

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

EL YAPIMI VE FABRİKA ÜRETİMİ SİYAH VE YEŞİL TÜRK ÇAYLARININ
FİZİKSEL KİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS

Cansu ESKİBAĞCI

TEMMUZ-2024
GÜMÜŞHANE



T.C.

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**EL YAPIMI VE FABRİKA ÜRETİMİ SİYAH VE YEŞİL TÜRK ÇAYLARININ
FİZİKSEL KİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

**COMPARASION OF HANDMADE AND FACTORY-PRODUCED BLACK AND
GREEN TURKISH TEAS IN TERMS OF PHIYSICAL CHEMICAL AND
SENSORY PROPERTIES**

YÜKSEK LİSANS

Cansu ESKİBAĞCI

**TEMMUZ-2024
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**EL YAPIMI VE FABRİKA ÜRETİMİ SİYAH VE YEŞİL TÜRK ÇAYLARININ
FİZİKSEL KİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

**COMPARASION OF HANDMADE AND FACTORY-PRODUCED BLACK AND
GREEN TURKISH TEAS IN TERMS OF PHIYSICAL CHEMICAL AND
SENSORY PROPERTIES**

YÜKSEK LİSANS

Cansu ESKİBAĞCI

Danışman: Prof. Dr. Bilge BAHAR

**TEMMUZ -2024
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**El Yapımı ve Fabrika Üretimi Siyah ve Yeşil Türk Çaylarının Fiziksel Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

08/07/2024

.....
Cansu ESKİBAĞCI

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasına 23.E3107.07.01 proje numaralı GÜBAP 2907 lisansüstü öğrenci destek programı ile destekleyen GÜBAP’a teşekkürlerimi sunarım. Öncelikle lisans eğitim yıllarımdan itibaren bilgisine ve eğitimciliğine hayranlık duyduğum, yüksek lisans vesilesiyle çalışma imkanı bulduğum sevgili hocam Prof.Dr. Bilge BAHAR’a ,laboratuvar çalışmalarında birebir yol göstericiliği ile katkılarda bulunan saygıdeğer hocam Prof.Dr. Cemalettin BALTACI’ya , çalışma sürecimde her zaman yanımda olan aileme ve eşime teşekkür ederim.

Cansu ESKİBAĞCI
GÜMÜŞHANE – 2024

ÖZET

Birbirinden farklı yöntemler kullanılarak üretilen çaylar, yeşil, siyah ve oolong çay olmak üzere üç gruba ayrılır. Son yıllarda beyaz çayda girmiştir. Yeşil çay okside olmamış çaydır, siyah çay okside bir çaydır, oolong çay ise yarı okside olmuş çaylardır. Yeşil çay üretimi yapılırken siyah çaydaki gibi oksidasyon aşamasından geçmediği için içerisinde uçucu yağ bileşikleri bulunmaz. Bu sebeple yeşil çayın aroması siyah çaya göre daha azdır. Dünyada üretilen ve tüketilen çayın %78'i siyah çay, %20'si yeşil çay ve %2'si ise oolong çaydır. Bu çaylar fabrika yapımı ve el yapımı çaylar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu iki farklı işleme arasındaki fiziksel ve kimyasal farklar genellikle mekanik proses ve oksidasyon aşamasından kaynaklanmaktadır. Çalışmada toplam fenolik madde yeşil çaylarda % 6.68-8.49 arasında iken, siyah çaylarda %3.24-8.49 arasındadır. Toplam kül miktarı ise siyah ve yeşil çaylarda %4.92-5.83 değerleri arasında değişim göstermiştir. Kafein miktarı %1.56-2.75 arasındadır. Nem oranı 5.84-10.87 arasındadır. Kuru madde 89.13-94.16 değerleri arasındadır. Su ekstraktı ise 24.58-35.80 değerleri arasındadır. Ham selüloz 9.93-16.06 değerleri arasındadır. %10 hidroklorik asitte çözünmeyen kül %0.30-0.84 değerleri arasındadır. Suda çözünen kül toplam kül %42.85-53.68 değerleri arasındadır. Suda çözünmeyen kül toplam kül değerleri %46.32-55.87 arasındadır. Suda çözünen külde alkalilik ise %1.27-2.22 değerleri arasındadır. Toplam toz çay %0.10-8.36 değerleri arasındadır.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal Özellikler, Siyah Çay, Yeşil Çay, Oolong Çay, Kalite

SUMMARY

Teas produced using different methods are divided into three groups: green, black and oolong tea. In recent years, white tea has also entered. Green tea is an unoxidized tea, black tea is an oxidized tea, and oolong tea is a semi-oxidized tea. While green tea is produced, it does not go through the oxidation stage as in black tea, so it does not contain volatile oil compounds. For this reason, green tea has less flavor than black tea. 78% of the tea produced and consumed in the world is black tea, 20% is green tea and 2% is oolong tea.

These teas are divided into two: factory-made and hand-made teas. The physical and chemical differences between these two different processes generally arise from the mechanical process and oxidation stage. In the study, while total phenolic substance was between 6.68-8.49% in green teas, it was between 3.24-8.49% in black teas. The total amount of ash varied between 4.92-5.83% in black and green teas. The amount of caffeine is between 1.56-2.75%. Humidity rate is between 5.84-10.87. Dry matter values are between 89.13-94.16. Water extract values are between 24.58-35.80. Crude fiber values are between 9.93-16.06. Ash insoluble in 10% hydrochloric acid is between 0.30-0.84%. Water-soluble ash is between 42.85-53.68% of total ash. The total ash values of water-insoluble ash are between 46.32-55.87%. The alkalinity of ash dissolved in water is between 1.27-2.22%. Total powder tea values are between 0.10-8.36%.

Keywords: Chemical properties , black tea, green tea, oolong tea, quality

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
EKLER DİZİNİ.....	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çayın Bileşenleri.....	4
1.2.1. Enzimler	4
1.2.1.1. Polifenol Oksidaz.....	4
1.2.1.2. Peroksidaz	4
1.2.1.3. Dehidroshikimat Redüktaz.....	5
1.2.1.4. Fenilalanin Amonyak Liyaz.....	5
1.2.1.5. Peptidaz.....	5
1.2.1.6. Leusin-A-Ketoglutararat Transminaz	5
1.2.1.6. Klorofilas	5
1.2.1.7. Pektin Metilesteraz.....	5
1.2.1.8. Alkol Dehidrogenaz	5
1.2.2. Polifenoller.....	6
1.2.3. Alkaloidler.....	6
1.2.4. Azotlu Bileşikler	6
1.2.5. Karbonhidratlar	6
1.2.6. Klorofil ve Öteki Pigmentler.....	7
1.2.7. Vitaminler	7
1.2.8. Mineral Maddeler.....	7
1.3. Çay Üretim Aşamaları.....	8
1.3.1. Fabrika Üretimi Siyah Çay Üretim Aşamaları.....	8

