleniidae
Sınıf	Magnoliopsida-Dicotyledons
Şube	Magnoliophyta-Flowering plants
Alt şube	Spermatophyta-Seed plants

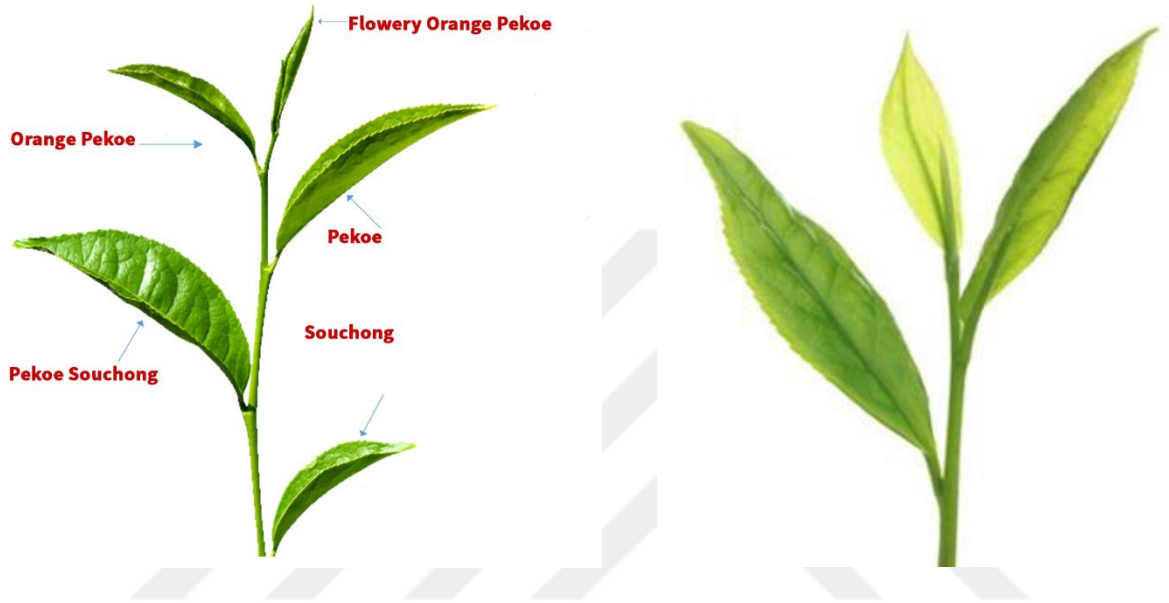
Çay bitkisinde yılda 4-5 sürgün devresi görülür. Bir sürgün devresinde genel olarak iki dış yaprak, bir balık yaprağı ve beş sürgün yaprağı meydana gelir. Çay filizinde (Şekil 2.2.) bulunan başlıca yapraklar şunlardır:

1. Flowery pekoe
2. Orange pekoe
3. Pekoe
4. Souchong 1
5. Souchong 2
6. Balık yaprağı
7. Congou 1
8. Congou 2

Kaliteli bir çay elde edebilmek için, filiz üzerinde taze ve yeni açmakta olan bir tomurcuk yaprağı ile bunun altındaki iki “pekoe” yaprağının koparılması gerekir. Bu şekilde koparılan filize “2.5 yaprak” (Şekil 2.2.) adı verilir (Laddi ve ark., 2013). Çay üretiminde genel kural olarak çay üretimi için 2.5 yaprak kısmının kullanılması önerilir. Bunun sebebi, çay bitkisinde çay yapraklarının fenolik bileşiklerin miktarı genç yapraklardan yaşlı yapraklara doğru gittikçe azalmaktadır. Primer ve sekonder yapıdaki bu fenolik bileşikler çay yaprağındaki kaliteyi etkileyen en önemli karakteristik bileşenlerden birisidir. Kaliteli ve verimli bir çay üretiminin ilk şartı kaliteli hammadde kullanmaktır (ÇAYKUR, 2018)

Hasat sırasında sürgün koparıldığında her bir filizin altında bulunan sürgün gözleri aktif duruma geçmektedir. Yapılan çalışmalar bitki gelişiminin aktif olduğu dönemde yaprak koltuğunda gelişen tomurcuğun toplama olgunluğuna erişmesi için geçmesi gereken sürenin,

bir üsteki filizin koparılmasını izleyen 42 gün içerisinde olduğunu göstermiştir. Sürgünlerin gelişmesi ilk 28 günde oldukça yavaştır. Büyüme 28. gün ile 35.gün arasında artmakta, 35. gün ile 45.gün arasında ise maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Çay bitkisinin sürgünlerinin uçları ise üstten dördüncü ve beşinci yaprağa kadar yeşil, daha alt kısımları kahverengi görünümündedir (İlçi, 2015).



Şekil 2.2. Çay Sürgünü Kısımları ve İki Buçuk Çay Yapağı

Çay bitkisinin dinlenme evresinde yetişen sürgünün tepesinde, normal gelişmesine devam eden, tomurcuk kadar uzun ve dolgun olmayan 5 mm kadar uzunlukta bir tomurcuk kısım meydana gelir. Bu tomurcuğa Banimi (dinlenme tomurcuğu) adı verilmektedir (İlçi, 2015).

2.1.2. Çayın Bitkisinin Yetiştirilmesine Etki Eden Faktörler

Ülkemizde çay tarımı ve üretimi daha çok Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yayılım göstermiştir. Geleneksel içeceklerimizden birisi olan çay gerek bu bölgenin gerekse ülkemiz ekonomisine katkı açısından önemli bir yer tutmaktadır. Çay yetiştiriciliği ve tarımı Ordu'nun Fatsa ilçesinden başlayarak Türkiye-Gürcistan sınırına kadar uzanan Doğu Karadeniz Bölgesi boyunca geniş bir alanda yapılmaktadır. Çay bitkisinin yetiştirilmesinde en önemli iki faktörden birisi yetiştirildiği bölgenin iklim koşulları ve diğeri de yetiştirildiği toprağın yapısıdır.

2.1.2.1. İklim Koşulları

Çay tarımının yapıldığı bu alanlar mikroklimakterik bir iklim yapısına sahip özelliği ile dünyadaki en önemli çay tarımının yapıldığı alanların başında gelmektedir. Çin, Hindistan, Sri Lanka gibi Güney Asya ülkelerinde çayın yetiştiriciliğinin yapıldığı alanların ekvator kuşağında yer alması nedeniyle yıl boyunca sıcaklık asla düşük derecelere ulaşmamaktadır ve bu sebeple yıl boyunca çay tarımı yapılabilir (ÇAYKUR, 2018).

Subtropik iklim kuşağında yer alan ve dört mevsimin yaşandığı ülkemizde ise çay tarımının yapıldığı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde özellikle kış aylarında hava sıcaklıkları eksi derecelere düştüğü için yaklaşık 6 ay çay yetiştiriciliği yapılamamaktadır. Kış mevsiminde çay tarımının yapıldığı bu alanlara kar yağması Türk çayına önemli bir özellik kazandırmaktadır. Bu özelliğinden dolayı ülkemizde çay bahçelerinde zararlı oluşumu baskılanmakta, zararlılara karşı zirai ilaçlama yapılmamaktadır. Bu da dünyada üretilen çayların aksine çayımıza dünyanın en doğal çayı olma özelliğini vermektedir (Ofloğlu, 2019).

Çayın bitkisinin uygun bir şekilde yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için bol yağış alması ve bitkinin gelişme döneminde yağış miktarının yaklaşık 1200 mm'in üzerinde olması gereklidir. Ayrıca, yağışın çok hızlı olmaması ve kesintisiz bir şekilde gerçekleşmesi çay bitkisinin gelişimine önemli katkılar sağlamaktadır. Nem oranının yüksek olması da çay tarımı açısından faydalıdır ve çay yapraklarının tazeliğinin ve körpeliğinin korunmasında yağış miktarı gibi nem oranı da çok etkili diğer bir faktördür. Nem oranı, çay bitkisinin gelişmesi ve büyümesi açısından yararlı olduğu gibi elde edilen çayın kalitesini de doğrudan etkilemektedir. Çay bitkisinin yetiştirileceği alanlarda yıllık nisbi nem oranının ortalama %70 in üzerinde olması gereklidir (ÇAYKUR, 2018).

2.1.2.2. Toprak Yapısı

Çay bitkisinin yetişmesi için toprak yapısı kumdan, kile kadar çok farklılık göstermekle birlikte asidik bir karaktere (pH 5.5-6) sahip olması gereklidir. Çay bitkisinin yetişeceği toprak kalınlığının aynı zamanda derin, yüksek geçirgenliği olan ve bitki besin maddelerince zengin olması gereklidir. Bitki gelişimi için killi, geçirimsiz, ağır ve taban suyu yüksek alanlar çay tarımı için uygun değildir (ÇAYKUR, 2018).

2.1.2.3. Budama

Kaliteli kuru çay üretebilmek için, özellikle hammaddeyi oluşturan çay bitkisinin kalitesini iyileştirici tedbirlerin alınması gerekmektedir. Kaliteyi artırıcı tedbirlerin en önemlisi budama işlemidir. Genellikle, Ülkemizde Kasım-Aralık ya da Mart-Nisan ayları arasında gerçekleştirilen budama işlemi uygun zamanda gerçekleştirilirse, yeni sürgünlerin daha taze, gelişme süresi daha kısa ve kalite özellikleri daha üstün olmaktadır. Bu tür yapraklardan üretilen çayların da kalitesi buna orantılı olarak daha iyi olmaktadır.

2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Çay Sektörü ve Gelişimi

2.2.1. Dünya’da Çayın Tarihçesi ve Çay Sektörünün Gelişimi

Anavatanı kimilerine göre Çin, kimilerine göre Hindistan olan çay bitkisinin milattan yaklaşık 2700 yıl önce Çin’de yetiştirildiği öne sürülmektedir. Çay bitkisi önceleri ilaç olarak kullanılması sonra da sanayisinin ilk kez Çin’de geliştirilmesi ve dünyaya yayılması, anavatanının Çin olması görüşünü güçlendirmektedir.

Çay, doğada yabani olarak yetişen çay bitkisinin yapraklarının ilk kez işlenmesiyle hazırlanmıştır. Çayın anavatanı çeşitli kaynaklarda, Çin ve Hindistan olarak kabul edilmekte, bu ülkelerde kültür bitkisi ve içecek olarak yaygınlaşmasında Çin imparatoru ShenNung ve ünlü filozof Konfüçyüs’ün büyük etkisinin olduğu bilinmektedir.

Milattan sonra IX. yüzyıldan itibaren, çay yaprakları güneşte kurutulup toz haline getirilmeye ve bu toz, sıcak su ile karıştırılıp tüketilmeye başlanmıştır. Bu işlenmiş çay yaprakları, Kuzey Çin’de “Ça”, Güney Çin’de ise “ta” ya da “tau” adları ile anılmaktadır (ÇAYKUR, 2018).

Japonya, Çin ve Hindistan’nın ardından çayı keşfeden diğer bir Asya ülkesidir. Daha sonra, özellikle 16. yy’dan itibaren çay tüketiminin ve alışkanlığının giderek arttığı, Avrupa’ya oradan da dünyaya yayılmaya başladığı bir çok kaynakta belirtilmiştir.

Çayın Avrupalılarla ilk tanışması ise 1559 yılında gerçekleşmiş ve bu tarihlerden itibaren Hollanda ve Fransa, Avrupa’da çay tüketiminde ilk sıralarda yer almışlardır. Çay demliklerinin Çin’den Avrupa’ya ulaşması ise ilk 1650 yılında gerçekleşmiştir. Peter Stuyvesant çayı Amerika’ya ulaştıran ilk kişi olmuştur. Amerika’nın ilk çay tiryakileri, günümüzde New York adıyla bilinen New Amsterdam’a yerleşmiş olan Hollandalı

göçmenlerdir. Çayın bilimsel adı olan *Camelia sinensis* adının verilışı ise 1753 yılında olmuştur. 1800'lü yıllarda ise Avrupa ve Amerika'da yavaş yavaş çay endüstrisi gelişmeye başlamıştır (ÇAYKUR, 2018).

Çay bitkisi; Çin, Endonezya, Hindistan, Japonya, Kenya ve Sri Lanka çay tarımının yanısıra çay üretiminin de gerçekleştirildiği en yaygın alanlardır. Geniş bir coğrafyada kolaylıkla yetiştirilebilen çay bitkisi, kuzey yarım kürede 42. enlemlerden, güney yarım kürede 27. enlemlere kadar yayılım göstermekte ve yetiştirilmektedir. Bununla birlikte, endüstriyel düzeyde çay üretiminin yapıldığı ülkeler ise sınırlıdır. Günümüzde ülkemizin de içerisinde yer aldığı 30'dan fazla ülkede farklı çay ve çay ürünlerinin üretimi gerçekleştirilmekte ve ekonomik açıdan önemli katkılar sağlamaktadır.

Çay tarımına etki eden en önemli faktörlerin toprak yapısı ve iklim koşullarının olduğu bilinmektedir. Sıcaklık değerlerinin yıllık bazda ortalama 14 °C'nin altına düşmemesi, havadaki bağıl nem miktarının yüksek olması (%70 ve üzeri) ve yetiştirildiği bölgede yıllık yağış miktarlarının da yüksek olması ve yıl içerisinde bu koşulların uygun şekilde seyretmesi yetiştiriciliği yapılan çay bitkisi ve bundan elde edilen çay yapraklarının kalitesi üzerinde çok etkilidir. Çay bitkisi, asidik bir yapıya sahip kumlu yapıdaki toprakların yanısıra killi topraklarda da yetişebilmektedir.

Tablo 2.3.'de; 2018 yılı itibarıyla, Dünya üzerinde çay tarımının yapıldığı alanlar görülmektedir ve FAO (2018) istatistiksel verilerine göre çay tarımının yapıldığı alanlar 4.2 milyon hektara ulaşmıştır. FAO (2018) istatistiksel verilerine göre kuru çay üretimi ise (Tablo 2.4.) 2018 yılı itibarıyla 6.34 milyon tona çıkmıştır. Ülkemiz, çay yetiştiriciliği ve kuru çay üretimi açısından değerlendirildiğinde, çay tarımının yapıldığı alanlar içerisinde 7. sırada ve bu alanlardan elde edilen yaş çay yapraklarından üretilen kuru çay miktarında ise 5. sırada yer almaktadır.

2.2.2. Türkiye'de Çayın Tarihçesi ve Çay Sektörünün Gelişimi

Çayın Türkler tarafından tanınması ve tüketilmeye başlanması, Avrupalılarla hemen hemen aynı zamanlarda olmuştur. Bu açıdan incelendiğinde; Ülkemizde İstanbul'da 1600'lü yıllarda çay tüketimi başlamış ve bu amaçla Osmanlı döneminde çay tarımı için ilk girişimler gerçekleştirilmiştir. Bursa'da 1888 yılında dönemin Ticaret Bakanı İsmail Paşa tarafından

Çin’den getirilen çay fidanları yetiştirilmeye çalışılmış, ancak ekolojik koşulların uymaması nedeniyle başarıya ulaşamamıştır.

Tablo 2.3. Dünya Çay Tarım Alanları (FAO, 2018)

Ülkeler	Çaylık Alan (bin hektar)
Çin	2.348
Hindistan	628
Sri Lanka	203
Kenya	236
Endonezya	113
Vietnam	116
Türkiye	84
Arjantin	40
İran	18
Japonya	43
Diğer ülkeler toplamı	364
GENEL TOPLAM	4.193

Tablo 2.4. Dünya Kuru Çay Üretimi (FAO 2018)

Ülkeler	Miktar (Bin Ton)
Çin	2.625
Hindistan	1.345
Kenya	493
Sri Lanka	304
Vietnam	270
Türkiye	270
Endonezya	141
Arjantin	82
İran	109
Japonya	83
Diğer ülkeler toplamı	616
Genel toplam	6.338

Prof. Ali Rıza Erten ve ekibi, iklim koşulları ve toprak yapısı açısından çayın yetiştirildiği Batum ile Ülkemizin Doğu Karadeniz Bölgesi’nin, özellikle Rize ili ve çevresinin, benzer koşullara sahip olduğunu belirtmiş, ancak bu değerlendirme ile ilgili rapor dikkate

alınmamıştır. Bu raporun, o tarihlerde devam eden Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra Ülkemizin kalkınması açısından öncelikli konularının bulunması nedeniyle yeterince değerlendirilmediği düşünülmektedir.

Devam eden dönemde işsizlik ve yoksulluk nedeniyle Doğu Karadeniz Bölgesi insanlarının yurdun değişik yerlerinde çalışmak zorunda olmaları ve ailelerinden uzakta yaşamaları bölgede iş alanlarının yaratılmasını zorunlu hale getirmiştir. Sorunun çözüme kavuşturulması ve bölge insanlarına gelir kaynağı yaratılması için 6 Şubat 1924 tarihinde “Rize Vilayeti ile Borçka Kazasında Fındık, Portakal, Mandalina, Limon ve Çay Yetiştirilmesi” adı altında 407 sayılı kanun kabul edilmiştir. Kanunun yürürlüğe girmesinin ardından Rize’de “Bahçe Kùltürleri İstasyonu” adı altında kurulan birime işleri organize ve kontrol etmesi amacıyla görevlendirilen Ziraat Mühendisi Zihni Derin tarafından Batum’dan getirtilen çay tohumları ile çay fidanı üretimine başlanmıştır.

Yurdumuzda başlayan çay yetiştirme hamlesi 1937 yılında kesin şeklini almış ve Sovyetler Birliği’nden Gürcistan kökenli 20 ton çay tohumu satın alınmıştır. 1938 yılında ilk çay hasadı yapılmış (135 kg) ve 30 kg siyah çay üretilmiştir.

İlk çay fabrikası Rize ilinde Fener mevkiinde 1946 yılında 60 ton çay/gün kapasite ile işletmeye açılmıştır. İlk yıllarda ülkemizde üretilen çay miktarı iç tüketimi karşılayamadığından çay açığı ithalatla karşılanmıştır. Ancak 1964 yılında çay üretimi iç tüketimi karşılayacak seviyeye ulaşabilmiş ve çay ithalatı durdurulmuştur. Bu tarihten sonra ise az olmakla birlikte çay ihracatı yapılmaya başlanmıştır.

Uzun yıllar çayın tarımı Tarım Bakanlığı’nca, yaş çayın satın alınması, işlenmesi ve pazarlanması ise Gümrük ve Tekel Bakanlığı’nca yürütölmüştür. 1971 yılında çay tarımının ve çay işletmesinin ayrı Bakanlıkların sorumluluğu altında yürütölmesine son verilmiş ve Çay Kurumu Genel Müdürlüğü (ÇAYKUR) kurulmuştur.

4 Aralık 1984 tarih ve 3092 sayılı kanunla çayın üretimi, işlenmesi ve pazarlanması serbest bırakılmış ve böylece çay özel sektöre açılmıştır. Ancak bu kanunla çay tarımı alanlarının belirlenmesi Bakanlar Kurulu’nun yetkisine bırakılmıştır. 1984 yılında yapılan bu değişiklik Türk çaycılığı tarihinde şimdiye kadar görölen en önemli ve radikal değişiklik olmuştur.

Ülkemizde çay tarımının yapıldığı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 2018 yılında 835 bin dekar çaylık alanda yaş çay üretimi ortalama 1.470 bin tondur. Üretimi gerçekleştirilen bu taze çay yaprakları 46'sı ÇAYKUR ve 120'si özel sektör tarafından işletilen toplamda 166 fabrikada işlenmektedir. Bu fabrikaların 119'u Rize'de, 33'ü Trabzon'da, 11'i Giresun'da ve 3'ü ise Artvin'de bulunmaktadır.

Ülkemizde 2019 yılı çay sezonunda 1407 bin ton kg yaş çay üretimi gerçekleştirilmiştir. Yetiştirilen bu yaş çay miktarından yaklaşık 300 bin ton kuru çay elde edilmiştir. Yaş çayın da %53.3'ü ÇAYKUR ve %46.7'si özel sektör tarafından işlenmiştir (Tablo 2.5.).

Tablo 2.5. ÇAYKUR ve Özel Sektör Tarafından Satın Alınan Yaş Çay Miktarları ve Oranları

Yıllar	Satın Alınan Yaş Çay Miktarı				
	ÇAYKUR		Özel sektör		Toplam
	Bin Ton	%	Bin Ton	%	Bin Ton
2015	680	51.4	642	48.6	1.322
2016	688	53.1	608	46.9	1.296
2017	525	41.0	747	59.0	1.273
2018	733	49.0	748	51.0	1.481
2019	750	53.3	657	46.7	1.407

2019 yılında sektördeki toplam alımın %53.3'ü ÇAYKUR, %46.7'si özel sektör tarafından gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.3.'de de, Ülkemizde 2018 yılı itibarıyla illere göre (Rize, Trabzon ve Giresun) yaş çay üretimi dağılımı yüzde olarak verilmiştir.

Dünyada kişi başına çay tüketimi (Tablo 2.6.) ülkeden ülkeye değişmektedir. Hindistan Çay Kurulu 2017-2018 yılı verilerine göre 1.liği Türkiye'nin önde götürdüğü ülkeler sıralaması şu şekildedir; Türkiye 3.20 kg, Libya 2.40 kg, Afganistan 2.20 kg, Fas, İngiltere, İrlanda ve Katar 2 kg civarlarında, Hong Kong, Tayvan, Sri Lanka, Çin, Şili ve Ukrayna da ise kişi başına 1 kg, Mısır ve Hindistan da ise 800 g'dır. Ülkemiz dünya çay üretiminde ise 5. sıradadır.

2.3. Çay Tipleri ve Siyah Çay Üretimi

Fermantasyon işleminin uygulanıp uygulanmamasına bağlı olarak, çay üç tipe ayrılır. Bu çay tipleri; Yeşil çay (fermente edilmemiş), Oolong çayı (kısmen fermente edilmiş) ve Siyah çay

(fermente edilmiş)’dır. Fermente edilen çaylar, kurutma ve tasnif edilme işlemlerinden önce çayın hasadı sonrası soldurma ve kıvrırma işlemlerini takiben kısmen ya da tamamen fermentasyona maruz bırakılan siyah ve kırmızı çaylardır. Siyah çayın fermentasyonu, polifenol oksidaz adı verilen bir enzim tarafından katalize edilen bir oksidasyon işlemi ile gerçekleştirilir. Bununla birlikte, kırmızı veya Pu-Erh çayı ise mikroorganizmalar kullanılarak fermentasyon işlemi uygulanarak üretilir (Cabrera ve ark., 2006). Başka bir çay türü, Güney Afrika’da bir çalıdan gelen Roobios çayıdır. Bu çay çok sayıda antioksidan madde içermektedir. Bu çay türü doğal olarak kafein içermediği için hamile-emziren kadınlar kolaylıkla tüketebilmektedir (Sharangi, 2009).

Tablo 2.6. Dünya Kişi Başı Çay Tüketimi (2017-2018)

ÜLKELER	MİKTAR (Kg)
Türkiye	3.20
Libya	2.40
Afganistan	2.20
Katar	2.00

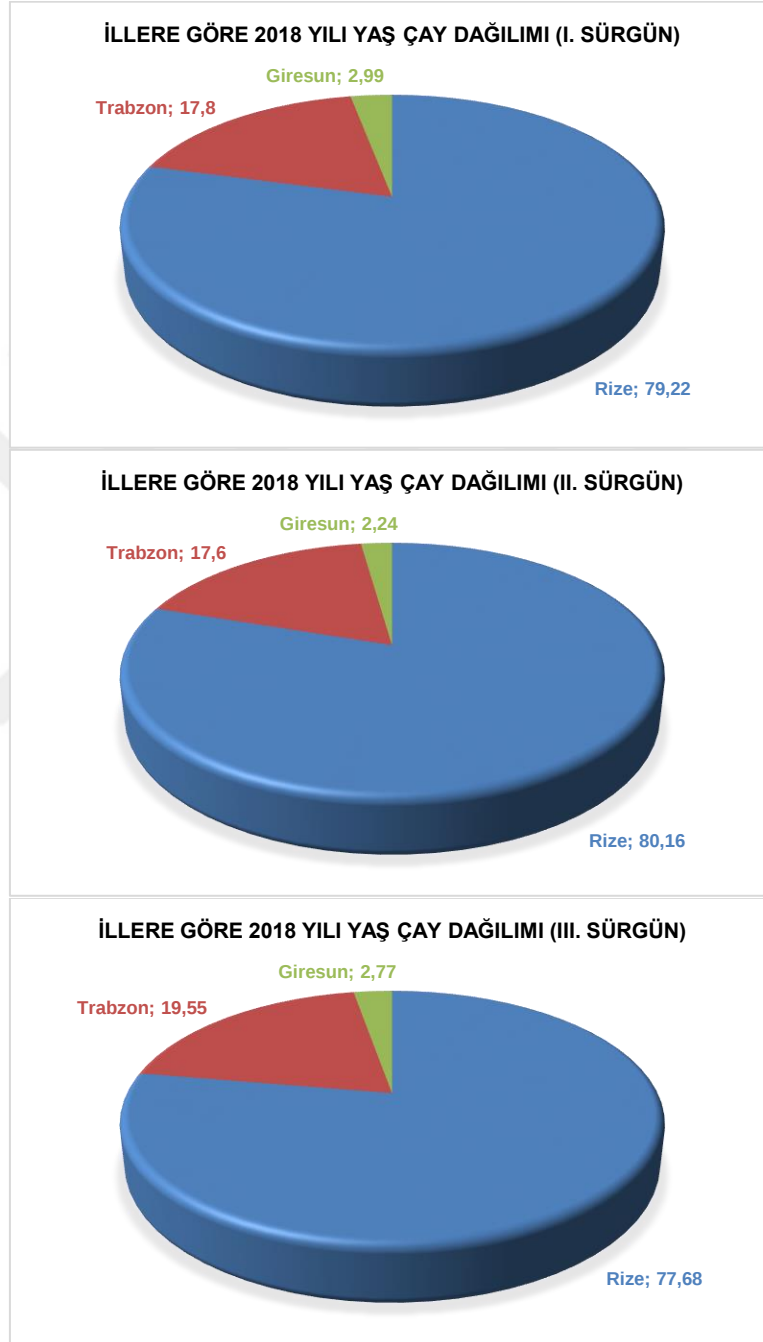
Bu çayların yanı sıra, *Camellia sinensis* bitkisinin bazı çeşitlerinin tomurcuk ve genç yapraklarından yapılan özel bir çay grubu olan beyaz çay üretimi de yapılmaktadır. Günümüzde, ticari amaçla üretimi yapılan, birbirinden farklı, başlıca üç tip çay üretimine aşağıda kısaca değinilmiştir. Ülkemizde 2018 yılı itibarıyla sürgün dönemlerine göre illere göre yaş çay dağılımı da Şekil 2.3.’de verilmiştir.

2.3.1. Yeşil Çay Üretimi ve Aşamaları

Türk Gıda Kodeksi “Çay Tebliği (TGK, 2015)”nde 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, kıvrırma, parçalama, kurutma, gibi üretim aşamaları ile işlenmesi sonucu elde edilen okside olmamış ürün” olarak tanımlanmaktadır.

Yeşil çayın (fermente olmamış çay) hazırlanmasında en önemli işlem polifenol oksidazın inaktive edilmesidir. Bu tip çayın yapımı için, toplanan yeşil yapraklar, önce 120-150°C sıcaklıktaki kızgın buharla şok soldurmaya ve takiben bir ön kıvrırma işlemine tabi tutulurlar.

Sonra, soldurma (ön kurutma) işlemi uygulanarak yaprakların su içeriği %50'ye düşürülür ve yapraklar yeniden kıvrılır, kurutulur, sınıflandırılıp ambalajlanır. Şekil 2.4'de de yeşil çayı işlemede uygulanan teknolojik işlemler görülmektedir.



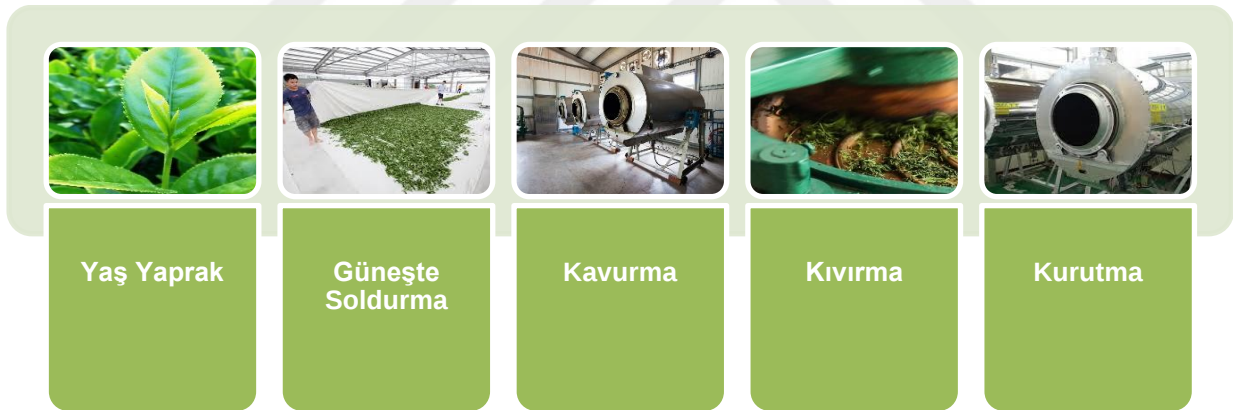
Şekil 2.3. Ülkemizde 2018 Yılı İtibarıyla Sürgün Dönemlerine Göre İllere Göre Yaş Çay Dağılımı (%)



Şekil 2.4. Yeşil Çay Üretim Prosesi (Ofloğlu, 2019)

2.3.2. Oolong Çayı Üretimi ve Aşamaları

Oolong çayı (yarı fermente olmuş çay) özellikleri bakımından siyah çayla yeşil çay arasındadır. İşlenmesi siyah çayınki gibidir. Başlıca farkı enzimatik oksidasyon (fermentasyon) işlemindedir. Bu tip çaylar kısmi bir oksidasyon uygulamasını takiben kurutulurlar. Şekil 2.5’de de oolong çayı işlemede uygulanan teknolojik işlemler görülmektedir.



Şekil 2.5. Oolong Çay Üretim Prosesi (Ofloğlu, 2019)

2.3.3. Siyah Çay Üretimi ve Aşamaları

Türk Gıda Kodeksi “Çay Tebliği (Tebliğ No: 2015/30)”nde siyah 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 soldurma, kıvırma, parçalama, oksidasyon ve kurutma gibi üretim aşamaları ile işlenmesi sonucu elde edilen ürün” olarak tanımlanmaktadır (Ek-1).

Siyah ay işlemede uygulanan teknolojik işlemler 6 kısımda toplanabilir. Bunlar, sırasıyla (şekil 2.6):

1. ay filizlerinin hasadı ve nakli
2. Soldurma
3. Kıvırma
4. Enzimatik oksidasyon (Fermantasyon)
5. Kurutma
6. Sınıflandırma ve ambalajlama



şekil 2.6. Siyah ay retim Prosesi (Oflluoğlu, 2019)

2.3.3.1. ay Filizlerinin Hasadı ve Nakli

ay önemli sanayii hammaddelerinden biridir. ay yapraklarının toplandıktan sonra asgari iki-t gün içerisinde işlenmesi gereklidir. ay bitkisi toprağa ekimi yapıldıktan sonra ancak 4 yılın ardından ürün vermeye başlar. En iyi kalitede çay yaprakları ise altıncı senesinden itibaren elde edilir (ÇAYKUR, 2016).

ay bitkisinden yıl boyunca ürün elde edebilmek için sürekli bakımı gereklidir. ay hasadı da aynı şekilde zen gösterilmesi gereken bir faaliyetdir. Ülkemizde Mayıs ayından itibaren hasat başlayıp Ekim ayı ortalarına kadar sürmektedir. Hasat sırasında çay bitkisinin taze yaprak ve sürgünlerinin uygun şekilde alınması çok önemlidir. Ancak daha fazla çay hasat edilebilmesi için buna dikkat edilmemesi ve taze olmayan yaprak ve dallarının koparılması, üretilen çayın kalitesinin düşmesine neden olur. Eskiden ay hasadı genellikle elle yapılırken,

günümüzde çay makası kullanılarak yapılmaktadır. Elde edilen yaş çay yaprağı fazla bekletilmeden çay fabrikalarının çay alım yerlerine teslim edilir (ÇAYKUR, 2016).