1.3.1.1. Soldurma Aşaması	8
1.3.1.3. Oksidasyon (Fermentasyon)	8
1.3.1.4. Kurutma	8
1.3.2. Elde Üretim Siyah Çay Üretim Aşamaları.....	8
1.3.2.1. Soldurma	8
1.3.2.2. Kıvrırma	9
1.3.2.2. Oksidasyon (fermentasyon)	9
1.3.2.3. Kurutma	9
1.3.3 Fabrika Üretimi Yeşil Çay Üretim Aşamaları	9
1.5. Çalışmanın Amacı.....	10
1.6. Çalışmanın Kapsamı	10
2.MATERYAL VE METOT	11
2.1. Cihazlar	11
2.2. Deneysel Çalışmada Kullanılmış Olan Kimyasallar.....	11
2.3. Çözeltilerin Hazırlanması	11
2.4. Fabrikada ve Elde Üretilen Siyah ve Yeşil Çayların Fiziksel, Kimyasal Fonksiyonel Analiz Çalışmaları.....	11
2.4.1. Rutubet Tayini.....	12
2.4.2. Su Ekstraktı Tayini.....	13
2.4.3. Kül Tayini	13
2.4.4. Suda Çözünen ve Suda Çözünmeyen Kül Tayini	14
2.4.6. Suda Çözünen Külde Alkalilik	16
2.4.7. Ham Selüloz Tayini	16
2.4.8.Kafein Tayini	17
2.4.9.Toplam polifenol tayini.....	19
2.5. Duyusal Analiz.....	20
2.6. Kateşinlerin İçeriği Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile Analizi	21
2.7. Verilerin Değerlendirilmesi	22
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	23
3.1. % Nem ve % Kuru Madde Analizi	23
3.2. % Toplam Kül (KM) Analiz Sonuçları.....	27
3.3. % Su Ekstraktı (KM) Analiz Sonuçları	29
3.4.% Ham Selüloz (KM) Analiz Sonuçları.....	30
3.5. %10 HCl Çözünmeyen Kül (KM) Analiz Sonuçları.....	33
3.6. % Suda Çözünen ve Çözünmeyen Kül (Toplam Küle Göre) Analiz Sonuçları	35

3.7. Suda Çözünen Külde Alkalilik (KOH Cins. Kuru Maddede) Analiz Sonuçları.....	37
3.8. % Kafein Analiz Sonuçları	39
3.9. % Toplam Polifenol Analiz Sonuçları	41
3.10. % Toplam Toz Çay Analiz Sonuçları	42
3.11. Duyusal Analiz Sonuçları	43
3.12. Toplam Kateşin Analiz Sonuçları	46
3.13. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçlarının PCA Analizi	48
4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	52
KAYNAKÇA	54
EKLER DİZİNİ	57
ÖZGEÇMİŞ	58



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo.1 El yapımı ve fabrika yapımı çay numunelerinin kodlanması	12
Tablo 2. Duyusal analiz puanlama tablosu	20
Tablo 2. Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	26
Tablo 3. Fiziksel, kimyasal, toplam fenolik analiz sonuçlarına ait korelasyonlar	32
Tablo 4. Yeşil çayda kalite derecesi.....	44
Tablo 5. Siyah çayda dem rengine göre puanlamalar	45
Tablo 6. Siyah çayda görüntü kalitesi ve homojenliğine göre puanlamalar	46
Tablo 7. Toplam kateşin analiz sonuçları (% KM' de).....	47
Tablo 8. PCA yükleme ve skor tablosu.....	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Fabrikada ve elde üretilen siyah ve yeşil çayların numuneleri	11
Şekil 2. Rutubet analizinde numunelerin etüve yerleştirilmesi.....	12
Şekil 3. Ekstraksiyon numunelerinin ocakta kaynatılması	13
Şekil 5. Suda çözünen ve çözünmeyen kül analizi	15
Şekil 6. Asitte çözünmeyen kül yıkama işlemi.	15
Şekil 6. Suda çözünen külde alkalilik tayini	16
Şekil 7. Selüloz tayini	17
Şekil 9. Kafein analizinde suda çözünen ekstrakt süzöntüsü	18
Şekil 10. Polifenol tayini berrak kısmın süzöntü ile ayrılması.	19
Şekil 11: Toplam polifenol analizi kalibrasyon grafiği	19
Şekil 12. Duyusal analiz tadım aşaması.....	20
Şekil 13. Gallik asit (a) ve EGC (b) kalibrasyon eğrileri	21
Şekil 14. Kateşin (a) ve kafein (b) kalibrasyon eğrileri	22
Şekil 15. Epikateşin (a) ve EGCG (b) kalibrasyon eğrileri.....	22
Şekil 16. ECG kalibrasyon eğrisi	22
Şekil 17. Nem oranı sütun grafikleri	25
Şekil 18. Kuru madde oranı sütun grafikleri	25
Şekil 19. Toplam kül oranı sütun grafikleri	27
Şekil 20. Su ekstraktı sütun grafikleri	29
Şekil 21. Ham selüloz oranı sütun grafikleri.....	31
Şekil 22. %10 HCl'de çözünmeyen kül oranı sütun grafikleri	34
Şekil 23. Suda çözünen kül oranı (toplam küle göre) sütun grafikleri.....	35
Şekil 24. Suda çözünmeyen kül oranı (toplam küle göre) sütun grafikleri.....	37
Şekil 25. Suda çözünen külde alkalilik oranı sütun grafikleri	38
Şekil 26. Kafein oranı sütun grafikleri	39
Şekil 27. Toplam polifenol sütun grafikleri	41
Şekil 28. Toplam toz çay oranı sütun grafikleri	43
Şekil 29. Toplam kateşin sütun grafikleri	48
Şekil 30. PCA grafiği	49

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Kateşin standartları HPLC pikleri	57
---	----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
g	: Gram
kcal	: Kilo kalori
kg	: Kilogram
Mg	: Miligram
NaCl	: Sodyum Klorür
N ₂	: Azot (Nitrojen)
pH	: Hidrojenin Gücü
AGA	: Antigliadin antikorları
TGA	: Transglutaminaz antikorları
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
aw	: Su aktivitesi
WHO	: Dünya sağlık örgütü
DPPH	: Serbest radikal temizleme aktivitesi tayini
TFKL	: Toplam Flavanoid Madde
TFK	: Toplam Fenolik Madde
TAK	: Toplam Antioksidan Madde
%	: Yüzde
Cc	: Santimetre küp
mL	: Mililitre
vd	: Ve diğerleri
N	: Normalite
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
µl	: Mikrolitre
MP-AES	: Mikroplazma atomik emisyon spektrometresi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Çay, lezzetli ve şifalı özellikleriyle sosyal ve kültürel bir rol oynayan, üstün niteliklere sahip olduğu kabul edilen bir içecektir. Modern toplumların mutfaklarında kendine yer bulan çay, bazı toplumlarda mistik bir öneme sahip olmuştur. Diğer yandan, bazı toplumlar çayla oldukça geç tanışmıştır. Çayın tarihi, toplumsal ve kültürel değişimin bir parçasıdır. Bazı kaynaklara göre, çayın ilk kez birinci yüzyılda Çin'de kullanıldığı belirtilmiştir. Budist Asya'da yaygınlaşan çay, VIII-X. yüzyıllar arasında Çin, Tibet ve Japonya'da ihracat ürünü olarak popülerlik kazanmıştır. Zamanla Müslüman ve Hristiyan topluluklar arasında da yaygınlaşan çay, Orta Asya'ya kadar ulaşmıştır (Abaşın, 2020).