2.3.3.2. Soldurma

Soldurma işlemi, çay yapraklarının işlenmesinde içinde bulunan maddelerin, hücre öz suyuyla birlikte dışarı çıkarılarak, atmosfer oksijeninin yardımıyla enzimatik oksidasyona uğratılması amacıyla gerçekleştirilir.

Soldurma işlemi ile taze çay yapraklarının su içeriği %50-60 düzeyine kadar indirilirken, yaprakta bazı kimyasal ve biyokimyasal değişiklikler olur. Nişasta miktarının azalmasına karşılık şeker miktarı artar. Soldurma işlemi için uygulanan yöntemler doğal ve yapay soldurma olmak üzere iki gruba ayrılır (ÇAYKUR, 2016).

2.3.3.3. Kıvrırma

Kıvrırma işleminde basıncın yardımıyla yapraklar, ovalanarak bükülür ve yırtılırlar; yaprak hücrelerinin çeperleri parçalanır ve hücre özsuğu yaprak dışına çıkarak atmosfer oksijeninin etkisine maruz kalır. Atmosferik koşullarda, hücre özsuğunda bulunan maddeler, özellikle polifenoller, oksidazlarca katalizlenen biyokimyasal değişimlere uğrarlar. İşlem sırasında hücre özsuğu ile dışarı çıkan polifenoller ve diğer çözünür maddeler yeniden yaprak tarafından emilirler (ÇAYKUR, 2016).

Kıvrırma, yaprağın basınç altında ovalanmasıdır. Önceleri insanlar tarafından avuç içinde yapılan bu işlem, bugün teknolojik işlemlerle (Rotavan, CTC-Curling, Tearing, Cutting) yapılmaktadır. Kıvrırma işlemi sırasında uygulanan kalburlama işlemi ile;

- Bükülmüş yaprakları bükülmemişlerden ayırmak
- Bükülmüş yaprakların uzun süre sıcaklığa maruz kalarak hızlı ve kontrolsüz bir oksidasyona uğramasına önlemek
- Kıvrılmaya gönderilecek yaprakların sıcaklığını düşürmek

mümkün olur.

Sanayide kıvrırma işlemi kıvrırma 1 ve kıvrırma 2 olarak 2 aşamalı gerçekleştirilmektedir. Kıvrırmanın 2. aşamasında hücre özsuğu tamamen açığa çıkarak hem oksidasyon maruz kalır hem de polifenol oksidaz aktivitesi artar (ÇAYKUR, 2016).

2.3.3.4. Enzimatik Oksidasyon (Fermentasyon)

Çay yapraklarında bulunan fenolik maddelerin biyokimyasal değişime uğraması; böylece, siyah çayın renk, aroma, parlaklık, burukluk ve içim değerinin oluşması, kıvrımayla başlayan enzimatik oksidasyonun sonucudur. Enzimatik oksidasyona uğratılacak kıvrılmış çaylar, fermentasyon teknesine alınarak oksidasyona terkedilir. Enzimatik oksidasyon için ideal sıcaklık 26-27°C, ideal nem ise %85-95'dir. Oksidasyon işleminin tamamlandığı, yaprakların renginin değişmesi ve aroma oluşması ile anlaşılır. Siyah çay, yapraktaki polifenolik maddelerin oksidasyonu sonucu meydana gelir.

Çayın fermentasyonu esnasında istenilen ürün özelliklerinin oluşumunda en önemli faktörler süre, sıcaklık, pH, nisbi nem ve oksijendir. Bu aşamada ürünün yetersiz düzeyde havalandırılması ürünün oksijen ile temasını azaltacağından TF ve TR oluşumunu azaltır. Yine bu aşamada yüksek sıcaklık uygulanırsa üründe TF oluşumu da önemli ölçüde azalacaktır. Bu nedenle çay fabrikalarında fermentasyon odasında çay yapraklarının sıcaklığını belli düzeyde tutabilmek ve yeterli oksijen sağlayabilmek amacıyla ürün içerisine basınçlı hava verilmektedir. Bu şekilde bir uygulama yapılmazsa çay yaprağı kitlesinin alt kısımlarında sıcaklık yükselecek, yeteri kadar oksijen alamamış bölümler oluşacak ve bu nedenle çayın özellikleri olumsuz yönde etkilenecektir. Süre açısından ise yetersiz yapılan fermentasyon, çay deminin yeşil renkli, çiğ tatta ve ince olmasına yol açarken, aşırı fermentasyon çay deminin koyu ve kuvvetli olmasını sağlamaktadır. Fermentasyonun başlangıç aşamalarında sürenin artmasıyla orantılı olarak TF miktarları en yüksek seviyelere ulaşırken bu aşamadan sonra sürenin daha fazla uzaması TF miktarlarında azalmaya neden olmaktadır. Üründe istenilen kalite özelliklerinin oluşabilmesi için fermentasyona dair tüm bu parametrelerin düzenlenmesi çok önemlidir. Bu parametrelere ek olarak başarılı bir fermentasyon sonucu elde edebilmek için yaprağın kateşin bileşimi ve enzim aktivitesi hakkında yeterli bilgiye sahip olunması gerekmektedir (Türkmen, 2007).

2.3.3.5. Kurutma

Çayın raf ömrü boyunca bozulmadan kalmasını sağlamak amacıyla fermentasyon aşamasında aktif hale gelen enzimlerin aktivitelerini etkisiz hale getirerek oksidasyonu sonlandırmak ve bir sonraki adımda çay yapraklarının su içeriklerini çayın bozulmasını önleyecek düzeye düşürmek için çaylar en az 70-72°C'de kurutulurlar.

Kurutulmuş çayların su içeriklerinin %3-4'ü aşmaması gerekir. Çay kurutmada farklı tip kurutma fırınları kullanılır, Rize'deki çay fabrikalarında en yaygın olarak kullanılan fırınlar Marshall tipi kurutma fırınlarıdır. Bu fırınlarda kurutma sonunda genel olarak 4-4.5 kg yaş çay yaprağından 1 kg kuru çay elde edilir (ÇAYKUR, 2018).

Günümüzde çay işleme teknolojisinin iyileştirilmesi, siyah çay kalitesini artırmada en etkili yollardan biridir. Siyah çay üretimi genellikle soldurma, kıvrırma, fermentasyon ve kurutma işlemlerini içerir. Soldurma ve fermentasyon aşamaları ile ilgili birçok araştırma ve çalışma bulunmasına rağmen, kurutma konusunda az sayıda çalışma yapılmıştır (Jabeen ve ark., 2015).

2.3.3.6. Çayların Sınıflandırılması ve Ambalajlanması

Gerek yaprakların başlangıçtaki nitelik farklarından kaynaklanan, gerekse işlenmeleri sırasındaki işlemlerden farklı derecelerde etkilenmeleri sonucu, kuru çayların özelliklerinde oluşan değişikliklerden dolayı bunların sınıflandırılmaları zorunludur. Çaylar, önce elenerek yaprak/parça iriliklerine göre ayrılırlar, sonra da, o ülke halkının alışkanlık ve zevkleri ya da dış satımda aranan özellikler göz önüne alınarak uygun biçimlerde harmanlanırlar.

Fırından çıkan yarı mamul kuru çayın tasnif elekleriyle elenerek kalitelerine göre nevilere ayrılması işlemidir. Üretilen çaylar imalat kırığı ve kırık (kırmadan geçen) çaylar olmak üzere iki sınıfta toplanmaktadır. Kurutmalardan çıkıp tasnife gelen ve herhangi bir kırma işlemine tabi tutulmadan elenen çaylara imalat kırığı çaylar (1. nevi, 2. nevi, 3. nevi çay) denir. İlk elemde eleklerden geçmeyen çayların mekanik olarak kırılıp, tekrar elenmesi sonucu elde edilen çaylara ise kırık çaylar (4. nevi, 5. Nevi, 6. nevi) ve toz çay (7. nevi) olarak adlandırılır.

Tasnif işlemine tabi tutulan çaylar ikili ambalaj şeklinde içte bez torba, dışta naylon torbanın yer aldığı torbalama şeklinde torbalanırken, 2005 yılından itibaren çay fabrikalarında ambalaj malzemesi olarak tek kullanımlık kraft torba kullanımına başlanmıştır. 2007 yılından itibaren ise tüm fabrikalarda kraft torba ambalaj malzemesi kullanılmakta iken 2018 yılında tüm fabrikalarda Big-Bag torba kullanımına geçilmiştir. Tasnif yapılan çaylar, nevilere göre belirlenen standart kiloya uygun olarak ambalaj torbasına konur ve Çay Paketleme Fabrikalarına gönderilmek üzere kuru çay depolarına yerleştirilir.

Özdemir ve ark. tarafından 2018 yılında yapılan bir araştırmada; siyah çayın kalitesi ve duyu özellikleri üzerinde çayların yaprak büyüklüğüne göre tasnif edilmesinin yanı sıra çayın yetiştiği rakım, sürgün dönemi ve çay sınıfı gibi faktörlerin siyah çayın fenolik bileşimi üzerinde önemli etkili olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, yüksek bölgelerden birinci sürgün döneminde toplanan çay yapraklarından işlenen 1. ve 7. sınıf siyah çay örneklerinin toplam fenolik madde ve kateşin içeriğinin daha yüksek düzeyde olduğunu da tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra, monomer yapıdaki kateşinlerin oksidasyonu ile oluşan TF ve TR bileşiklerinin siyah çay örneklerindeki miktarı yine rakıma, sürgün dönemine ve çay sınıfına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Özdemir ve ark., 2018).

2.4. Çayın Kimyasal Bileşimi

Çay, kafein (%1-5), ksantin, teobromin, flavonoidleri ve polifenoller içeren tanenler, lipitler, proteinler, amino asitler, şekerler ve polisakaritler, lipitler, mineraller ve C vitamini gibi birçok bileşeni içermektedir (Harbowy ve ark., 1997). Çay, sahip olduğu bu bileşenler sebebiyle ekstraktı antitümör, antioksidan, antikoagulan, antiviral, kan basıncı ve kolesterol düşürücü aktivite gibi çeşitli özellikler göstermektedir (Jarald ve Jarald, 2006). Tablo 2.7’de de; çay filizi, siyah çay ve çay demindeki başlıca bileşenler görülmektedir.

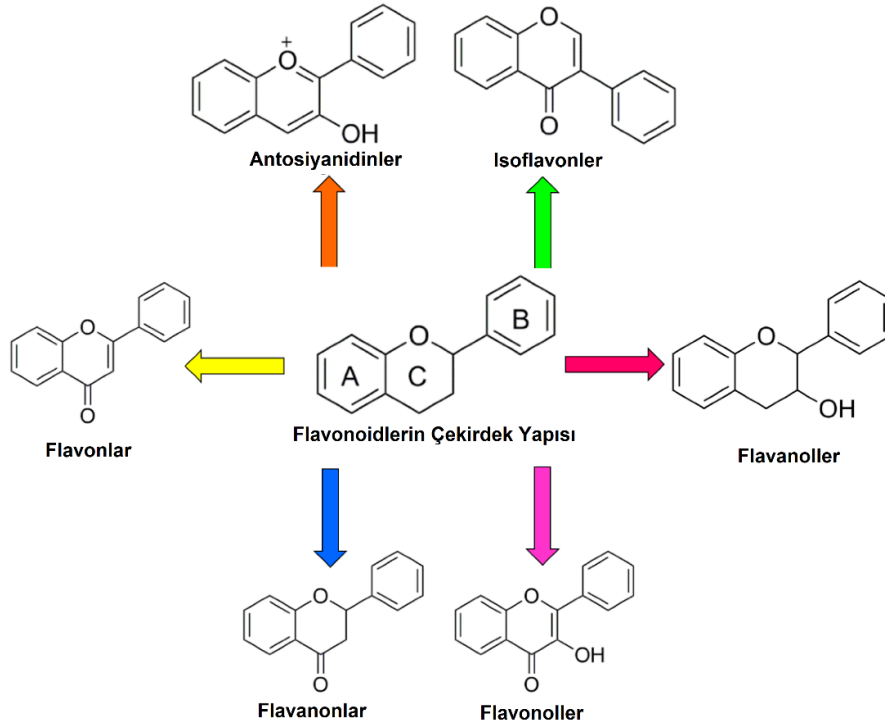
Tablo 2.7. Çay Filizi, Siyah Çay ve Çay Deminin Kimyasal Bileşimi

BİLEŞENİN ADI	TAZE FİLİZ (%)	SİYAH ÇAY (%)	ÇAY DEMİ (%)
Proteinler	15-26	15-26	Eser
Serbest Amino Asitler	4-7	4-7	3-4
Karbonhidratlar			
– Basit karbonhidratlar	2-3	2-3	2-3
– Pektik maddeler	6-8	6-8	2-4
– Sellüloz, hemisellüloz ve lignin	16-22	16-22	0
Polifenoller			
– Primer polifenoller	25-30	4-5	3.5-4.5
– Sekonder polifenoller	0	20-25	12-15
Alkaloidler			
– Kafein	2-4.5	2-4.5	1.5-3.5
Mineral Maddeler	4-6	4-6	3-5
Lipitler	3-8	3-8	0
Pigmentler	1.0-1.5	0.5-1.0	Eser
Organik Asitler	0.5	-	-
Uçucu Bileşikler	0.02	-	-

Çayın kimyasal bileşiminin, yaklaşık üçte birini polifenollerin oluşturduğu, 4000'e yakın biyoaktif bileşik içerdiği bildirilmektedir. Polifenoller, çoklu hidroksil gruplarının bağlandığı benzen halkalarıdır. Polifenoller ya flavonoidlerdir ya da flavonoid değildir, ancak çayda bulunan kimyasal bileşiklerin çoğunluğu flavonoidlerden oluşmaktadır (Tablo 2.8, Şekil 2.7.) (Sumpio ve ark., 2006). Bunlar sinamik asidin üç malonil-CoA grubu ile kondensasyon reaksiyonu sonucunda meydana gelen bitkisel kökenli ikincil metabolitlerdir. Flavonoidler genellikle altı ana grup içerisinde sınıflandırılabilir (Çelik, 2006; Yılmaz, 2006).

Tablo 2.8. Flavonoidlerin Sınıflandırılması (Khan ve ark. 2010)

FLAVONOİD	
Flavanoller	EGCG, EG, ECG ve kateşin
Flavonoller	Kaemferol ve Kuersetin
Antosiyanidinler	Malvidin, Siyanidin ve Delfinidin
Flavonlar	Apigenin ve Rutin
Flavononlar	Mirisetin
Isoflavonoidler	Genistein ve Biochanin A



Şekil 2.7. Bazı Flavonoidlerin Halka Yapıları

2.4.1. Çayın Bileşimdeki Fenolik Bileşikler

Çay filizi ve siyah çayda bulunan ve çay demine geçen fenolik bileşikler primer ve sekonder fenolik maddeler olarak gruplandırılmaktadır.