Seyyah A. Oleriya, Orta Asya'daki seyahatlerinde çaydan ilk kez bahseden kişidir. Seyyah, 1630 yılında İsfahan başkentinde çay bitkisini keşfetmiş ve "Tzai Chattai Chane" adlı eserinde çeşitli tanımlamalarla anlatmıştır. "Meyhanelerde sıcak yabancı bir su, siyah su, bitkilerin kaynatılması sonucu elde edilen su" ifadeleriyle çayı tarif etmiştir (Abaşın S, 2020). Türkiye'de çay bitkisinin yetiştirilmesine yönelik ilk denemelerin 1888 yılında yapıldığı bilinmektedir. Bursa ilinin ekolojik koşullarının çay üretimine uygun olmadığı ve bu durumun o zamanlar bilinmediği için, çay üretimi girişimleri başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Ancak, çay içme alışkanlığının halk arasında hızla yaygınlaşmasıyla Türkiye'de çay yetiştirilmesi sürekli olarak gündeme gelmiştir. Türkiye'de çay tarımına yönelik girişimler 1917 yılından itibaren gelişmeye başlamıştır (Kaçar, 1987).

Ali Rıza Erten'in sunduğu rapora göre, Doğu Karadeniz kıyılarında çay bitkisinin yetiştirilebileceği belirtilmiştir. 6 Şubat 1924 tarihinde, Rize Vilayeti ve Borçka Kazası'nda findık, portakal, mandalina, limon ve çay yetiştirilmesine dair bir kanun kabul edilmiştir. Bu amaçla Rize'de bir bahçe kültürleri organizasyonu kurulmuştur. İşleri organize etmek üzere Ziraat Umum Müfettişi Zihni Derin görevlendirilmiştir. Bölgede çay tarımının gelişmesi ve çay sanayinin kurulması ve geliştirilmesindeki olağanüstü hizmetlerinden ötürü Zihni Derin Türkiye'de çayın babası olarak anılmaktadır (Kaçar, 1987).

Çay bitkisi (*Cammelia Sinensis*), yaprak dökmeyen bir bitki türüdür. Hem yaz hem de kış aylarında yaprakları bulunur. Yeterli sıcaklık ve nemin olduğu yerlerde, örneğin Güney Hindistan, Sri Lanka, Cava, Sumatra ve Kenya'da, yıl boyunca sürgün gelişimi

devam eder. Sıcaklık ve nemde mevsimsel farklılıkların yaşandığı yerlerde ve ülkemizde sürgün gelişimi kesintili olur. Soğuk mevsim boyunca çay bitkisi dinlenme döneminde. Çay yaprağının kimyasal ve biyokimyasal yapısı oldukça karmaşıktır (Kaçar, 1987).

Çay bitkisinin tomurcukları, genç ve olgun yaprakları ve diğer organlarındaki madde içeriği farklılık göstermektedir (Kaçar, 1987). Çay bitkilerinin kök sistemi tarafından salgılanan organik asitlerin türleri ve içerikleri oldukça çeşitlidir. Bunu etkileyen faktörler arasında çeşitler, mevsimler, ışık koşulları, toprak pH'ı vb. yer alır. Kökler tarafından salgılanan organik asitler, besinlerin emilimi ve çay bitkilerinin normal büyümesi için büyük önem taşır (Chen vd. 2023).

Günümüzde ticari olarak üretilen üç ana çay tipi bulunmaktadır: siyah, yeşil ve oolong çayları (Tosun ve Karadeniz, 2005). Çeşitli çay türleri, fermentasyon derecesine göre sınıflandırılır: Fermentasyon veya oksidasyon olmadan üretilen yeşil çay, hafif fermente edilen beyaz çay, yarı fermente oolong çay ve tamamen fermente ve oksitlenmiş siyah çay olarak beşe ayrılır (Assad ve ark., 2023). Yeşil çayın üretimi, polifenol oksidaz ve diğer oksidasyon enzimlerini inaktif hale getirmek için yüksek sıcaklık veya buharla şok soldurma, kıvrırma ve kurutma işlemlerini içerir; siyah çayın üretimi soldurma, kıvrırma, enzimatik oksidasyon ve kurutma aşamalarından oluşur; oolong çayın üretimi ise hafif soldurma, hafif kıvrırma, kısmi enzimatik oksidasyon ve kurutma işlemlerini kapsar.

Çay yapraklarının bileşimi, klimatolojik, kültürel ve genetik faktörlere bağlıdır. Çaydaki fenollerin miktarı, diğer bileşenlere kıyasla oldukça yüksektir. Çay yaprağındaki polifenollerin yaklaşık üçte ikisini flavanoller oluşturur ve bunların %60-70'i (-)-epigallokateşin-3-gallat'tır. Siyah çayın işlenmesi sırasında flavanol içeriği azalır ve oksidasyon sonucu flavanollerden teaflavinler ve tearubiginler gibi ikincil polifenoller oluşur. İşleme yöntemine göre, çayın fenolik madde miktarı ve içeriği değişir. Örneğin, siyah çay kuru maddede %3-10, oolong çay %8-20, yeşil çay ise %30-42 oranında toplam flavanol içerir. Flavanoller içeren flavonoidler, serbest radikalleri temizleme, güçlü antioksidan özellikleri, hidrolitik ve oksidatif enzimleri (fosfolipaz A2, sitokrom oksijenaz, lipoksijenaz) inhibe etme ve iltihap önleyici aktivitelere sahiptir (Atınç vd., 2018).

Çay flavanollerinin antioksidan kapasitesi, hidroksil gruplarının sayısına, bağlanma yerlerine ve galloil bileşenlerin varlığına göre değişir (Tosun İ., Karadeniz, B. 2005). Çay, sağlık için birçok fayda sunan bir bitkidir ve farmakolojik olarak aktif moleküller açısından zengindir. Aktif bileşenler arasında polifenoller öne çıkar (Khan ve

Mukhtar, 2018). Çayın antioksidan etkinliği, içerdiği fenolik bileşenler tarafından belirlenir.

Araştırmalar, diyetle alınan antioksidanların %35-45'inin çay flavonoidlerinden geldiğini göstermiştir. Demleme sırasında sıcaklık arttıkça, çaydan geçen antioksidan miktarı da artmaktadır. Yaş aralığı 65-84 yaş olan 805 erkek üzerinde yapılan bir çalışmada, günlük flavonoid alımının ortalama 25.9 mg olduğu ve bunun %61'inin çay tüketimi ile sağlandığı belirlenmiştir. Günde ortalama 23 mg flavonoid alımının %48'i çaydan gelmektedir. ABD'de kişi başına günlük çay tüketimi 1 g/gün'dür. Bu tüketimle, 200-300 mg/gün flavonoid alınmakta ve bu miktar, günlük önerilen C ve E vitaminleri ile β -karoten toplamı (70 mg/gün)'dan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, çayın güçlü bir antioksidan kaynağı olduğunu ortaya koymaktadır (Tosun ve Karadeniz, 2005).

Çay tüketimi ülkeden ülkeye değişiklik gösterir. Kuzey İrlanda'da yıllık kişi başı çay tüketimi 3.16 kg (günlük yaklaşık 8.7 g), İngiltere'de 2.53 kg (günlük yaklaşık 7 g), Türkiye'de ise 2.25 kg (günlük yaklaşık 6.2 g) olarak bilinir. Çay, diyetimizdeki birçok fenolik bileşeni sağlayan bir içecektir. Çayın antioksidan aktivitesi üzerine birçok araştırma yapılmıştır ve bu çalışmalar, yeşil çayın diğer içeceklere kıyasla fenolik bileşenler açısından daha zengin olduğunu ve daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, siyah çaya kıyasla daha güçlü antioksidan özelliklere sahip olan yeşil çay ekstraktlarının, zincir kırma aktivitesi ve aktif oksijenleri yok etme kapasitesi de daha yüksektir (Tosun ve Karadeniz, 2005).

Çay, üretim yöntemlerine göre yeşil, siyah ve oolong olmak üzere üç ana kategoriye ayrılır. Yeşil çay fermente edilmezken, siyah çay tamamen, oolong çay ise kısmen fermente edilir. Oksidasyon işlemi görmeyen yeşil çay, siyah çaydaki gibi uçucu yağ bileşenlerini içermez ve bu yüzden daha az aromatiktir. Çayın canlandırıcı etkisi kafeinden, buruk lezzeti ve rengi tanenlerden, kokusu ise uçucu yağlardan gelir. Tanen içeriği nedeniyle, alkaloid zehirlenmelerinde antidot olarak kullanılır. Ayrıca, vücut ısısını artırıcı ve susuzluğu giderici özelliklere sahiptir. Ayrıca, düzenli çay tüketiminin koroner kalp hastalıkları ve tümör oluşumunu azalttığı belirtilmektedir.

Araştırmalar, yeşil ve siyah çayların güçlü antioksidanlar olduğunu göstermektedir. Günlük önerilen doz, 300-400 mg polifenol, yani yaklaşık 3 fincan yeşil çaya eşdeğerdir. Ancak, aşırı tüketiminin yan etkileri de bulunmaktadır; bunlar arasında uykusuzluk, folik asit emiliminin inhibe edilmesi, hepatotoksisite ve nefrotoksisite sayılabilir.

Çay tadımı, çayologlar tarafından gerçekleştirilir. Bu uzmanlar, çayın demini, posasını, görünümünü ve kokusunu değerlendirerek kalitesi hakkında bilgi edinirler. Kaliteli kuru siyah çay kötü bir koku içermemeli; çay parçacıkları eşit boyutta ve koyu

renkli olmalı; toz, iplik parçaları gibi yabancı maddeler içermemeli; yapraklar düz olmaktan ziyade kıvrımlı, bükülmüş ve parlak olmalı; uzaktan bakıldığında renk, boyut ve genel görünümde bir bozukluk olmamalıdır. Demlikteki posa, beyaz bir zemin üzerine yayıldığında ve kaşığın tersiyle bastırılarak suyu alındığında, içindeki her parça daha net görülebilir. Bu posanın rengi parlak bakır olmalı, yeşil veya siyah parçacıklar bulunmamalıdır. Bardakta servise hazır çayın üç özelliği bulunur: Rengi parlak, canlı, berrak ve keskin olmalı; çok koyu kırmızı olmamalıdır (Aykaç vd., 2014).

Aroma: Koklandığında, çaya has belirgin ve hoş bir çiçek kokusu olmalıdır. Lezzet: Kaliteli bir çay, buruk, hafif ekşi ve zarif bir acılık içerir. Bu burukluk, ağızda kuruluk hissi uyandırır (Aykaç ve diğerleri, 2014). Sonuç olarak, çay hem dünyada hem de ülkemizde en çok tercih edilen içecekler arasındadır. Ayrıca, yıllık kişi başı çay tüketimi 3,4 kilografa ulaşmıştır ve her gün artan üretim ve tüketim ile kaliteli çayın önemi daha da artmıştır. Daha önce belirtildiği üzere, satın alınan kuru çayın fiziksel özellikleri, demlendikten sonra elde edilen renk, aroma ve lezzet, ve demlikte kalan çay posasının görünümü, çayın kalitesi hakkında bilgi sağlar. Lezzetli bir çayın yanı sıra, suyun özellikleri ve kaynama süresi de önemlidir (Aykaç vd., 2014).

1.2. Çayın Bileşenleri

1.2.1. Enzimler

1.2.1.1. Polifenol Oksidaz

Çay yaprağında bulunan polifenol oksidaz enzimi siyah çayı işlemede en önemli görevi yapar. Bu enzim % 0.32 bakır içerir. Çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarında polifenol oksidaz aktivesi farklıdır. Olgun çay yapraklarında polifenol oksidaz enziminin aktivitesi genç yapraklara göre %70 daha azdır. Çay yaprağında polifenol oksidaz enziminin bulunma biçimi ve yeri araştırılmış; sonuç, enzimin bağımlı bir şekilde bulunduğunu göstermiştir (Kaçar, 1987).

1.2.1.2. Peroksidaz

Peroksidaz enziminin çay bitkisinde bulunduğu 1950'li yılların başında yapılan araştırmalarla bulunmuştur. Peroksidaz enzim aktivitesi siyah çay işlenmesi sırasında artmaktadır (Kaçar, 1987).

1.2.1.3. Dehidroshikimat Redüktaz

Dehidroshikimat redüktaz enzimi çay bitkisinin yaprağında bulunduğunu Sanderson keşfetmiş ve olan enzim aktivitesinin genç yapraklarda daha çok olduğunu keşfetmiştir (Kaçar, 1987).

1.2.1.4. Fenilalanin Amonyak Liyaz

Bu enimin aktivitesi çayın çeşidine, yaprağın yaşına, gölgelenme durumuna göre değişir. Enzim aktivitesi siyah çaya işlemeye uygun çay bitkisi çeşitlerinde yeşil çaya işlemeye uygun olanlara oranla daha fazladır. Kateşin kapsamı ile aktivitesini olumlu yönde etkileyen fenilalaninin amonyak liyaz, polifenollerin biyosentezinde de önemli görev yapmaktadır(Kaçar, 1987).

1.2.1.5. Peptidaz

Peptidaz aktivitesi çay bitkisinin sürgün uçlarında rastlanmıştır. Bu enzim siyah çaya siyah çaya işlemenin soldurma aşamasında proteinlerin aminoasitlere parçalanmasında görev yapmaktadır (Kaçar, 1987).

1.2.1.6. Leusin-A-Ketoglutararat Transminaz

Bu enzim çay yaprağında bulunur. Enzim çaya koku veren uçucu bileşiklerin biyosentezinde görev yaptığını göstermiştir (Kaçar, 1987).

1.2.1.6. Klorofilas

Enzimin aktivitesi mevsime bağlı olarak değişmektedir.Enzim aktivitesi çay yaprağının klorofil kapsamı ile ters orantılıdır (Kaçar, 1987).

1.2.1.7. Pektin Metilesteraz

Pektin metilesteraz enzimi pektin maddesinin dimetilizasyonu sonucunda pektik asidi oluşturur. Pektik asit ise oksijen difüzyonunun olmasını engelleyip bulunduğu ortamdaki yükseltgenme tepkimelerini olumsuz etkiler. Pektin metilesteraz aktivitesi polifenoller gibi polifenollerin oksidasyon ürünleri tarafından da önemli ölçüde geriler (Kaçar, 1987).

1.2.1.8. Alkol Dehidrogenaz

Çay bitkisinde aroma oluşumunu sağlayan enzimdir (Kaçar, 1987).