2.4.1.1. Çayın Bileşimdeki Primer Fenolik Bileşikler

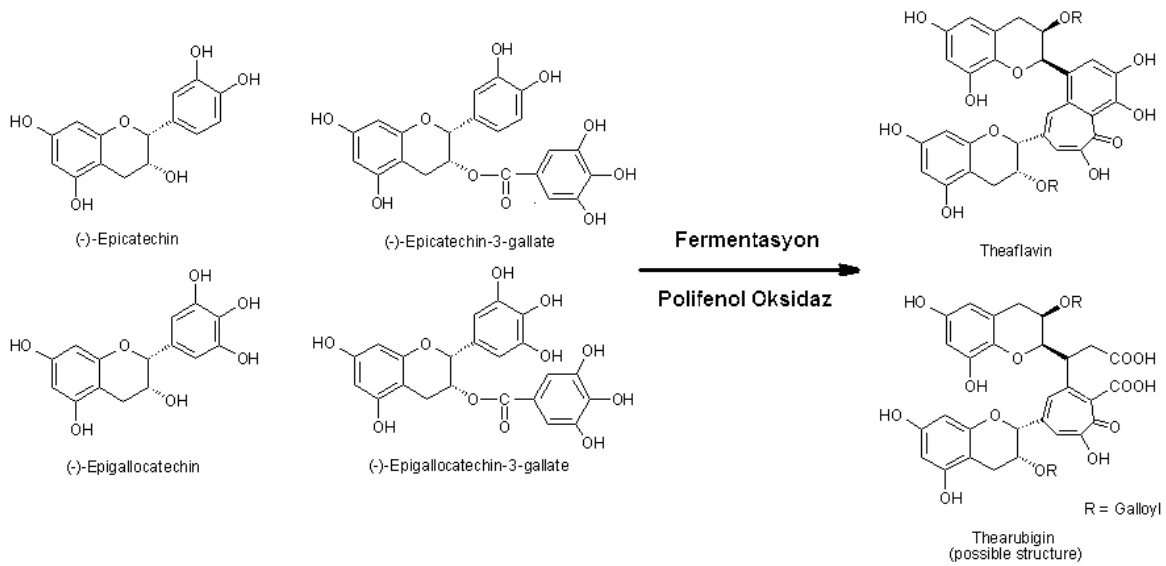
Taze çay filizinin bileşiminde bulunan primer fenolik bileşikler (polifenoller) 4 grupta toplanırlar.

- a. **Flavanoller (kateşinler):** Çayın kimyasal bileşiminde bulunan flavanoller, kuru çayın %20-30'unu (kuru madde esasına göre) oluşturur ve çay kateşinleri adıyla anılırlar. Başlıca kateşinler (-)-epikateşin gallat (ECG), (-)-epikateşin (EC), (-)-epigallokateşin (EGC) ve (-)-epigallokateşin gallattır (EGCG). Kateşinler, çay ekstraktında burukluk ve acı bir tat veren renksiz, suda çözünür yapıdaki bileşiklerdir. Bu kateşinlerin yapısında meydana gelen değişimler çayın tadı, rengi ve aroması gibi diğer özellikleri üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilidir. Örneğin, kateşin içeriğindeki herhangi bir azalma çayın aroma kalitesinin artmasına neden olur (Wang ve ark. 2000).
- b. **Flavonoller ve glikozitleri:** Kuersetin, mirisetin ve kaempferol, çayda suda çözünür ekstraktın %2-3'ünü oluşturan başlıca flavonollerdir. Çaydaki flavonoller esas olarak glikozidik formdadır (Jiang ve ark., 2015), çünkü glikozidik olmayan formlar suda çözünmezler. Çayın flavonol içeriğinde meydana gelen değişimler farklı analitik tekniklerin kullanımı ile açığa kavuşturulmuştur. Örneğin, yeşil çaydaki mirisetin, kuersetin ve kaempferol içeriğinin kurumadde esasına göre sırasıyla 0.83, 1.79 g/kg ve 1.56 olduğu, asit hidrolizinden sonra ise sırasıyla 1.59, 4.05 ve 3.31 g/kg'a yükseldiği tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2000).
- c. **Fenolik asitler ve Depsitler:** Siyah çayın katı ekstresinde yer alan bileşiklerin %10-12 sini fenolik asitler ve depsitler oluşturmaktadır (Çelik, 2006).
- d. **Lökoantosiyeninler:** Lökoantosiyeninler üretim aşamalarında hammaddeye uygulanan sıcaklık ve süreye bağlı olarak kahverengi renkli phlobafenlere dönüştüğü bilinmektedir (Batu, 2019).

2.4.1.2. Çayın Bileşimindeki Sekonder Fenolik Bileşikler

Sekonder fenolik maddeler ise yeşil çay filizinde bulunan primer fenolik maddelerin oksidasyonu ve polimerizasyonu ile oluşurlar. Bunlar, taze çay filizinde hiç bulunmamalarına karşın, siyah çayın kurumadde içeriğinin %20-25'ini oluştururlar ve yaklaşık %15'lik bir bölümleri çay demine geçer.

Siyah çay deminin rengi ve tadı hemen tamamen bu sekonder fenolik maddelerce oluşturulur. Çay deminin niteliği üzerinde en etkin iki polifenol theaflavin ve thearubijin olup (Şekil 2.8.) oluşum mekanizması aşağıda verilmiştir;



Şekil 2.8. Çay Deminin Rengi ve Karakteri Üzerinde Etkili Olan Theaflavin ve Thearubijin

- a. Theaflavinler:** Flavanollerin birleşmesi ve oksidasyonu ile oluşan theaflavinler, siyah çayın kurumadde içeriğinin %0.3-2.0'sini, çay demi kurumaddesinin ise %1.0-6.0'sını oluştururlar. Nötr karakterli olan bu portakal sarısı renkli bileşikler, çay deminin açık portakal rengini ve parlaklığını verirler. Çayda 9 değişik theaflavin bileşiği bulunabilir. Nicelikçe en fazla olanları theaflavin monogallat ve theaflavin digallattır.
- b. Thearubijinler:** Theaflavinlerin çayda bulunan diğer polifenollerle birleşmesi ve polimerizasyonu sonucu thearubijinler oluşur. Thearubijinler, siyah çay

kurumaddesinin %7-17'sini, dem kurumadde içeriğinin ise %30-60'ını oluştururlar. Asidik karakterli, kahverenkli bileşiklerdir. Çay deminin koyu rengini oluştururlar. Türk çaylarının çok koyu olması thearubijinin fazla olmasından kaynaklanır. Theaflavinlerin etil asetatta çözünmelerine karşılık thearubijinler etil asetatta çözünmezler.

Çay deminin rengi ve karakteri üzerinde theaflavin ve thearubijin nicelikleri ile bu iki maddenin birbirlerine oranları etkili olur. Eğer çayın theaflavin içeriği fazla, thearubijin miktarı az ise, çay çok açık renkli ve parlak; aksine theaflavin az, thearubijin fazla ise, bu kez de çay çok koyu renkli ve mat görünümlü olur. Çayın buruk tadının oluşumunda her iki grubun da payı vardır. Theaflavinlerin hepsinin suda çözünür nitelikte olmasına karşın, bazı thearubijin bileşiklerinin çözünürlükleri düşüktür.

2.5. Çayın Sağlık Üzerine Etkileri

Bitkisel kökenli yiyecek/içeceklerin bileşenlerinin izolasyonu ve tanımlanması kronik hastalıklara karşı korunmada önemli katkılar sağlayabilecektir. Günümüzde yapılan birçok araştırma ve incelemede, yaygın olarak tüketilen siyah ve yeşil çayın içerdiği antioksidanların ve kateşinler dahil polimerik polifenollerin insan sağlığı üzerindeki biyolojik etkileri araştırılmıştır (Çelik, 2006). Çay, dünyanın en popüler işlevsel içeceğidir ve sağlığa yararlı özellikleri için giderek daha fazla ilgi görmektedir. Yaygın olarak tüketilen çaylar arasında, siyah çay dünya çapında yeşil çay ve oolong çaydan daha fazla tüketilmektedir. Çok sayıda çalışma siyah çayın biyolojik faaliyetlerini göstermiştir. Çayın bileşiminde antioksidan, anti-tümör, anti-enflamasyon ve metabolik düzenlemeyi içeren çay ve polifenoller bulunur. Theaflavinler gibi çay polifenoller ve kateşinler, çeşitli kanserlerin, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde veya tedavisinde etkili olabilecek çok işlevli bileşikler olarak kabul edilir (Elmas ve Gezer, 2018).

Flavan-3-ol olarak bilinen çaydaki kateşinlerin de, son zamanlarda insan sağlığına yararlı etkileri çok dikkat çekmiştir. Biyolojik etkileri bileşiklerin yapısına bağlıdır ve hücre tipine göre değişir. Çok kuvvetli antioksidanlar olarak bilinir ve konsantrasyonlarına bağlı olarak aynı zamanda, pro-oksidan etki de gösterirler. Çayda bulunan kateşinlerin anti veya pro-oksidan etkileri, genellikle güçlü kemoprotektif özellikler ile ilişkili birkaç hücresel fonksiyonun düzenlenmesinde rol oynamaktadır (Çelik, 2006).

Çay, flavonoidler bakımından zengin bir içecek olup başta koroner kalp hastalıkları ve çeşitli kanser türleri olmak üzere birçok hastalığa karşı koruyucu etkiye sahiptir. Flavonoidler polifenolik maddeler olup *in vivo* ve *in vitro* olarak güçlü antioksidan etki gösterirler. Bu etkiler bilimsel olarak da kanıtlanmıştır. Yeşil ve siyah çaylar içerik olarak birbirine benzeyen içecekler olmalarına rağmen antioksidan kapasiteleri açısından farklılık gösterirler. Siyah çayın bileşiminde yer alan theaflavinler (TF) ve thearubijiler (TR) çayın rengini ve buruk aromasını veren bileşiklerdir. Yapılan bilimsel çalışmalar bu 2 etken maddenin siyah çay ve yeşil çay da hastalıklara karşı koruma etkisi bazında benzer etkiler gösterdiğini belirtmektedir (Luczaj ve Skrzydlewska, 2004).

Siyah çay bileşimindeki antioksidan özelliğe sahip bileşiklerin yanısıra polifenoller, amino asitler ve kafein içeriği nedeni ile hipoglisemik, hipolipidemik ve antikarsinogeniktir.

3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Materyal

Siyah ay üretiminin farklı aşamalarında çayın bileşiminde oluşan değişimlerin belirlenmesi amacıyla, denemelerde kullanılan çay yaprakları Bayce Gıda (Bayce Gıda ay San. ve Tic. Ltd. şti.) firmasına ait Trabzon ili Sürmene ilçesindeki çay işleme tesisinden temin edilmiştir. Bu amaçla, çay yapraklarına ait örnekler 2019 yılı çay hasadı döneminde 3. sürgün döneminde ait çay yapraklarından alınmıştır. Ayrıca, yaş çay yapraklarının yanısıra bu yapraklar kullanılarak gerçekleştirilen siyah çay retiminde;

- Soldurma işlemi girişi ve ıkışı,
- Kıvrırma işlemi girişi ve ıkışı,
- Fermentasyon (enzimatik oksidasyon) işlemi çıkışı ve
- Kurutma ıkışı

olmak üzere 7 aşamada örnek alımı gerçekleştirilmiştir.

Bunun yanısıra, kurutularak tasnifi gerçekleştirilen siyah çay, çay tozu ve lif örneklerinden de (BOP1A, BOP1A4, BOPF2, DUST1, DUST0, LİF) numune alınmıştır.

şekil 3.1-3.6.'da da görülebileceği gibi, yaş çay yapraklarından siyah çay üretimi aşamalarında ve siyah çay yapraklarının tasnifi sırasında farklı aşamalarda örnek alınması işlemi görülmektedir.

Alınan ay yaprağı ve siyah çay örnekleri i içe geçirilmiş 2 adet ağızlı kilitli poşet içerisine konularak analiz edilmeye kadar çay yaprağı örnekleri -18 C'de, siyah çay, çay tozu ve lif örnekleri de serin bir ortamda nem ve ışık almayacak şekilde oda koşullarında bir koli içerisinde muhafaza edilmiştir.

ay örneklerinde yapılan analizlerde kullanılmak üzere gerekli olan standart maddeler ve analitik saflıktaki kimyasala maddeler Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) firmasından temin edilmiştir.



Şekil 3.1. Mal Kabul Aşaması ve Yaş Çay Yapraklarından Örnek Alınması



Şekil 3.2. Soldurma Aşaması ve Soldurma İşlemi Çıkışı Örnek Alınması



Şekil 3.3. Kivırma Aşaması ve Rotervanlar



Şekil 3.4. Fermentasyon (Enzimatik Oksidasyon) Aşaması ve Örnek Alınması



Şekil 3.5. Kurutma Aşaması ve Kurutma Fırını Çıkışı Örnek Alınması



Şekil 3.6. Tasnif Aşaması ve Tasnifi Yapılan Siyah Çay ve Lif Örneklerinin Alınması

3.2. Metot

3.2.1. Siyah ay Üretimi

Denemelerde kullanılmak üzere gerekli yaş çay yapraklarının yanısıra siyah çay örnekleri Bayce Gıda (Bayce Gıda ay San. ve Tic. Ltd. Şti.) firmasına ait Trabzon ili Sürmene ilçesindeki çay işleme tesisinden doğrudan temin edilmiştir. Bu tesiste yaş çay yapraklarından kuru siyah çay elde edilinceye kadar uygulanan işlem basamakları ve aşamaları kısaca aşağıda açıklanmıştır.

Dökme halde kamyon kasalarında tesise gelen yaş çay yaprakları öncelikle soldurma katlarına çıkmak üzere soldurma konveyörü üzerine aktarılmıştır (Şekil 3.1.). Soldurma ünitesi 8 katlı olup fanlar yardımıyla her kata ortalama 28-32 °C'lik kuru hava üflenerek yaklaşık 6 saat süreyle çay yaprakları soldurma işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.2.). ay yapraklarının soldurma ünitesinde 8. katta başlayan yolculuğu adım adım 1. kata kadar bu şekilde devam etmiş ve yaş çay yapraklarının nem düzeyi istenen aşamaya kadar düşürülmüştür.

Daha sonra soldurulmuş çay yaprakları taşıma bantları yardımıyla kıvrırma ünitesine aktarılmış ve Rotervanlarda (Şekil 3.3.) kıvrırma işlemine tabi tutulmuştur. İki aşamadan oluşan bu kıvrırma işlemi toplamda 35-40 dakika sürmüş ve böylelikle yaş çay yaprakları mümkün olduğunca ovalanarak ezilmiş ve yaprak öz suyunun hücre dışına çıkması ve yeniden emilmesi sağlanmıştır.

Taşıma bantları yardımıyla kıvrırma işlemi uygulanmış çaylar fermentasyon tanklarına alınmıştır. Fermentasyon işleminde, 2 aşamalı kıvrırma işleminde hücre özsuğu tamamen açığa çıkarılmış çaylara, sıcak buhar verilmiş ve 25-28 °C'de ortalama 90 dakika boyunca fermentasyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4.).

Çaylar fermentasyon çıkışında yine konveyör yardımıyla kurutma fırınlarına aktarılmış ve nem içeriğı %1.5-3.5'e düşünceye kadar kurutulmuştur (Şekil 3.5.). Kurutma işlemi 95-110 °C'de 35-40 dakika süreyle gerçekleştirilmiştir.

Kurutma çıkışı nemi düşürülen kuru çayların içerisindeki çay lifleri tamamen ortaya çıkarak çoğı kez çayın içerisindeki siyah yaprak parçalarından bile yoğun halde bulunan kahverengi

öp-sap görünümünü alırlar. Bu nedenle, fırın çıkışında kurutulmuş olan siyah çaylar içlerindeki bu yaprak liflerinden ayrılmak üzere lif alıcılara taşıma bantları ile aktarılmıştır.

Daha sonra, lif alıcılar sayesinde içerisindeki lifler uzaklaştırılan kullanıma hazır kuru siyah çaylar elek gözenekleri farklı olan eleme sistemlerini içeren hatlar üzerinden geçirilmiş ve yaprak/parçacık büyüklüklerine göre ayrılarak tasniflenmiş ve çay silolarına aktarılmıştır (Şekil 3.6.). Bu silolar belli bir doluluğa ulaştınca, sisteme bağlı paketleme hattı sayesinde Big-Bag adı verilen ve ortalama 1 ton kuru çay alma kapasitesine sahip ambalajlara dolumu gerçekleştirilmiştir.

Tüm bu işlemler sırasında, yaş çay yapraklarının (YY) yanısıra bu yapraklar kullanılarak gerçekleştirilen siyah çay üretiminde;

- Soldurma işlemi girişı (SG) ve çıkışı (S),
- Kıvırma işlemi girişı (KG) ve çıkışı (K),
- Fermentasyon (enzimatik oksidasyon) işlemi çıkışı (F) ve
- Kurutma çıkışı (K)

olmak üzere 7 aşamada örnek alımı gerçekleştirilmiştir.