1.2.2. Polifenoller

Çay yaprağındaki en önemli bileşiklerden biridir polifenoller. Çay işlenirken bir takım değişikliklere uğrar ve çayın farklı özellikler kazanmasını sağlar. Çay bitkisinin yapısında bulunan polifenoller gallik asit ve kateşin türevidir. Siyah çayın işlenmesinde flavanoller, polifenol oksidaz ile yükseltgenerek siyah çayın rengini ve çeşitli özelliklerini kazanmasına sebep olur. Yeşil çay üretiminde ise polifenol oksidaz enzimi ile sıcak buharla ya da kuru sıcakla parçalanarak flavanollerin yükseltgenmeleri engellenir. Bu nedenle siyah çay ve yeşil çayın en önemli farklılığı üretilen çayda bulunan polifenollerin nitelik ve niceliklerindeki ayırmadan ortaya çıkmaktadır. Çay bitkisinde genç yapraktaki polifenol yaşlı yapraktaki miktardan fazladır (Kaçar, 1987).

1.2.3. Alkaloidler

Çay içerdiği alkaloid bakımından önemlidir. Alkaloid madde olarak bilinen kafein, teobromin ve teofilin pürin türevidir. Pürin ise nükleoproteinlerin en önemli yapı taşıdır. Çay yapraklarından izole edilen arı kafein, tadı acı kristal bir maddedir. Çay bitkisinin kafein kapsamı yaprak yaşı artıkça azalır. Yaşlı yaprakta ve saptaki kafein miktarı çok azdır. Siyah çay işleme aşamalarından biri olan soldurmada kafein miktarı artar. Bu sebeple kuru madde ilkesine göre siyah çayın kafein miktarı yeşil çaydan fazladır. Kafein beyin dahil vücuttaki tüm kılcalları önemli ölçüde genişletir. İnsanların canlılık kazanmasını sağlar. Çay bilinenin aksine midede asitlik yaratmaz, gaz yapmaz, hazımsızlığa neden olmaz (Kaçar, 1987).

1.2.4. Azotlu Bileşikler

Çay yapraklarındaki azot miktarı durağandır. Çay bitkisinde azot miktarı %4.5 civarındır. Çaylardaki azot miktarı %2.5 un altına düşünce azot noksanlığı oluşur. Çay yaprağı farklı sürgün dönemlerinde incelenmiş ve birinci sürgünden üçüncü sürgüne doğru azot miktarı azalmıştır. Çayda bulunan azotun 1/4 ü kafeine 3/4 ü proteine bağlıdır. Çay bitkisinde proteinler büyük önem taşır. Çay bitkisi yüksek protein taşıyorsa işleme sırasında protein ve polifenoller arasındaki tepkime sonucu suda çözünmeyen bileşikler oluşur. Bu durum siyah çayın niteliksiz olmasına neden olur (Kaçar, 1987).

1.2.5. Karbonhidratlar

Diğer bir bitkiler gibi çay bitkisi de basit şekerlerden kompleks polisakkaritlere selüloza ve hemiselüloza değin bütün şekerleri içerir. Yeşil çay yaprağının çaya işlenmesi sırasında sakkaroz miktarı azalır. Siyah çayda ise glikoz ve früktoz miktarı artar. Çaya işleme

sırasında özdeş koku hissedilir.Bu nedenle basit karbonhidratların çayın aromasına olumlu etkisi olur.Nişasta çayın temel polisakaritidir ve en çok kökte bulunur. Ancak lif oluşturmaları sebebiyle çayın işlenmesinde randımanı düşürür, görünümü bozar ve sorunlara yol açar (Kaçar, 1987).

1.2.6. Klorofil ve Öteki Pigmentler

Çay bitkisi öteki yeşil bitkiler gibi, karoten ve ksantofil ile birlikte klorofil de içerir. Yaz aylarına göre çaybitkisi, ilkbaharda daha fazla klorofille sahiptir.Yaşlı yaprakların klorofil kapsamları genç yapraklarınkine oranla daha yüksektir. Klorofil klorofilaz enzimi ile klorofillide dönüşür ve Mg'nin ayrılmasıyla da fioforbid oluşur. Klorofilden doğrudan Mg un ayrılmasıyla da fiofitin oluşur. Bu oluşum siyah çayın daha iyi görünümü olmasını sağlar (Kaçar, 1987).

1.2.7. Vitaminler

Çayın fizyolojik etkiliğini oluştururlar.Yeşil çay yapraklarında C vitamini bulunur. Limon ve portakal suyundan 3-5 kat daha fazla C vitamini vardır.Siyah çay üretiminde fermentasyon ve fırınlama aşamalarında önemli ölçüde azalır. Yeşil çayın C vitamini miktarı siyah çaya oranla daha fazladır. C vitaminin yanında K, B, tiamin, riboflavin, nikotinik asit ve pantotenik asit bulunur (Kaçar, 1987).

1.2.8. Mineral Maddeler

Mineral maddeler çayın gelişiminde önemli rol oynar. Çayın niteliği kül miktarına göre değişir. Miktar artıkkça nitelik artar. Çay yaprağında fosfor organik ve inorganik bileşikler halinde bulunur ve proteinlerde, nükleoproteinlerde ve öteki fizyolojik önem taşıyan bileşikler bulunur. Genç çay yapraklarında yaşlı yapraklara göre fosfor daha fazladır. Bir diğer önemli element potasyumdur. Bitkinin su düzeni ve fotosentezinde büyük rol oynar. Mg ise karbonhidrat mekanizmasında rol oynar. Fe ise protein metabolizmasında görev alır. Mn, çay bitkisinde klorofil oluşumuna katkı sağlar. Zn, çay bitkisinde metabolik işlevin düzenli olmasını sağlar. Br, protein sentezi, karbonhidrat mekanizması ve karbonhidratların taşınmasında etkilidir. Cu ise klorofil oluşumuna katkıda bulunur (Kaçar, 1987).

1.3. Çay Üretim Aşamaları

1.3.1. Fabrika Üretimi Siyah Çay Üretim Aşamaları

1.3.1.1. Soldurma Aşamaları

Sıcak havanın etkisiyle suyu buharlaştırılarak azaltılan çay yapraklarının kıvrırma işlemine uygun hale dönüştürülmesidir. Taze çay yapraklarının ihtiva ettiği su miktarının azaltılması amaçlanır (URL-2).

1.3.1.2. Kıvrırma Aşamaları

Solmuş çay yapraklarının çay imalat makinelerinde parçalanması, ezilmesi, bükülmesiyle birlikte hücre öz suyunun yaprak yüzeyine yayılması ile oksidasyonunun başlaması işlemidir (URL-2).

1.3.1.3. Oksidasyon (Fermentasyon)

Kıvrılan çay yapraklarının hücre öz suyunda bulunan kimyasal bileşiklerinin oksidaz enziminin etkisiyle biyolojik değişime uğraması ile çayda istenen renk, burukluk, parlaklık, koku ve aromanın oluştuğu basamaktır (URL-2).

1.3.1.4. Kurutma

Kurutucudan çıkan kurutulmuş çay, farklı partikül boyutlarının bir karışımından oluşur ve belli bir sap ve lif yüzdesi içerir. Ayırma makinelerinin, farklı boydaki çay parçacıklarını eşit boyutlu kısımlara ayırmak için makine ile birleştirilmiş sap ve lif çıkarma aparatından oluşur. Çayların sürekli sallanan veya titreyen, üst üste monte edilen bir dizi elek üzerinden geçirilmesiyle elde edilir. Daha büyük gözenek boyutlu elek üsttedir, çay yığından geçip bir alt eleğe düştükçe gözenek boyutu azalır. Çaylar birden fazla kez elenebilir ve yaprak, ayırma odasındaki çeşitli konveyörler boyunca hareket ederken, tercihen elyafı ve sapı çeken elektrostatik olarak yüklü silindirlerin arasından veya altından geçer. Böylece sapsız ve lifsiz bir dizi temiz çay üretilirken, ayrılan bu sap ve lifler atık çayları oluşturmaktadır. Ayırma odasındaki nem seviyesi önemlidir(Altay,H. 2021).

1.3.2. Elde Üretim Siyah Çay Üretim Aşamaları

1.3.2.1. Soldurma

Sıcak havanın etkisiyle çay yapraklarının suyunu buharlaştırmak için 24 saat örme sepetlerde bekletilir (URL-2, 2022).

1.3.2.2. Kıvrırma

Solmuş çay yaprakları kıvrırma sepetlerinde yoğrularak istenen şekle getirilir. Oksidasyon işlemi başlamış olur. Çay yaprakları hücre öz suyunu bırakır (URL-2, 2022).

1.3.2.2. Oksidasyon (fermentasyon)

Kıvrırması yapılmış çay yaprakları tavada el ısısı ile yorularak oksidasyonun sağlanması gerçekleşir. İstenen renk, tat ve burukluk bu aşamada gerçekleşir(URL-2, 2022).

1.3.2.3. Kurutma

Oksidasyonu gerçekleştiren çay yaprakları örme sepetlerde kurutulur (URL-4, 2007).

1.3.3 Fabrika Üretimi Yeşil Çay Üretim Aşamaları

Yeşil çay üretimi ilk basamağı boşaltma aşamasıdır.Kapasitesi 10 kg ile 12 kg arasında değişen kasalar içerisinde yaş çay yaprakları konulur çay taşıma kamyonetleriyle fabrikaya getirilir. Gelir gelmez hiç bekletmeden fabrikaya geliş sıralarına göre boşaltma sistemine verilirler. Çay kasaları ise olabildiğince aralarında hava geçişinin sağlanabileceği şekilde istiflenir. Bekletme yapılmadan yükleme bandı kullanılarak şoklu soldurma teknesinin içerisine alınırlar. Devam eden şok soldurma aşamasında oksidasyon enzimleri inaktif duruma getirilir. Bu süreçte yapraklara 1.5 - 2 bar ve 110-120 'de doymuş buhar uygulanır. Fakat kesinlikle termometre ve manometre ile basınç ve ısı değerleri düzenli bir şekilde takip edilir. Yeşil çayın şoklama derecesi genellikle 1-3 dk arasında değişir. Şoklanmış çay yapraklarının rengi genellikle sarımsı yeşil renkte olup kırılgan olmayan eğrilebilen bir yapıya sahiptir. İdeal şoklamanın olabilmesi için ünitenin serpme kalınlığının 10 cm den fazla olmaması gereklidir.Soğutma ise son aşamadır, burada yaprakların yüzeyindeki suyun bir kısmı buharlaştırılır. Hemen hemen bir saat süreyle ortam sıcaklığında hava verilerek soğutma işlemi gerçekleştirilir. Şoklanmış çaylar soğutma ünitesi içerisine kalınlığı 5 cm'yi geçmeyecek şekilde serilir. Yapılan bu işlemdeki amaç şoklanmış çayların oda sıcaklığına gelebilmesidir. (URL-5,2022).

1.3.4. Elde üretilen yeşil Çay Aşamaları

Elde üretilen yeşil çaylarda ise taze toplanmış yeşil çay yapraklarıyla işlemlere başlanır. Taze çay yaprakları solması için filtreli güneş ışığına bırakılır. Solmuş çay yaprakları kutu içerisine alınır. Çay yaprakları soğuyunca muslin kumaş üzerine yayılır.

Gerekli nem kaybı sağlanır. Daha sonra çukur tavada el basıncı ile yoğrularak kıvrırma işlemi sağlanır. Son kurutmada, saplar tam kuruyana kadar hafif ateş üzerinde yuvarlak tabanlı tavaya çay düzgünce yayılır. Soğuyan kuru çay hava sızdırmayan alüminyum paketlere veya depolamak için diğer kutulara boşluk bırakmaksızın doldurulur (URL-3, 2020).

1.5. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı şu şekilde sıralanabilir:

- Elde üretilen siyah ve yeşil çay ile fabrikalarda üretilen siyah ve yeşil çayın üretim sonrasındaki aşamalarında meydana gelen çeşitli fiziksel, kimyasal ve duyuşal değışimlerinin tamamının karşılaştırılmalı olarak değeriendirilmesi amaçlanmış.

-Değeriendirilen parametreler ile hem üreticiye hem de tüketiciye faydalı bilgiler sunmak amaçlanmıştır.

- Sıklıkla tükettiğimiz bu milli içeceğimizin fabrikasyon ile elde üretiminin kıyaslanarak tüketim tercihiine olan etkisini araştırmak amaçlanmıştır.

- Ayrıca araştırılmamış bir konu olması sebebiyle literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

-Özellikle de daha faydalı ve besin değerieleri az eksilmeye uğrayan ürünün tercihinin ve üretiminin arttırılması amaçlanmıştır.

1.6. Çalışmanın Kapsamı

Çalışmamız elde üretilen siyah çay, elde üretilen yeşil çay ile fabrikada üretilen siyah çay ve fabrikada üretilen yeşil çayların fiziksel, kimyasal, duyuşal analizleri karşılaştırılmalı olarak değeriendirilmesini kapsamaktadır. Bu bağlamda çay bileşenlerindeki kayıplar, makineleşmenin çayın üretimine ve son ürüne etkisi, bunların sonucunda oluşabilecek etkileri incelemektedir.

2.MATERYAL VE METOT

2.1. Cihazlar

Yapılan çalışmada analiz aşamasında kullanılan cihazlar her analizde belirtilmiştir.

2.2. Deneysel Çalışmada Kullanılmış Olan Kimyasallar

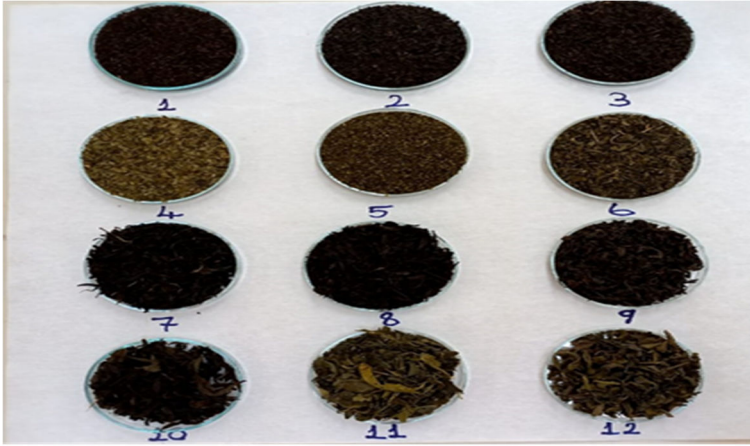
Araştırmanın deneysel çalışma kısmında kullanılan kimyasal madde ve çözeltiler analitik saflıktadır. Bu kimyasalları Merck ve Sigma firmaları tarafından üretilmiştir.