Bunun yanısıra, kurutularak tasnifi gerçekleştirilen siyah çay, çay tozu ve lif örneklerinden de (BOP1A, BOP1A4, BOPF2, DUST1, DUST0, LİF) numuneler alınmış ve aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Analiz Metotları

Yaş ay yapraklarının yanısıra bu yapraklar kullanılarak üretilen siyah çay, çay tozu ve lif örneklerinde aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. Rutubet Tayini

Yaş ay yaprağı, siyah çay, çay tozu ve lif örneklerinde rutubet tayini örneklerin $103\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma ulaştıncaya kadar kurutma dolabında kurutulmasıyla belirlenmiştir. Bu amaçla öğütölen örneklerden kurumadde kaplarına 5 ± 0.001 g tartılmış ve $103\pm2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 6 saat süreyle kurutma dolabında kurutulmuştur. Isıtma işlemi sabit tartım elde edilinceye kadar devam etmiş ve kurutma işleminden sonra desikatörde soğutulan örnekler tartılarak ağırlık kaybı esasına göre rutubet miktarı % olarak belirlenmiştir (TSE, 1990a).

3.2.2.2. Kül Tayini

Metodun prensibi, çay numunelerindeki suyun uçurulması ve organik unsurların 525±25 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar yakılarak tamamen uzaklaştırılmasıyla elde edilen kalıntı miktarının belirlenmesidir.

Kül tayininde, porselen krozelere 5±0.001 g hassasiyetle tartılan örnekleri kül fırınında 1 saat süre ile 525±25 °C’de yakılmış ve daha sonra desikatör içerisinde soğumaya bırakılan numuneler yeniden 30 dakika süre ile tekrar yakılmıştır. Sabit tartıma gelinceye kadar (iki tartım arasındaki fark 0.001 g) organik maddeler yakılmıştır. Böylelikle örneklerdeki toplam kül miktarı kuru maddede yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (TSE, 1990b).

$$\text{Toplam Kül (\%)} = \frac{100 \times \text{Külün Ağırlığı}}{\text{Kurumadde}}$$

Külün ağırlığı = [Kroze darası + numune] - Kroze darası

Kurumadde = Başlangıç numunesinin ağırlığı x % Kurumadde

Kurumadde (%) = 100 - Rutubet

3.2.2.3. Suda Çözünen ve Suda Çözünmeyen Kül Tayini

Suda çözünen ve çözünmeyen kül tayinleri TS 1565’e göre 525+25 C de yakılarak elde edilen toplam külün sıcak su ile ekstrakte edilmesi, külsüz filtre kağıdından süzülmesi, yakılması ve çözünmeyen kül tayini için kalıntının tartılması ve aradaki farktan da çözünen külün hesaplanması prensibine göre belirlenmiştir (TSE, 1990c).

$$\text{Suda Çözünen Kül (\% KM)} = (m_1 - m_2) \times (100/m_0) \times (100/KM)$$

$$\text{Suda Çözünmeyen Kül (\% KM)} = m_2 \times (100/m_0) \times (100/KM)$$

m_0 = Numune miktarı (g)

m_1 = Toplam kül (g)

m_2 = Suda çözünmeyen kül (g)

KM = Kurutulmuş numunenin ağırlıkça %’de kurumaddesi

3.2.2.4. Asitte Çözünmeyen Kül Tayini

Porselen krozedeki toplam külün üzerine 25 mL HCl çözeltisi ilave edilmiş ve hafif alev üzerinde 10 dakika süre ile kaynatılmıştır. Soğuduktan sonra kroze içeriği süzgeç kâğıdından süzölmüştür. Kroze ve süzgeç kâğıdı sıcak damıtık su ile yıkandıktan sonra süzgeç kâğıdı içindekilerle birlikte kroze konularak hot plate üzerinde bir süre ısıtılarak suyu uçurulmuştur. Kalıntı 525°C'deki kül fırınında 60 dakika süre ile yakılmıştır. Daha sonra kroze desikatörde soğutulurak, hassas terazide tartılarak asitte çözünmeyen kül miktarı kuru madde esasına göre kütlece % olarak ifade edilmiştir (TSE, 2001).

$$\text{Asitte Çözünmeyen Kül (\%)} = m_3 \times \frac{100}{m_0} \times \frac{100}{K}$$

m_0 = Toplam külde kullanılan öğütölmüş numuneden alınan deney numunesi ağırlığı (g)

m_3 = Asitte çözünmeyen külün ağırlığı, g

K = Öğütölmüş numunenin ağırlığa göre yüzde kuru madde miktarı

3.2.2.5. Suda Çözünen Külde Alkalilik

Suda Çözünen Külde Alkalilik ise TS 1567 ye göre yapılmış olup (TSE, 1990d) metodun prensibi, suda çözünen kül tayininde elde edilen süzöntünün, metiloranj indikatörü kullanılarak ayarlı hidroklorik asit çözeltisi ile titrasyonu ile gerçekleştirilmiştir.

Suda çözünen kül tayinde elde edilen süzöntüden 60'ar mL alınmış, soğutulmuş, metil oranj indikatörü kullanılarak 0.1 N HCl çözeltisi ile rengi hafif pembe oluncaya kadar titrasyon işlemine devam edilmiştir (TSE, 1990d).

Suda çözünen külün alkaliliği (A_1) 100 g öğütölmüş numune (kuru madde esasından) için miliekiveler olarak şu formülle hesaplanmıştır.

$$A_1 = \frac{V}{10} \times \frac{100}{m_0} \times \frac{100}{K}$$

V = Kullanılan 0,1 N HCl çözeltisinin hacmi, mL

m_0 = Toplam kül tayini için kullanılan öğütölmüş deney numunesinin ağırlığı, g

K = Öğütölmüş numunenin ağırlık olarak kuru madde miktarı (%)

3.2.2.6. 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 (Al, Ca, Cu, Fe, Mn, Na Zn) hazırlanan standart çözeltiler Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazında okunmuş ve sonuçlar yaş ağırlık üzerinden ppm olarak ifade edilmiştir (Kaçar, 1991).

3.2.2.7. 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 süzölmüş ve balonda kalan kısımlar kaynar su ile yıkanarak tekrar süzölmüştür. Kaynatma işlemine 200 mL 0.313 N sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilerek 30 dakika süreyle devam edilmiştir. Karışımlar süzöldükten 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 (TSE, 2003).

3.2.2.8. Kafein Tayini

Kafein tayininde, suda çözünen ekstrakt tayinindeki süzöntüden 10 mL alınarak üzerine pipetle 0.5 mL amonyak ilave edilerek ayırma hunisine konulmuş ve hafifçe çalkalanmıştır. Daha sonra üzerine 10 mL kloroform ilave edilerek çalkanmaya devam edilmiştir. Takiben 50 mL’lik balon jojenin üzerine huni ile birlikte cam pamuğu yerleştirilip ayırma hunisinin alt kısmında kalan kloroform, cam pamuktan süzölerek balon joje içerisine aktarılmıştır. Yeniden ayırma hunisine 10 mL kloroform konularak 1–2 dakika hafifçe çalkalanmıştır. Alt kısımdaki kloroform benzer şekilde süzölmüş ve kloroform ile 50 mL’ye tamamlanmıştır. Balon jojeden

alınan numune ile 276 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçüm yapılmış ve kafein miktarı % olarak ifade edilmiştir (Ashoor ve ark., 1983).

3.2.2.9. Theaflavin (TF)/Thearubijin (TR) Analizi

Kaçar (1991) tarafından belirtilen yöntem uygun olarak Theaflavin/Thearubijin oranı analizi, sıcak su kullanılarak elde edilen çay deminden İzobütil Metil Keton (İBMK) ile ekstrakte edilen TF ve TR miktarlarının spektrofotometrik olarak belirlenmesiyle gerçekleştirilmiştir

Buna amaçla, 150 mL'lik erlenmayere 3 g siyah çay ve kaynatılmış 125 mL saf su konulmuştur. Çalkalamalı su banyosunda 15 dakika bekletildikten sonra dem pamuk yerleştirilmiş huni aracılığıyla süzölmüş, oda sıcaklığına kadar soğutulan süzöntüden ayırma hunisine 50 mL konulmuş ve üzerine 50 mL İBMK ilave edilmiştir. Hızlı olarak 1 dakika çalkalanıp fazların ayrılması beklenilmiş ve daha sonra alttaki su fazı ve üstteki İBMK fazı alınmıştır. Bu işlem sonunda aşağıdaki formüller kullanılarak TR ve TF miktarları % cinsinden hesaplanarak belirlenmiştir. Bu işlem sonunda A, B, C, D çözeltileri elde edilerek TF ve TR değerleri hesaplanmıştır.

A çözeltisi: İBMK fazından 4 mL örnek 25 mL'lik ölçü balona konulmuş ve ölçü balonu metil alkol ile derecesine kadar tamamlanmıştır.

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

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

D çözeltisi: Su fazından alınan 2 mL örnek, 2 mL doymuş oksalik asit çözeltisi ve 6 mL saf su 25 mL'lik ölçü balonuna konularak derecesine kadar tamamlanmıştır.

Bu çözeltiler UV spektrofotometrede kuvarz küvet kullanılarak okunmuştur. Çay örneğinde TF ve TR belirlemeleri için A, B, C, D çözeltilerinin ışık adsorbsiyonunda 380 nm dalga

boyunda UV visible spektrofotometresiyle okunarak bilgisayarın yazılımı sayesinde konsantrasyonu bulunmuş, absorbanslar kaydedilmiştir. Aynı işlemler 460 nm dalga boyuna ayarlanmış UV-spektrofotometrede yapılmıştır. Spektrofotometrede kullanılan şahit çözelti: 1 metanol 4 saf su oranında hazırlanmıştır.

Hesaplamalar:

EA, EB, EC, ED: Sırasıyla A, B, C, D çözeltilerinin 380 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunan değerleri

EA, EB, EC, ED: Sırasıyla A, B, C, D çözeltilerinin 480 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunan değerleri

$$\text{Çayda TF(\%)} = 2.25 \times \text{EC}$$

$$\text{Çayda TR(\%)} = (1.77 \times \text{ED} + \text{EA} - \text{EC}) \times 7.06$$

$$6.25 = \text{A ve B çözeltilerinin seyreltme faktörü (25/4=6.25)}$$

Bu formüller kullanılarak her bir üretim aşamasında ve çay numunesinde TF/TR değeri hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BUGULARI VE TARTIŞMA

Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında çayın bileşiminde oluşan değişimlerin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada;

- Yaş çay yaprağında (YÇY),
- Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında alınan örneklerde [soldurma girişi (SG) ve çıkışı (SÇ), kıvrırma girişi (KG) ve çıkışı (KÇ), fermentasyon çıkışı (FÇ) ve kurutma çıkışı (KRÇ)],
- Tasnifi yapılan siyah çay numunelerinde (BOP1A, BOP1A4 ve BOPF2),
- Çay tozlarında (DUST1 ve DUST0) ve
- Lif kısımlarında (LİF)

ilgili analizler sonucu elde edilen bulgular ve sonuçlar bu kısımda verilmiş ve yorumlanmıştır.

Denemelerde kullanılan siyah çay yaprakları büyüklüklerine ve duysal özellikleri göre aşağıdaki şekilde değerlendirilmektedir: Bunlar;

- BOP1A : Geniş yaprak yapısı daha az ve açık dem rengi ile kategorinin en yumuşak çayıdır.
- BOP1A4 : Geniş yaprak yapısı az ve açık dem rengi ile karakterize edilebilen ve elek gözü 0.4 mm elekten geçen çayları içeren çaylardır.
- BOPF2 : Orta-ufak yaprak yapısı ve koyu dem rengi ile içimi en iyi çaylardan biridir.
- DUST1 : Ufak yaprak yapısı ve koyu dem rengi ile içimi yoğun ve dolgun olan bir çaydır.
- DUST0 : Çok ufak yaprak yapısı ve koyu dem rengi ile sert bir içime sahip olan çaydır. Demlik ve bardak poşet çaylar (sallama çay) için kullanılmaktadır.
- LİF : Çok ufak yaprak yapısı ve çok koyu dem rengi ile Sert Bir içime Sahiptir.

Alınan bu örneklerde bazı kalite parametrelerinin belirlenmesinin yanısıra siyah çay üretimi aşamalarında meydana gelen değişimler belirlenmiş ve ilgili ürün gruplarının Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (No: 2015/30) (TGK, 2015)'e uygunlukları tespit edilmiştir (Ek-1).

4.1. Rutubet Değerlerindeki Değişimler

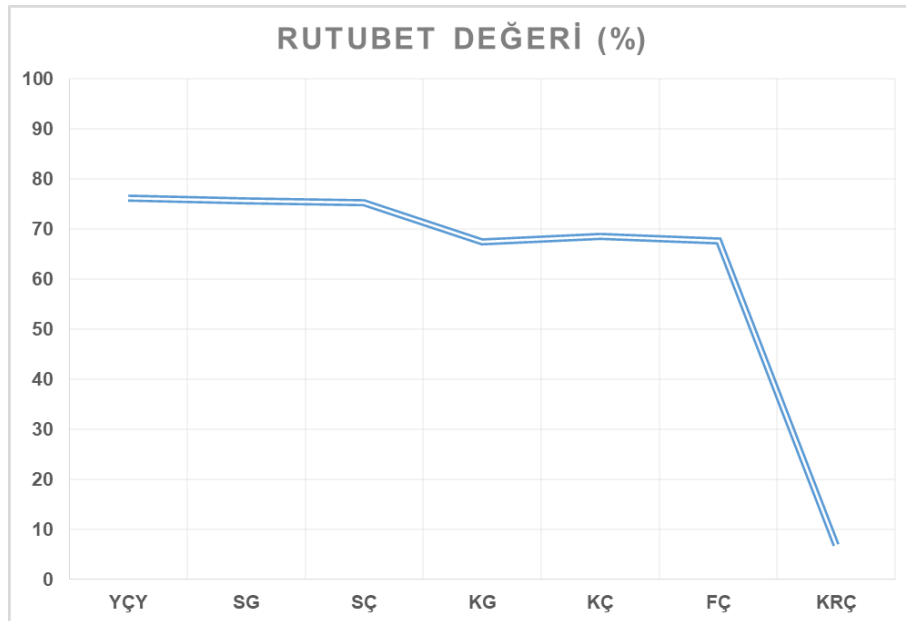
Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında ve tasniflenmiş siyah çay örneklerinde rutubet ve kül değerlerindeki (Toplam kül, Suda çözünen kül, Suda çözünmeyen kül, Asitte çözünmeyen kül, Suda çözünen külde alkalilik) değişimler bu kısımda ele alınmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.1., Tablo 4.2. ve Şekil 4.1.'de verilmiştir.

4.1.1. Siyah Çay Üretim Aşamalarında Rutubet Değerlerindeki Değişimler

Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında belirlenen rutubet değerleri Tablo 4.1.'de görülmektedir.

Tablo 4.1. Siyah Çay Üretim Aşamalarındaki Rutubet (%) ve Kül Değerleri (%)

Analiz Parametreleri	Siyah Çay Üretim Aşamaları						
	YÇY	SG	SÇ	KG	KÇ	FÇ	KRÇ
Rutubet (%)	76.19	75.62	75.29	67.52	68.55	67.67	6.97
Kül (%)	1.27	1.49	1.62	1.83	1.88	1.91	5.04
Suda çözünen kül (%)	0.60	0.84	0.85	0.98	1.01	1.12	2.83
Suda çözünmeyen kül (%)	0.66	0.65	0.77	0.85	0.87	0.79	2.21
Asitte çözünmeyen kül (%)	0.02	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00	0.09
Suda çözünen külde alkalilik (%KOH)	0.51	0.54	0.58	0.69	0.68	0.72	1.76



Şekil 4.1. Siyah Çay Üretiminde Rutubet Değerlerindeki Değişim (%)

Tablo 4.1.'in incelenmesiyle görülebileceği gibi; siyah çay üretiminde kullanılan yaş çay yapraklarının (YÇY) rutubet değerinin %76.19 olduğu ve kurutma çıkışında rutubet değerinin %6.97 düştüğü belirlenmiştir. Siyah çay üretiminde tasnif edilmemiş kuru siyah çayın rutubet değerinin (KRÇ) Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (No: 2015/30)'nde belirtilen %7 değerinin altında olduğu da tespit edilmiştir.

Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında rutubet değerinin giderek azaldığı ve en önemli düşüşün fermentasyon çıkışı alınan örnekler (%67.67) ile kurutma çıkışındaki örnekler (%6.97) arasında olduğu ve rutubet değerindeki bu azalmanın %89.7 oranında olduğu saptanmıştır.