2.3. Çözeltilerin Hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan çözeltiler TS 545'e göre hazırlanmıştır (TS 545, 2020).

2.4. Fabrikada ve Elde Üretilen Siyah ve Yeşil Çayların Fiziksel, Kimyasal ve Fonksiyonel Analiz Çalışmaları

Tüketim amacıyla kullanılacak olan siyah ve yeşil çaylar çeşitli çay fabrikalarından tedarik edilmiştir. Çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Tez çalışmasında çeşitli fiziksel, kimyasal ve duyuusal yöntemlerle değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 1. Fabrikada ve elde üretilen siyah ve yeşil çayların numuneleri

Tablo.1 El yapımı ve fabrika yapımı çay numunelerinin kodlanması

Numune Kodu	Numune Adı
1FYSC	1 Fabrika yapımı siyah çay
2FYSC	2 Fabrika yapımı siyah çay
3FYSC	3 Fabrika yapımı siyah çay
4FYYÇ	4 Fabrika yapımı yeşil çay
5FYYÇ	5 Fabrika yapımı yeşil çay
6FYYÇ	6 Fabrika yapımı yeşil çay
7EYSC	7 El yapımı siyah çay
8EYSC	8 El yapımı siyah çay
9EYSC	9 El yapımı siyah çay
10EYYÇ	10 El yapımı yeşil çay
11EYYÇ	11 El yapımı yeşil çay
12EYYÇ	12 El yapımı yeşil çay

2.4.1. Rutubet Tayini

Çay örneklerinde rutubet tayini örneklerin $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma ulaşıncaya kadar etüv de kurutulmasıyla bekletilmiştir. Bu amaçla öğütülen örneklerden kuru madde kaplarına 5 ± 0.001 g tartılmış ve $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 6 saat süreyle etüv de kurutulmuştur. Isıtma işlemi sabit tartım elde edilinceye kadar devam etmiş ve kurutma işleminden sonra desikatörde soğutulan örnekler tartılarak nem kaybı esasına göre rutubet miktarı % olarak belirlenmiştir (TSE, 1990).



Şekil 2. Rutubet analizinde numunelerin etüve yerleştirilmesi

2.4.2. Su Ekstraktı Tayini

Alınan ay örneklerinden 2 g $\pm$ 0.0001 g hassasiyetle 500 mL'lik kaynatma balonunun içerisine tartılmıştır, üzerine 200 ml sıcak damıtık su ile tamamlanmış ve geri soğutucuda 1 saat boyunca kaynatılmıştır. Kaynayan karışım sıcak iken kroze ile vakum altında szlmştr, balon bütün çözünmeyen kalıntılar kroyeye geçecek şekilde sıcak damıtık su ile yıkanmıştır. Kalıntı son olarak 200 ml sıcak damıtık su ile yıkanmış ve vakum uygulanarak kurutulmuştur. Kroze ve içindekiler sıcaklığı 103°C'ye ayarlanmış kurutma dolabında 16 saat kurutulmuş, desikatöre içerisinde soğutulmuş ve 0.0001 g hassasiyetle tartılmıştır. Tartım sonuçları kullanarak su ekstraktı miktarları hesaplanmıştır (Anonim 2003).



şekil 3. Ekstraksiyon numunelerinin ocakta kaynatılması

2.4.3. Kül Tayini

Kül tayini, kuru çay numunelerinin kuru ağırlığına getirilmesi ve organik bileşiklerin 525 $\pm$ 25 C'de denge ağırlığa gelinceye kadar yakılarak tamamen uçurulmasıyla elde edilen kalıntının miktarının belirlenmesine dayalıdır.



şekil 4.Kül fırınında yakma işlemi

Kül tayininde, porselen krozelere 5 ± 0.001 g hassasiyetle tartılan çay örnekleri kül fırınında 1 saat süresince 525 ± 25 °C’de yakılmış ve sonra desikatör içerisinde soğumaya bırakılan çay numuneleri yeniden 30 dakika süresince tekrar yakılmıştır. Sabit tartıma ulaşıncaya kadar (iki tartım arasındaki fark 0.001 g) organik maddeler yakılması sağlanmıştır. Böylelikle örneklerdeki toplam kül miktarı kuru madde de yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (TSE, 1990b). Hesaplaması eşitlik 1 ve 2 ye göre yapılmıştır.

$$\text{Toplam Kül (\%)} = \frac{100 \times \text{Külün ağırlığı}}{\text{kuru madde}}$$

Eşitlik 1

(TSE, 1990b).

$$\text{Külün ağırlığı} = (\text{Kroze darası} + \text{numune}) - \text{Kroze drası}$$

Eşitlik 2

(TSE, 1990b).

Kurumadde = Başlangıç numunesinin ağırlığı x % Kurumadde

Kurumadde (%) = $100 - \text{Rutubet}$

2.4.4. 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). Hesaplaması eşitlik 3 ve 4 ye göre yapılmıştır.

$$\text{Suda Çözünen Kül (\% KM)} = (m_1 - m_2) \times (100/m_0) \times (100/KM) \dots \dots \dots \text{Eşitlik-3}$$

(TSE, 1990c).

$$\text{Suda Çözünmeyen Kül (\% KM)} = m_2 \times (100/m_0) \times (100/KM) \dots \dots \dots \text{Eşitlik-4}$$

(TSE, 1990c).

m_0 = Numune miktarı (g)

m_1 = Toplam kül (g)

m_2 = Suda çözünmeyen kül (g)

KM = Kurutulmuş numunenin ağırlıkça %’de kuru maddesi



Şekil 5. Suda çözünen ve çözünmeyen kül analizi

2.4.5. Asitte Çözünmeyen Kül Tayini

Porselen krozedeki toplam külün üzerine 25 mL HCl çözeltisi eklenip hafif ateşte 10 dakika 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 soğutularak, hassas terazide tartılarak asitte çözünmeyen kül miktarı kuru madde esasına göre kütlece % olarak ifade edilmiştir (TSE, 2001). Hesaplaması eşitlik 5'e göre yapılmıştır.



Şekil 6. Asitte çözünmeyen kül yıkama işlemi.

$$\text{Asitte Çözünmeyen Kül (\%)} = m_3 \times 100 \quad m_0 \times 100 \quad K \dots\dots\dots \text{Eşitlik-5}$$

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

m_3 = Asitte çözünmeyen külün ağırlığı, g

K = Öğütülmüş numunenin ağırlığa göre yüzde kuru madde miktarı (TSE, 2001).

2.4.6. Suda Çözünen Külde Alkalilik

Suda Çözünen Külde Alkalilik ise TS 1567 ye göre yapılmış (TSE, 1990d) analiz, suda çözünen kül tayininde elde edilen süzüntünün, metiloranj indikatörü kullanılarak ayarlı hidroklorik asit çözeltisi ile titrasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Suda çözünen kül tayinde elde edilen süzüntüden 60'ar mL alınmış, soğutulmuş, metil oranj indikatörü kullanılarak 0.1 N HCl çözeltisi ile rengi hafif pembe olana kadar titrasyon işlemi yapılmıştır (TSE, 1990d). Suda çözünen külün alkaliliği (A1) 100 g öğütülmüş numune (kuru madde esaslı üzerinden) için miliekiveler olarak eşitlik 6'ya göre hesaplanmıştır.