Özdemir ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada da; yeşil çayda rutubet değerinin %6.76 olduğu ve üretimi gerçekleştirilen siyah çaylarda da bu değer %5.04- %7.47 aralığında değiştiği belirlenmiştir (Özdemir ve ark., 2018).

Siyah çay üretiminin çeşitli aşamalarında rutubet değerindeki değişimler ilgili olarak Saiqa ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise proses başlangıcında yaş çay yaprağı rutubet değerinin %76.4 olduğu ve 24 saatlik soldurma işlemi sonunda %63.8 e düştüğü belirtilmiştir.

4.1.2. Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında Rutubet Değerlerindeki Değişimler

Tasniflenmiş siyah çay yapraklarında elde edilen rutubet değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki Rutubet (%) ve Kül Değerleri (%)

Analiz Parametreleri	Tasnif Siyah Çaylar					
	BOP1 A	BOP1 A4	BOPF2	DUST1	DUST0	LİF
Rutubet (%)	5.10	5.34	5.66	5.56	5.85	3.82
Kül (%)	6.94	6.91	6.16	6.05	5.99	7.07
Suda çözünen kül (%)	2.81	2.99	3.17	2.93	3.10	2.17
Suda çözünmeyen kül (%)	2.29	2.35	2.49	2.63	2.75	1.65
Asitte çözünmeyen kül (%)	0.13	0.28	0.39	0.31	0.39	0.06
Suda çözünen külde alkalilik (%KOH)	1.60	1.66	1.62	1.77	1.72	1.50

Tablo 4.2.'den de görülebileceği gibi, tasnifi yapılmış çaylardan BOP1A, BOP1A4 ve BOPF2 siyah çay örneklerinin rutubet değerlerinin sırasıyla %5.10, %5.34 ve 5.66, demlik ve bardak

poşet çayların üretiminde kullanılan DUST1 ve DUST0 çay tozu örneklerinin rutubet değerlerinin ise %5.56 ve %5.85 olduğu ve Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (TGK, 2015)'nde belirtilen %7 değerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

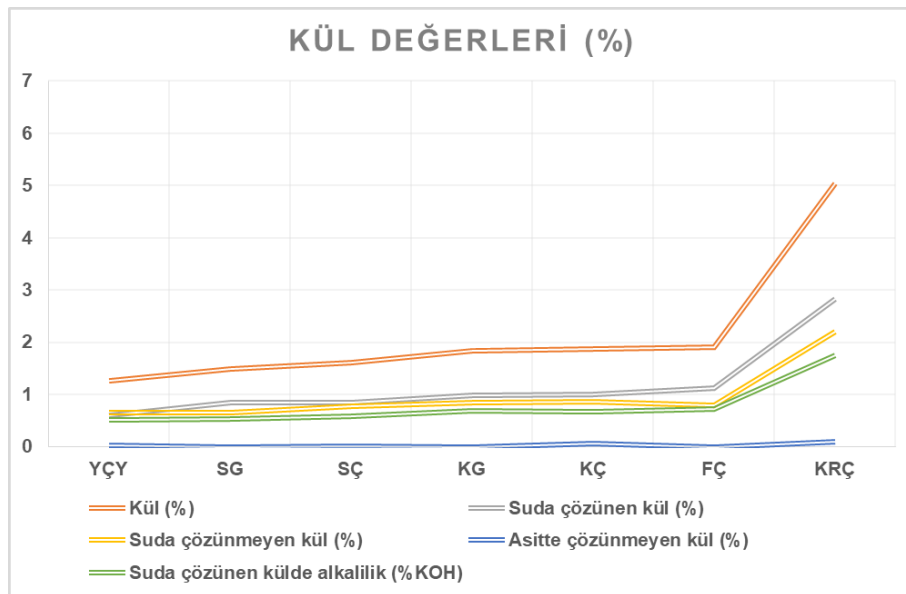
Siyah çay üretiminde açığa çıkan bir ürün olan lif örneklerinin rutubet değerinin ise %3.82 olduğu belirlenmiştir.

4.2. Kül Değerlerindeki Değişimler

Gıdalarda inorganik maddelerin miktarının belirlenmesinin yanısıra kum, toz-toprak gibi silisli unsurlarca ne kadar kirlendiğinin bir ölçütü olarak yüzeyin kirlilik düzeyi ve yıkama etkinliğinin belirlemek amacıyla kül değerleri (toplam kül, suda çözünen kül, suda çözünmeyen kül, asitte çözünmeyen kül, suda çözünen külde alkalilik) belirlenmektedir. Bu kısımda da gerek siyah çay üretiminin farklı aşamalarından alınan örneklerle tasnifi yapılmış siyah çay, çay tozu ve lif örneklerine ait kül değerleri verilmiştir (Tablo 4.1.-4.2., Şekil 4.2.).

4.2.1. Siyah Çay Üretim Aşamalarında Kül Değerlerindeki Değişimler

Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında belirlenen kül değerleri (toplam kül, suda çözünen kül, suda çözünmeyen kül, asitte çözünmeyen kül, suda çözünen külde alkalilik) Tablo 4.1. ve Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Siyah Çay Üretiminde Kül Değerlerindeki Değişim (%)

Denemelerde kullanılan yaş çay yaprağının toplam kül değerinin kurumadde esasına göre %1.27 (g/g) olduğu saptanmıştır. Yaş çay yaprağının siyah çaya işlenmesi sırasında soldurma (SG, SÇ), kıvrırma (KG, KÇ) ve fermentasyon (FÇ) aşamalarında kül değerinin giderek arttığı ve kurumadde esasına göre sırasıyla %1.49-1.62, %1.83-1.88 ve %1.91 (g/g) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tasnifi edilmemiş kuru siyah çayın (KRÇ) toplam kül değerinin de %5.04 (g/g) olduğu tespit edilmiş ve Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (No: 2015/30)'nde belirtilen %4-8 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1.).

Turan ve ark. tarafından 2016 yılında yapılan bir araştırmada ise çay yapraklarına ait örneklerin toplam kül miktarının %2.99-8.92 arasında değiştiği ve siyah çay yapraklarındaki toplam kül değerinin de ortalama %5.40 olduğunu saptamışlardır. Araştırmamızda yaş çay yaprağında belirlenen toplam kül değerinin Turan ve ark. (2016) tarafından belirlenen toplam kül değerine göre çok daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Aradaki bu farklılığın sebebinin hasadı yapılan çay yapraklarının körpe ya da kart oluşundan ya da çay yapraklarının sürgün ve hasat zamanındaki farklılıklardan da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kuru çay yapraklarının toplam kurumadde değerlerinin ise benzer olduğu ve Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (TGK, 2015) hükümlerine uygun olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.1.'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; toplam kül değerlerine benzer şekilde, siyah çay üretiminin farklı aşamalarda yaş çay yaprağından itibaren fermentasyon aşamasının sonuna kadar tüm aşamalarda suda çözünen ve çözünmeyen kül değerlerinin (%) giderek arttığı ve artışın kurumadde de ki artışa paralel olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. Siyah çay üretiminin farklı aşamalarındaki suda çözünen kül değerlerinin (%) toplam kül değerlerine (%) göre oranının soldurma (SG, SÇ), kıvrırma (KG, KÇ) ve fermentasyon (FÇ) aşamalarında kurumadde esasına göre sırasıyla %56.38-52.47, %53.55-53.72 ve %58.64 (g/g) arasında değiştiği ve kurutma çıkışında (KRÇ) tasnifi yapılmamış kuru siyah çayda ise %56.15 olduğu tespit edilmiştir. Kurutma aşamasında tasnifi yapılmamış kuru siyah çayın suda çözünen kül değerinin (%) toplam kül değerlerine (%) göre oranının Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (TGK, 2015) hükümlerine uygun olduğu saptanmıştır (en az %45 (g/g)).

Asitte çözünmeyen kül (%) değerlerinin ise siyah çay üretim aşamalarında sapmalar göstermekle birlikte çok düşük düzeyde olduğu ve %0.00-0.07 (g/g) arasında değiştiği ve kurutma çıkışı alınan tasnifi yapılmamış kuru siyah çay örneklerinde (KRÇ) ise %0.09

düzeyinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1.'den de görülebileceği gibi; siyah çay üretiminde kullanılan yaş çay yapraklarının (YÇY) suda çözünen külde alkalilik (%KOH) değerinin kurumadde esasına göre %0.51 olduğu ve kurutma çıkışında (KRÇ) suda çözünen külde alkalilik değerinin %1.76'ya yükseldiği belirlenmiştir. Siyah çay üretiminde tasnif edilmemiş kuru siyah çayın (KRÇ) suda çözünen külde alkalilik değerinin (%KOH) Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (No: 2015/30)'ne uygun olduğu ve %1-3 değerleri arasında bulunduğu da tespit edilmiştir.

4.2.2. Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında Kül Değerlerindeki Değişimler

Tasniflenmiş siyah çay yapraklarından (BOP1A, BOP1A4, BOPF2, DUST1, DUST0) ve çay lifinden alınan örneklerdeki kül değerleri (toplam kül, suda çözünen kül, suda çözünmeyen kül, asitte çözünmeyen kül, suda çözünen külde alkalilik) Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2.'nin incelenmesiyle görülebileceği gibi, yaş çay yapraklarında toplam kül değerinin %1.27 (g/g) olduğu (Tablo 4.1.) ve kurutma işlemi sonrasında tasnifi yapılan çaylarda ise (BOP1A, BOP1A4, BOPF2, DUST1, DUST0) giderek arttığı ve kurumadde esasına göre sırasıyla %6.94, %6.91, %6.16, %6.05 ve %5.99 olduğu belirlenmiştir.

Turan ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada da, çay yaprağı örneklerinde toplam kül miktarının %2.99-8.92 arasında değiştiği ve ortalama değerin %5.40 olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlerle çalışmamızda elde ettiğimiz bulguların (%5.99-6.94, g/g) benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Doğal olarak, yaş çay yapraklarının toplam kül değerinin siyah çay üretimi ile birlikte kurumadde de ki artışa bağlı olarak tasnifi yapılmış çaylarda arttığı ve en yüksek toplam kül değerinin BOP1A'da (%6.94, g/g), en düşük toplam kül değerinin de genellikle demleme ve bardak poşet çaylarının üretiminde kullanılan DUST0'da (%5.99 g/g) olduğu tespit edilmiştir. Tasnifi yapılmış çayların toplam kül değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (TGK, 2015)'nde belirtilen %4-8 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2.).

Yaprak büyüklüğüne göre tasnif edilmiş siyah çay örneklerindeki toplam kül değerinin yaprak boyutu küçüldükçe azaldığı ve bunun sebebinin de daha küçük yapraklara sahip siyah çay

örneklerinin kurutma çıkışı lif kalıntısı oranının daha büyük yapraklı siyah çaylara göre daha az olduğundan kaynaklandığı kanısına varılmıştır.

Buna karşılı, tasnifi yapılmış siyah çay örneklerinin (BOP1A, BOP1A4, BOPF2) ve çay tozlarının (DUST1, DUST0), suda çözünen ve çözünmeyen kül (%) değerlerinin toplam kül değerlerine (%) göre çay ekstraktına geçen mineral madde oranının artışına bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yaprak büyüklüğüne göre tasnif edilmiş siyah çay örneklerindeki suda çözünen ve çözünmeyen kül değerlerinin kurumadde esasına göre sırasıyla %2.81-3.17 ve %2.29-2.49 ve çay tozlarında ise kurumadde esasına göre sırasıyla %2.93-3.10 ve %2.63-2.75 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.2.). Suda çözünen kül değerleri, toplam kül değerleri ile kıyaslandığında Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (No: 2015/30)'nde belirtilen en az %45 değerinin üzerinde olduğu (%40.48-51.7, g/g) ve bu açıdan uygun arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2.).

Wang ve ark. tarafından 2011 yılında yapılan bir çalışmada suda çözünmeyen kül değerleri açısından benzer sonuçlar alınmış ve ünlü Guangdong Chenxiang çayında yapılan analizlerde suda çözünmeyen kül değerinin %2.093-3.224 aralığında olduğu belirlenmiştir. Suda çözünen kül değerlerinin ise çalışmamızda elde edilen değerlerin (%2.81-3.17, g/g) aksine çok daha düşük olduğu ve %0.04-0.645 arasında değiştiği, toplam külünde %50'sini oluşturduğu belirlenmiştir (Wang ve ark., 2011).

Suda çözünen ve çözünmeyen kül değerlerindeki (%) sonuçlara benzer şekilde, asitte çözünmeyen kül (%) değerlerinin yaprak büyüklüğüne göre tasnif edilmiş siyah çay ve çay tozu örneklerinde giderek arttığı, siyah çay örneklerinde kurumadde esasına göre sırasıyla %0.13-0.39 ve çay tozlarında ise kurumadde esasına göre sırasıyla %0.31-0.39 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.2.).

Türkmen (2007), siyah çayda suda çözünen külün toplam küle oranının %48.8-53.9 arasında değiştiğini ve asitte çözünmeyen kül değerinin ise %0.10 - 0.24 olduğunu tespit etmiştir. Bu değerler ile araştırmamızda elde edilen bulguların benzer olduğu görülmüştür.

Çay lifindeki toplam kül değerinin %7.07 (g/g) olduğu ve suda çözünen kül (%), suda çözünmeyen kül (%) ve asitte çözünmeyen kül (%) değerlerinin de kurumadde esasına göre

sırasıyla %2.17, %1.65 ve %0.06 olduğu da saptanmıştır (Tablo 4.2.).

4.3. Mineral Madde Miktarlarındaki Değişimler

Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında ve tasniflenmiş siyah çay örneklerinde yaş ağırlık üzerinden mineral madde miktarlarındaki (Al, Ca, Cu, Fe, Mn, Na, Zn) değişimler bu kısımda ele alınmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.3., Tablo 4.4.'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Siyah Çay Üretim Aşamalarındaki Mineral Madde Miktarları (mg/kg)

Analiz Parametreleri	Siyah Çay Üretim Aşamaları						
	YÇY	SG	SÇ	KG	KÇ	FÇ	KRÇ
Al	547.00	436.00	661.00	662.00	690.00	671.00	1852.00
Ca	1310.00	1297.00	1596.00	1890.00	1854.00	1742.00	4813.00
Cu	3.02	3.67	3.52	2.62	2.30	4.63	13.40
Fe	30.75	29.40	35.60	41.80	40.50	41.70	118.00
Mn	341.00	413.00	512.00	636.00	591.00	546.00	1394.00
Na	17.80	19.40	20.00	44.60	18.00	22.80	32.40
Zn	4.64	4.96	5.33	6.41	6.25	6.89	19.10

Tablo 4.4. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki Mineral Madde Miktarları (mg/kg)

Analiz Parametreleri	Tasnif Siyah Çaylar					
	BOP1A	BOP1A4	BOPF2	DUST1	DUST0	LİF
Al	1924.00	1909.00	1767.00	2113.00	2138.00	1360.00
Ca	5769.00	6010.00	6289.00	5844.00	5915.00	3713.00
Cu	6.17	12.60	14.80	8.72	11.50	7.26
Fe	161.00	136.00	214.00	228.00	218.00	101.00
Mn	1805.00	1458.00	1302.00	1584.00	1542.00	903.00
Na	48.60	60.60	34.90	53.70	51.00	45.10
Zn	19.30	21.30	21.90	22.50	22.30	14.90

4.3.1. Siyah Çay Üretim Aşamalarında Mineral Madde Miktarlarındaki Değişimler

Tablo 4.3.'ün incelenmesiyle görülebileceği gibi yaş çay yapraklarının yanısıra gerek işleme aşamalarındaki gerekse tasnif edilmemiş çay örneklerinde başlıca minerallerin sırasıyla kalsiyum, alüminyum ve mangan olduğu tespit edilmiştir.

Siyah çayın işlenmesi sırasında mineral madde miktarlarındaki meydana gelen değişimler incelendiğinde (Tablo 4.3); bakır (Cu) elementi dışında diğer tüm elementlerin miktarlarının

kıvrırma işlemi çıkışına (KÇ) kadar arttığı, bakır elementinin miktarının ise azaldığı belirlenmiştir. Soldurma işlemi girişinde (SG) 3.67 mg/kg düzeyinde olan bakır (Cu) miktarının soldurma çıkışı (SÇ), kıvrırma girişi (KG) ve kıvrırma çıkışında (KÇ) giderek azaldığı ve sırasıyla 3.52 mg/kg, 2.62 mg/kg ve 2.30 mg/kg düzeyinde olduğu saptanmıştır. Bakır içeriğinde meydana gelen bu %28.6 oranındaki azalmanın soldurma işlemi ile birlikte başlayan yapraklardaki solunum ve biyokimyasal reaksiyonlar rol oynayan birçok kritik enzimin düzgün çalışmasını sağlayan iz elementlerden biri olması ve bu aşamada yıkıma uğramasından kaynaklandığı kanısına varılmıştır.

Jabeen ve ark. (2015), yaş çay yapraklarından siyah çay üretiminin çeşitli aşamalarında mineral madde miktarlarını incelemiş ve araştırmamızda elde ettiğimiz bulgulara paralel olarak Al, Zn ve Mn miktarlarının arttığı belirlemiştir. Ancak, Jabeen ve ark. (2015) soldurma işlemi sırasında bakır (Cu) miktarında artış olduğunu belirtmelerine karşın araştırmamızda bakır (Cu) miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

Horuz ve ark. (2006), yeşil çay yapraklarında 3 farklı sürgün döneminin mineral madde kompozisyonuna olan etkileri ve ayrıca bitkinin topraktan alıp bünyesinde kullandığı besin maddelerinin miktarları hakkında yaptıkları bir çalışmada, yeşil yapraktaki N, P ve Fe miktarlarının ise 1. hasattan 2. ye geçişte azalma 2. den 3. ye geçişte ise artış gösterdiği belirlenmiştir. K, Ca, Mg, Zn ve Cu içeriği ise 2. hasatta artış, 3. hasatta azalma göstermiştir. Toprakten alınan minerallerin de hasat dönemi ilerledikçe azalma gösterdiği saptanmıştır (Horuz ve ark., 2006).

4.3.2. Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında Mineral Madde Miktarlarındaki Değişimler

Tasniflenmiş siyah çay örneklerinde mineral madde miktarlarındaki (Al, Ca, Cu, Fe, Mn, Na ve Zn) değişimler bu kısımda ele alınmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.4.'de verilmiştir.

Tasnifi yapılmış siyah çaylar (BOP1A, BOP1A4 ve BOPF2), çay tozları (DUST1 ve DUST0) ve lif örneklerinin içerdiği mineral madde miktarlarındaki değişimler incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir (Tablo 4.4.). Buna göre;

- **Alüminyum (Al):** Alüminyum miktarının siyah çay yapraklarının boyutu küçüldükçe azaldığı (BOP1A>BOP1A4>BOPF2), toz çayda ise partiküller küçüldükçe arttığı

(DUST1<DUST0), lifteki alüminyum miktarının ise gerek siyah çay yaprakları gerekse toz çaylara göre daha az olduğu,

- **Kalsiyum (Ca):** Kalsiyum miktarının siyah çay yapraklarının boyutu küçüldükçe arttığı (BOP1A<BOP1A4<BOPF2), toz çayda da partiküller küçüldükçe arttığı (DUST1<DUST0), lifteki kalsiyum miktarının ise gerek siyah çay yaprakları gerekse toz çaylara göre daha az olduğu,
- **Bakır (Cu):** Bakır miktarının siyah çay yapraklarının boyutu küçüldükçe arttığı (BOP1A<BOP1A4<BOPF2), toz çayda ise partiküller küçüldükçe arttığı (DUST1<DUST0), lifteki bakır miktarının ise gerek siyah çay yaprakları gerekse toz çaylara göre daha az olduğu,
- **Demir (Fe):** Demir miktarının siyah çay yapraklarında dalgalanma gösterdiği, toz çayda da partiküller küçülse de önemli bir farklılık göstermediği, lifteki demir miktarının ise gerek siyah çay yaprakları gerekse toz çaylara göre daha az olduğu,
- **Mangan (Mn):** Mangan miktarının siyah çay yapraklarının boyutu küçüldükçe azaldığı (BOP1A>BOP1A4>BOPF2), toz çayda da partiküller küçüldükçe mangan değerinin hemen hemen değişmediği, lifteki mangan miktarının ise gerek siyah çay yapraklara gerekse toz çaylara göre daha az olduğu,
- **Sodyum (Na):** Sodyum miktarının siyah çay yapraklarında dalgalanma gösterdiği, toz çayda da partiküller küçülse de önemli bir farklılık göstermemekle birlikte arttığı (DUST1>DUST0), lifteki sodyum miktarının ise gerek siyah çay yaprakları gerekse toz çaylara göre daha az olduğu,
- **Çinko (Zn):** Çinko miktarının siyah çay yapraklarının boyutu küçüldükçe arttığı (BOP1A<BOP1A4<BOPF2), toz çayda da partiküller küçüldükçe önemli bir değişiklik göstermediği, lifteki çinko miktarının ise gerek siyah çay yaprakları gerekse toz çaylara göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Turan ve ark. (2016) ÇAYKUR’da üretilen çaylarda yaptıkları bir çalışmada, yaş çay yapraklarının sürgün dönemine göre bakır miktarlarını iki yıl süreyle incelemişler ve yıllar

itibarıyla, 1. sürgün döneminde 9.75-12.69 mg/kg, 2. sürgün döneminde 9.36-15.78 mg/kg ve 3. sürgün döneminde ise 9.00-12.33 mg/kg olduğu saptanmıştır (Turan ve ark., 2016). Araştırmamızda bakır miktarları ile ilgili elde edilen değerler ile Turan ve ark. (2016) tarafından elde edilen değerler kıyaslandığında çalışmamızdaki yaş çay yapraklarının bakır değerlerinin çok daha düşük olduğu görülmüştür.

4.4. Ham Selüloz Değerindeki Değişimler

Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında ve tasniflenmiş siyah çay örneklerinde ham sellüloz değerlerindeki değişimler bu kısımda ele alınmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.5. ve Tablo 4.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.5. Siyah Çay Üretim Aşamalarındaki Ham Selüloz Oranları

Analiz Parametreleri	Siyah Çay Üretim Aşamaları						
	YÇY	SG	SÇ	KG	KÇ	FÇ	KRÇ
Ham Sellüloz (%)	5.00	4.57	4.65	6.24	6.25	4.94	14.49

Tablo4.6. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki Ham Selüloz Oranları

Analiz Parametreleri	Tasnif Siyah Çaylar						
	BOP1A	BOP1A4	BOPF2	DUST1	DUST0	LİF	
Ham Sellüloz (%)	18.56	13.32	12.68	8.27	21.64	26.27	

4.4.1 Siyah Çay Üretim Aşamalarında Ham Selüloz Değerindeki Değişimler

Tablo 4.5.'in incelenmesiyle görülebileceği gibi; siyah çay üretiminde kullanılan yaş çay yapraklarının (YÇY) ham sellüloz değerinin %5 ve kurutma çıkışında (KRÇ) ise ham sellüloz değerinin %14.49 olduğu belirlenmiştir. Siyah çay üretim aşamalarında ise ham sellüloz değerinde bir artış görünmekle birlikte bu artışta kurumadde miktarındaki artışın etkili olduğu görülmektedir.

Turan ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, siyah çay yapraklarının ham selüloz miktarının %12.20-23.82 arasında değiştiği ve ortalama %16.21 olduğu tespit edilmiştir. Araştırmamızda ise kurutma çıkışında tasnifi yapılmamış kuru siyah çay yaprağı örneklerinin ham sellüloz içeriğinin %14.49 olduğu ve Turan ark. (2016)'nın bulgularıyla benzer olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.5.).

Siyah ay üretiminde tasnif edilmemiş kuru siyah çayın ham sellüloz değerinin (KR) %14.49 ve Türk Gıda Kodeksi ay Tebliği (No: 2015/30)’nde en çok %16.5 olduğu belirtilen ham sellüloz değerinin altında olduğu da tespit edilmiştir.

Can tarafından 2018 yılında Ankara niversitesi’nde yapılan bir çalışmada; çay bitkisinin yaşlandıkça çay yapraklarının lignin ve hemisellüloz miktarının arttığı ve bu yapraklardan elde edilen çay ekstraktlarına geçemedikleri belirtmişlerdir. Lif yapısının olumsuz bir etkisinin bulunmadığını, ancak, çayda kaliteyi olumsuz etkilediği ve randımanı kötü etkilediği için kuru aydan ayrılmaları gerektiğine de dikkat çekmişlerdir (Can, 2018).

4.4.2 Tasniflenmiş Siyah ay Yapraklarında Ham Sellüloz Değerindeki Değişimler

Tablo 4.6.’nın incelenmesiyle görülebileceği gibi; tasnifi yapılmış siyah çaylarda ham sellüloz miktarının siyah çay yapraklarının boyutu küçüldükçe azaldığı ($BOP1A > BOP1A4 > BOPF2$), ay tozlarında ise partiküller küçüldükçe arttığı ($DUST1 < DUST0$) belirlenmiştir.

Siyah ay üretiminde tasnif edilmiş kuru siyah çay yapraklarının ($BOP1A$, $BOP1A4$ ve $BOPF2$) ham sellüloz değerinin Türk Gıda Kodeksi ay Tebliği (No: 2015/30)’nde en çok %16.5 olduğu belirtilen ham sellüloz değerinin altında olduğu da tespit edilmiştir (Tablo 4.6.). Toz aylarda ($DUST1$ ve $DUST0$) herhangi bir sınır değer bulunmamaktadır. ay tozlarından partikül büyüklüğü daha küçük olan $DUST0$ ’ın ham sellüloz değerinin (%8.27) $DUST1$ ’e göre (%21.64) 2.6 kat daha az olduğu da tespit edilmiştir (Tablo 4.6.).

Gürses (1982) tarafından yapılan bir çalışmada; çay yapraklarındaki ham selüloz oranlarının %8 ile 16 arasında değiştiğini tespit etmiş ve ülkemizde uygulanmakta olan 2.5 yaprak çay alımının ham sellüloz değerinin büyük oranda kodeks sınır değerlerine uygun olmasını sağladığı görüşünü belirtmiştir.

4.5. Kafein Miktarındaki Değişimler

Siyah ay üretiminin farklı aşamalarında ve tasniflenmiş siyah çay örneklerinde kafein değerlerindeki değişimler bu kısımda ele alınmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.7. ve Tablo 4.8.’da verilmiştir.

Tablo 4.7. Siyah ay retim Aşamalarındaki Kafein Miktarları

Analiz Parametreleri	Siyah Çay Üretim Aşamaları						
	YÇY	SG	SÇ	KG	KÇ	FÇ	KRÇ
Kafein (%)	0.31	0.38	0.53	0.50	0.52	0.58	1.52

Tablo 4.8. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki Kafein Miktarları

Analiz Parametreleri	Tasnif Siyah Çaylar						
	BOP1A	BOP1A4	BOPF2	DUST1	DUST0	LİF	
Kafein (%)	1.54	1.65	1.78	1.71	1.71	1.18	

4.5.1. Siyah Çay Üretim Aşamalarında Kafein Miktarındaki Değişimler

Tablo 4.7.'in incelenmesiyle görülebileceği gibi; siyah çay üretiminde kullanılan yaş çay yapraklarının (YÇY) kafein değerinin %0.31 ve kurutma çıkışında (KRÇ) ise kafein değerinin %1.52 olduğu belirlenmiştir. Siyah çay üretim aşamalarında ise soldurma çıkışından fermentasyon çıkışına kadar fazla bir değişiklik göstermemekle birlikte kafein miktarındaki hafif bir artış olduğu (%0.53-0.58) bu artışta kurumadde miktarındaki artışın etkili olduğu görülmektedir.

Kurutma çıkışında (KRÇ) elde edilen tasnif edilmemiş siyah çayın kafein miktarının (KRÇ) Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (No: 2015/30)'nde en az %1.6 olduğu belirtilen kafein değerinin altında olduğu ve bu açıdan kodeks değerlerine uygun olmadığı tespit edilmiştir. Bunun sebebinin siyah çay üretiminde kullanılan yaş çay yapraklarının temin edildiği yöreden ya da 3. sürgün döneminde temin edilen yaprakların kullanılmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Türkmen (2007)'de yaptığı bir çalışmada, siyah çay yapraklarındaki kafein miktarının %1.59-1.89 arasında değiştiğini saptamıştır.

4.5.2. Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında Kafein Miktarındaki Değişimler

Tablo 4.8.'in incelenmesiyle görülebileceği gibi; tasnifi yapılmış siyah çaylarda çay yapraklarının boyutu küçüldükçe kafein miktarının arttığı (BOP1A<BOP1A4<BOPF2), çay tozlarında ise partikül büyüklüğü farklılık gösterse de herhangi bir farklılığın olmadığı (DUST1=DUST0) belirlenmiştir.

Siyah çay üretiminde tasnif edilmiş kuru siyah çay yapraklarının (BOP1A, BOP1A4, BOPF2) kafein miktarının Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (No: 2015/30)'nde en az %1.6 olması gerektiği belirtilen kafein miktarı ile kıyaslandığında BOP1A'nın kafein miktarının kodekste belirtilen değerin altında olduğu, diğer siyah çayların (BOP1A4 ve BOPF2) ise kodekse uygun olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6.). Çay tozları (DUST1 ve DUST0) için kodekste herhangi bir sınır değeri bulunmamakla birlikte kafein miktarının kodekse uygun olduğu görülmektedir (Tablo 4.8.). Fernandez ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada da benzer şekilde, siyah çaylarda kafein seviyesinin %1 ile 3.5 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Fernandez ve ark., 1999).

4.6. TF/TR Oranındaki Değişimler

Bilindiği gibi, sekonder fenolik bileşikler yeşil çay filizinde bulunan primer fenolik maddelerin oksidasyonu ve polimerizasyonu ile oluşurlar. Siyah çay deminin rengi ve tadı tamamen bu sekonder fenolik maddelerce oluşturulur. Çay deminin niteliği üzerinde en etkin iki polifenol theaflavinler ve thearubijinlerdir (Altan, 1997).

Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında ve tasniflenmiş siyah çay örneklerinde theaflavin ve thearubijin oranlarındaki (TF/TR) değişimler bu kısımda ele alınmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.9. ve Tablo 4.10.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Siyah Çay Üretim Aşamalarındaki TF/TR Oranları

Analiz Parametreleri	Siyah Çay Üretim Aşamaları						
	YÇY	SG	SÇ	KG	KÇ	FÇ	KRÇ
TF/TR Oranı	0.00	0.00	1.30	1.90	2.00	3.60	0.00

4.6.1. Siyah Çay Üretim Aşamalarında TF/TR Oranındaki Değişimler

Tablo 4.9.'un incelenmesiyle görülebileceği gibi; siyah çay üretiminde kullanılan yaş çay yapraklarında (YÇY) theaflavin ve thearubijin bulunmadığı, siyah çay üretim aşamalarında ise primer sekonder bileşiklerin oksidasyonu ile birlikte theaflavin ve thearubijin oluşmaya başladığı ve dolayısıyla TF/TR oranının giderek arttığı (%0.00-3.60) belirlenmiştir.

Tablo 4.10. Tasniflenmiş Siyah Çay Numunelerindeki TF/TR Oranları

Analiz Parametreleri	Tasnif Siyah Çaylar					
	BOP1A	BOP1A4	BOPF2	DUST1	DUST0	LİF
TF/TR Oranı	2.60	3.60	3.10	3.20	4.70	4.20

Türkmen (2007), elde ettiğimiz bulgulara benzer şekilde siyah çay yapraklarında theaflavin miktarının %2.56-3.73, thearubijin miktarının ise %3.41-4.38 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

4.6.2. Tasniflenmiş Siyah Çay Yapraklarında TF/TR Oranındaki Değişimler

Tablo 4.10.'un incelenmesiyle görülebileceği gibi; tasnifi yapılmış siyah çaylarda çay yapraklarının boyutu küçüldükçe TF/TR oranının arttığı (BOP1A<BOP1A4>BOPF2), benzer şekilde çay tozlarında partikül büyüklüğü küçüldükçe TF/TR oranının arttığı (DUST1<DUST0) belirlenmiştir.

Tasnifi yapılmış siyah çaylarda çay yapraklarının boyutuna göre (BOP1A, BOP1A4 ve BOPF2) TF/TR oranının sırasıyla %2.60, %3.60 ve %3.10. çay tozlarında ise (DUST1 ve DUST0) %3.20 ve %4.70 olduğu tespit edilmiştir.

Türkmen (2007) tarafından yapılan çalışmada ise geleneksel metotla üretilen çaylarda theaflavin içeriği (% kurumadde) farklı örneklerde 0.32-0.65 arasında, thearubjin içeriği (% kurumadde) ise 8.06-14.67 arasında değiştiği saptanmıştır. CTC (Curling, Tearing, Crushing) yöntemiyle elde edilen çaylarda theaflavin içeriği (% kurumadde) 0.59-0.85 arasında, thearubjin içeriği (% kurumadde) ise 14.18-20.51 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Türkmen, 2007).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Siyah çay üretiminin farklı aşamalarında çayın bileşiminde oluşan değişimlerin incelendiği bu araştırmada, siyah çay üretiminde kullanılan yaş çay yapraklarının çaya işlenmesi sırasında uygulanan teknolojik işlemlere göre bileşiminde meydana gelen değişimler aşağıda kısaca özetlenmiştir. Buna göre;

- Yaş çay yapraklarının rutubet değerinin %76.19 olduğu ve kurutma çıkışında rutubet değerinin %6.97 düştüğü,
- Yaş çay yapraklarının toplam kül değerinin kurumadde esasına göre %1.27 (g/g) olduğu ve siyah çaya işlenmesi sırasında soldurma, kıvrırma ve fermentasyon aşamalarında giderek arttığı ve kurumadde esasına göre sırasıyla %1.49-1.62, %1.83-1.88 ve %1.91 (g/g) arasında değiştiği,
- Yaş çay yapraklarında en fazla bulunan minerallerin sırasıyla kalsiyum, alüminyum ve mangan olduğu,
- Yaş çay yapraklarının siyah çaya işlenmesi sırasında bakır elementi dışında diğer tüm mineral maddelerin miktarlarının fermentasyon aşamasına kadar kurumadde de ki değişime göre giderek arttığı, bakır elementinin ise miktarının azaldığı,
- Yaş çay yapraklarının ham sellüloz değerinin %5 (g/g) olduğu ve fermentasyon işleminden hemen önce ham sellüloz değerinin %14.49’a kadar yükseldiği,
- Yaş çay yapraklarının kafein değerinin %0.31 ve tasnifi yapılmamış kurutma çıkışındaki siyah çayların kafein değerinin ise %1.52 olduğu,
- Yaş çay yapraklarında theaflavin ve thearubijin bulunmadığı, siyah çay üretim aşamalarında ise primer sekonder bileşiklerin oksidasyonu ile birlikte theaflavin ve thearubijin oluşmaya başladığı ve dolayısıyla TF/TR oranının giderek arttığı (%0.00-3.60),

tespit edilmiştir.

Ayrıca, üretimi gerçekleştirilen tasniflenmiş siyah çay yapraklarında (BOP1A, BOP1A4 ve BOPF2) ve çay tozlarında (DUST1 ve DUST0);

- Siyah çay yapraklarının boyutunun ve çay tozlarının partikül büyüklüğünün çayın bazı kalite özellikleri üzerinde etkili olduğu,
- Çay yapraklarının boyutu ve çay tozlarının partikül büyüklüğü küçüldükçe lif içeriğindeki oransal azalma nedeniyle birçok özelliğin artış gösterdiği,
- Siyah çay yapraklarında belirlenen değerlerin (rutubet, kül, mineral madde, ham sellüloz, kafein ve TF/TR oranı) Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (TGK, 2015)'ne uygun sınır değerlerde olduğu

belirlenmiştir.

Bilindiği gibi; siyah çay Ülkemiz ekonomisi açısından önemli bir ürün olmakla birlikte, çok sevilen ve tüketilen bir geleneksel içeceğimizdir. Çayın duyuşal özellikleri yönüyle tercih edilen bir içecek olması yanında insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerinin de olduğunu gösteren araştırmaların yayınlanması toplumda çayın tüketimini daha da arttırmıştır. Bu sebeple;

- Çay üretiminde kullanılan çaylıkların bakımlarının düzenli bir şekilde yapılması,
- Sürgün dönemlerine göre hasadı yapılan çayların hızlı bir şekilde çay fabrikalarına taşınması ve bekletilmeksizin işlenmesi,
- Hasadı yapılan çayların bölgelere göre ayrı ayrı işlenmesi ve farklı yöreden gelen çayların birbiriyle karıştırılmaksızın çay üretiminde değerlendirilmesi,
- Çay üretim aşamalarında daha modern makine-ekipman sistemlerinin kullanılması,
- Çay üretiminin tüm aşamalarında çayın genel özelliklerinin sıkı takip edilmesi

üretilecek olan çayların kalitesinin daha da arttırılmasını sağlayacaktır.

Ayrıca, siyah çay üretiminin farklı aşamalarında çalışmamızdaki gibi birçok özelliğın daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesinin (polifenollerdeki ve mineral maddelerdeki değişimlerin vb.) yararlı olacağı kanısına varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Altan, A. (1997) Özel Gıdalar Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, 250s. Adana.
- Ashoor, S. H, Seperich., G. J., Monte.W. C., Welty, J. (1983). High Performance Liquid Chromatographic Determination of Caffeine Decaffeinated Coffe, Tea and Beverage products. *Journal of Association of Official Analytical Chemistis*, 66(3): 606-609.
- Batu, A. (2019). Gastronomi ve Molerküler Gastronomi Açısından Üzüm Pekmezi. Erişim Adresi: <https://aydingastronomy.aydin.edu.tr/wp-content/uploads/2020/01/20200104.pdf>.
- Besler, H. ve Fisunoğlu, M. (2012). Çay ve Sağlık İlişkisi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü Yayını. Erişim Adresi: <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/Beslenme-Bilgi-Serisi-2/cay-ve-saglik.pdf>.
- Biswas, K. P. (2006). Description of Tea Plant. In *Encyclopaedia of Medicinal Plants*. New Dehli: Dominant Publishers and Distributors, pp. 964-966.
- Cabrera, C., Artacho, R. ve Gimenez, R. (2006). Beneficial Effects of Green Tea. *Journal of The American College of Surgeons*, 25(2): 79-99.
- Can, Y. (2018). Siyah Çaylarda Sınıflandırmanın Aroma Bileşenleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Erişim Adresi: <https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12575/68831>.
- ÇAYKUR (2016). Çaykur Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çay Sektörü Raporu. Erişim <http://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/YayinDetay.aspx?ItemType=5&ItemId=221>
- ÇAYKUR (2018). Çaykur Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çay Sektörü Raporu. Erişim Adresi:<http://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/YayinDetay.aspx?ItemType=5&ItemId=542>.
- Çelik, F. (2006). Çay (*Camellia sinensis*) İçeriği, Sağlık Üzerindeki Koruyucu Etkisi ve Önerilen Tüketimi. Türkiye Klinikleri. *Journal of Medical Sciences*, 2006, 26:642-648.

- Elmas, C. ve Gezer, C. (2018). Çay Bitkisinin (*Camellia sinensis*) Bileşimi ve Sağlık Etkileri. *Akademik Gıda* 17(3): 417-428.
- FAO (2018). FAOSTAT - Statistics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome.
- Fernandez P. L., Martín, M. J., González, A. G. ve Pablos, F. (1999) . HPLC Determination of Catechins and Caffeine in Tea Differentiation of Green, Black and Instant Teas. *Analyst*, 125(3), 421-425.
- Gürses, Ö. (1982). Mamül Çaylarımızda Ham Selüloz Miktarları ve Ham Selüloz Açısından İrdelenmesi. *Gıda*, 7(6): 271-274 .
- Harbowy, M., Balentine, D., Davies, A., Cai, Y. (1997). Tea Chemistry. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 16(5): 415-480.
- 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.
- İlçi, F. (2015). Karadeniz Bölgesi Rize İli Çayeli İlçesi Yeşiltepe Köyünde Yeditepe Üniversitesi – Çaykur (Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü) İşbirliği İle Yürütülen 31.12.2014 Nolu Organik Çay Protokolü İle Organik Çay Yetiştiriciliği. Yeditepe Üniversitesi, 2015/1 No’lu Ar-ge raporu, 2015.
- Jabeen, S., Alam, S., Saleem, M., Ahmad, W., Bibi, R., Hamid, F., Shah, H. (2015). Withering Timings Affect The Total Free Amino Acids and Mineral Contents of Tea Leaves During Black Tea Manufacturing . *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8): 2411-2417.
- Jarald, E. E. ve Jarald, S. E. (2006). Medicinal Plants. New Dehli: CBSPublishers, p. 63.
- Jiang, H., Engelhart, U., Thrane, C., Maiwald, B., Stark, J. (2015). Determination of Flavonol Glycosides In Green Tea, Oolong Tea and Black Tea by UHPLC Compared to HPLC. *Food Chemistry*, 183: 30-35.
- Kaçar, B. (1991). Çay Analizleri. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü (ÇAYKUR), 331, Ankara.

- Khan, A., Mahmood., T. ve Akhtar, N. (2010). Morphology, Characteristics, and Medicinal Properties of Camellia Sinensis' Tea. *Journal of Medicinal Plants Research* . 4(19): 2028-2033.
- Laddi, A., Prakash, N., Sharma, S., Mondal, H., Kumar, A. ve Kapur, P. (2013). Significant Physical Attributes Affecting Quality of Indian Black (CTC) Tea. *Journal of Food Engineering* 113(1): 69–78.
- Luczaj, W. ve Skrzydlewska, E. (2004). Antioxidative Properties of Black Tea. *Preventive Medicine*, 40(6): 910-918.
- Ofluoglu, P. (2019) .Türkiye’de Farklı Yörelerde Yetiştirilen Yaş Çay Yapraklarından Yeşil Çay Üretimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Özdemir, F., Nadeem, H., Akdoğan, A., Dinçer, C. ve Topuz, A. (2018). Effect of Altitude, Shooting Period, and Tea Grade on The Catechins, Caffeine, Theaflavin, and Thearubigin of Turkish Black Tea. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42(5): 334-340.
- Ross, I. A. (2005). Tea Common Names and Its Uses. *In Medicinal Plants of the World*. 3 rd New Jersey: Humana Press, pp. 1-19.
- Sharangi, A. B. (2009). Medicinal and Therapeutic Potentialities of Tea (Camellia Sinensis L.) A review. *Food Research International* 42(5-6): 529-535.
- Sumpio, B. E., Cordova, A. C., Berke-Schlessel, D. W., Qin, F., Chen, Q.H. (2006). Green Tea, the “Asian Paradox”, and Cardiovascular Disease. *Journal of the American College of Surgeons*, 202(5): 813-825.
- TGK, (2015). Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (Tebliğ No: 2015/30) <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/06/20150617-4.htm>.
- TSE (1990a). TS 1562 ISO 1573 Çay- Rutubet Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.
- TSE (1990b). TS 1564 ISO 1575 Çay-Toplam Kül Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.
- TSE (1990c). TS1565 ISO 1576 Çay- Suda Çözünen Kül ve Suda Çözünmeyen Kül Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.

- TSE (1990d). TS 1567 ay- Suda özünen Külde Alkalilik Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.
- TSE (2001). TS 1566 ISO 1577 ay- Asitte özünmeyen Kül Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.
- TSE (2003). TS ISO 15598 ay Ham Lif İçeriğinin Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.
- Turan, A., Balcı, M., Taşkın, M. B., Kalcıoğlu, Z., Soba, M. R., Müezzinoğlu, N., Kaya, E. C., Özer, P., Kabaoğlu, A. ve Taban, S. (2016). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen ay Bitkisi (*Camellia sinensis* L.) Yaşlı Yapraklarının Su Ekstraktı, Toplam Kül, Toplam Polifenol, Kafein ve Ham Selüloz İçerikleri, *Toprak Su Dergisi*, 5(2): (52-58).
- Türkmen, N. (2007). Farklı Sınıf aylarda Kıvırma Proseslerinin ve Değışik Hasat Dönemlerinin ayın Fenolik Madde ve Alkaloid Bileşimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 131 sayfa, Ankara.
- Wang, H., Provan, G. J.ve Helliwell, K. (2000). Tea Flavonoids: Their Functions, Utilisation and Analysis. *Trends in Food Science and Technology*, 11(4-5): 152-160.
- Wang, Q., Dong, C. ve Huang, G. (2011). Quality and Safety Evaluation of Guangdong Chenxiang Tea-Guangdong Key Laboratory of Tea Resources Innovation and Utilization, Tea Research Institute. *Food Science*, 2011-17, China.
- Yılmaz, Y. (2006). Novel Uses of Catechins in Food. *Trends in Food Science and Technology*, 17(2): 64-71.

ÖZGEÇMİŞ

Şule PAN, 1977 yılında Adana’da doğdu. İlk, ortaokul ve lise öğrenimini Adana’da tamamladıktan sonra 1995 yılında yükseköğretime geçiş sınavını kazanarak Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünden 1999 yılında mezun oldu. 1999 Eylül ayından – 2013 Kasım’ına kadar Manisa’da hazır yemek sektörü ve yumurta firmalarında gerek üretim gerekse kalite departmanlarında özel sektörde Gıda Mühendisi olarak görev yaptıktan sonra 2013 yılında memleketi olan Adana’ya döndü. Adana’da Çukurova Üniversitesi ait Teknokent’de yer alan Adana ÜSAM da TÜBİTAK projesinde Endüstriyel Danışman olarak görev aldı. Günümüzde çalışma hayatına Adana’da sahip olduğu yetkinlikler doğrultusunda kendisini geliştirmeye devam ederek Kalite/Gıda Güvenliği konularında Endüstriyel Danışman, Eğitici ve Denetçi olarak devam etmektedir.

EKLER

Ek-1

Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliği (No: 2015/30)

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler⁽¹⁾

ÖZELLİKLER	DEĞERLER			
	Siyah çay	Siyah Çay (Süzen poşet)	Yeşil Çay	Yeşil çay (Süzen poşet)
Toplam Toz Çay Miktarı (g/g)(%) (Tanecik Boyutu ≤ 355 µ)	En çok 14	En çok 35	En çok 14	En çok 35
Okside Olmamış Parça (g/g) (%)	En çok 8	En çok 8	-	-
Toplam Kül (Kuru Maddede) (g/g) (%)	En az 4 - En çok 8	En az 4 - En çok 8	En az 4 - En çok 8	En az 4 - En çok 8
Su Ekstraktı ⁽²⁾ (Kuru Maddede) (g/g) (%)	En az 29	En az 32	En az 32	En az 32
Ham Selüloz (Kuru Maddede) (g/g) (%)	En çok 16,5	En çok 15,0	En çok 16,5	En çok 15,0
Suda Çözünen Külde Alkalilik (KOH Cinsinden) (Kuru Maddede) (%)	En az 1-En çok 3	En az 1-En çok 3	En az 1-En çok 3	En az 1-En çok 3
% 10'luk Hidroklorik Asitte Çözünmeyen Kül (Kuru Maddede) (g/g) (%)	En çok 1	En çok 1	En çok 1	En çok 1
Kafein (Kuru Maddede),(g/g) (%)	En az 1,6	En az 1,6	En az 1,6	En az 1,6
Suda Çözünen Kül (Toplam Küle Göre), (g/g) (%)	En az 45	En az 45	En az 45	En az 45
Nem Oranı (g/g) (%)	En çok 7	En çok 7	En çok 7	En çok 7
Toplam Polifenol (Kuru Maddede),(g/g) (%)	-	-	En az 11	En az 11
Toplam Kateşin (Kuru Maddede),(g/g) (%)	-	-	En az 7	En az 7

⁽¹⁾ : Ekte yer alan özellikler kafeinsiz siyah çay (kafein ve ekstrakt değerleri hariç) ve aromalı siyah ve yeşil çayı da kapsamaktadır.

⁽²⁾ : Kafeinsiz çaylarda ekstrakt miktarı Ek'te belirtilen değerlerden % 1,6 daha az olmalıdır.