Şekil 6. Suda çözünen külde alkalilik tayini

$$A1 = V \times 10 \times 100 \times m_0 \times 100 \times K \dots\dots\dots \text{Eşitlik-6}$$

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

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

K = Öğütülmüş numunenin ağırlık olarak kuru madde miktarı (%) (TSE, 1990d).

2.4.7. Ham Selüloz Tayini

Çayda yapılan ham selüloz tayininin prensibi, çay numunelerinin istenilen oranda öğütülmesi ve yağlarının uzaklaştırılmasına dayanır. Daha sonra, standart konsantrasyondaki sülfürik asit çözeltisi ile kaynatılarak çözünmeyen kalıntılar ayrılmış ve yıkanmıştır. Bu kalıntılar, standart konsantrasyondaki sodyum hidroksit çözeltisi ile

kaynatılmış, ayrılmış, yıkanmış, kurutulmuş, tartılmış ve yakılmış; yakma sonucunda kütlesindeki kaybın hesaplanması esas alınmıştır. 2 g numune, 500 mL'lik balonlarda 0.0001 g hassasiyetle tartılmış, her birine 200 mL 0.255 N sülfürik asit çözeltisi eklenmiş 30 dakika kaynatılmıştır. Kaynama sonrası, karışımlar hunide süzüldü ve balonda kalan kısımlar kaynar su ile yıkanıp tekrar süzölmüştür. İşleme, 200 mL 0.313 N sodyum hidroksit çözeltisi ekleyerek 30 dakika daha kaynatma ile devam edilmiştir. Karışımlar süzölüp yıkandıktan sonra, kroze ve kalıntı 103 °C'de ayarlanmış etüvde kurutulmuş ve ilk ile son tartım arasındaki fark 0.001 gramı geçmeyecek şekilde kontrol edilmiştir. Sonrasında, kroze ve kalıntı en az 1 saat 550 °C'de ayarlanabilen kül fırınında bekletildi, desikatörde soğutulmuş ve 0.001 g hassasiyetle tartılmıştır. Ham lif içeriği, kütle esasına göre yüzde olarak hesaplanmıştır (TSE, 2003).



Şekil 7. Selüloz tayini

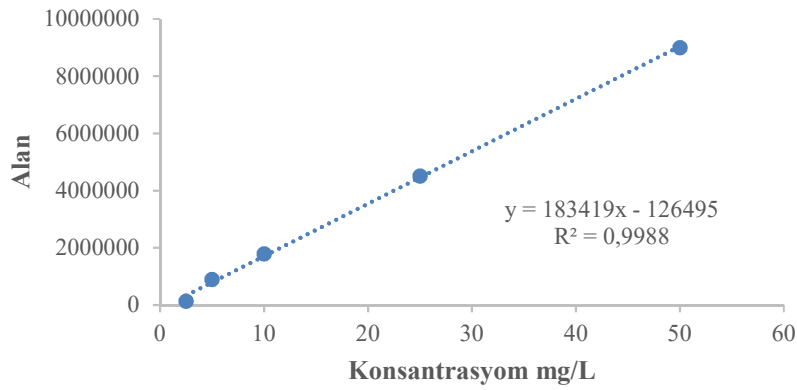
2.4.8.Kafein Tayini

Mobil Faz: (Su: MeOH 70:30 v:v) (MeOH 'in özkütlesi 789 kg/m³ olduğundan %30 MeOH 'ı hazırlamak için; 236.7 g MeOH tartılıp, 700 g su ilave edilerek mobil faz hazırlanır.) Hazırlanan mobil faz en az 20 dk. manyetik karıştırıcı ile homojenize edilmiş ve degazerde degaze edilmiştir.

Standart ara stok çözeltisinden saf su içerisinde 1-5-10-15-25-50 ppm olacak şekilde seyreltilerek hazırlanan çalışma çözeltisi viallere alındı ve HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Cihaz okumalarından elde edilen alanlara karşılık gelen konsantrasyonları içeren kalibrasyon grafiği çizilmiştir.

Analize başlamadan önce cihazın şartlanması beklendi. Ana stoktan standart ara stok (1000 ppm'den önce 100 ppm ara stok hazırlandı ve hazırlanan bu ara stoktan tekrar

10 ppm'lik ara stok hazırlanır) hazırlanmış, viallere alınarak cihaza verilmiş ve numuneden önce okuması yapılmıştır. Cihazda standarttan okunan kafein sürelerine göre geliş yerleri belirlenmiştir. 1 g. çay numunesi 250 ml'lik ölçülü şaflara tartılmıştır. Üzerine kaynar saf sudan 100 ml ilave edildi kapağı kapatılarak çalkalanmış ve 30 dakika bekletilmiştir. Şafların içerisindeki çay ekstraktından 5 ml alınmış 50 ml 'lik ölçülü balona aktarıldı ve saf suyla tamamlanmıştır. Balon çalkalandıktan sonra 0,45 µm'lik enjektör ucu filtreden geçirilerek süzüldü ve viallere alınmıştır. Hazırlanan numune HPLC cihazına enjekte edilmiştir.



Şekil 8. Kafein analizi kalibrasyon grafiği

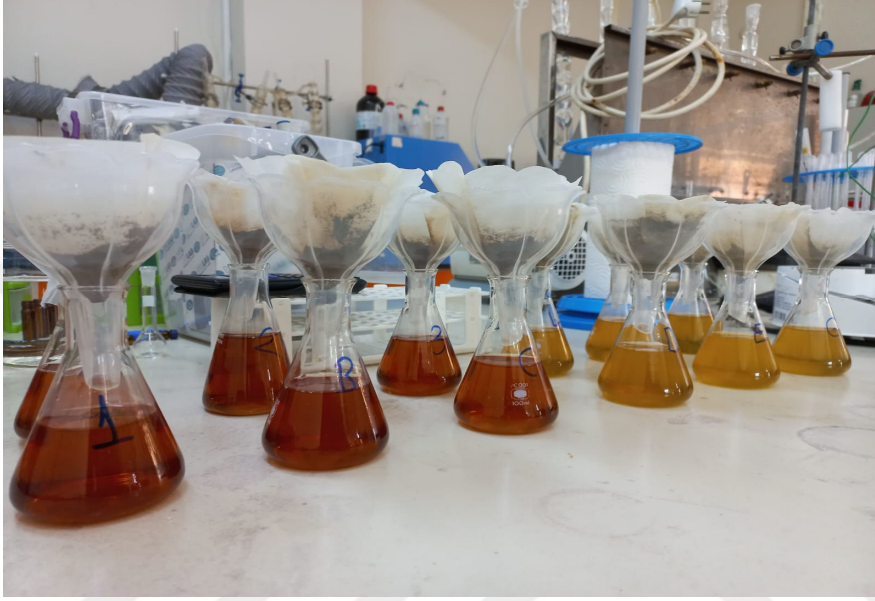
Kafein pikinin alanı ile konsantrasyonu arasında lineer bir ilişki vardır. Kalibrasyon Grafiğinin denklemi $y=ax+b$ 'dir. Cihaz okumasında numunede okunan alan (y),denklemden yerine konularak numunenin içerdiği ilgili kafein konsantrasyonu (x) hesaplandı (TS, 2004).



Şekil 9. Kafein analizinde suda çözünen ekstrakt süzüntüsü

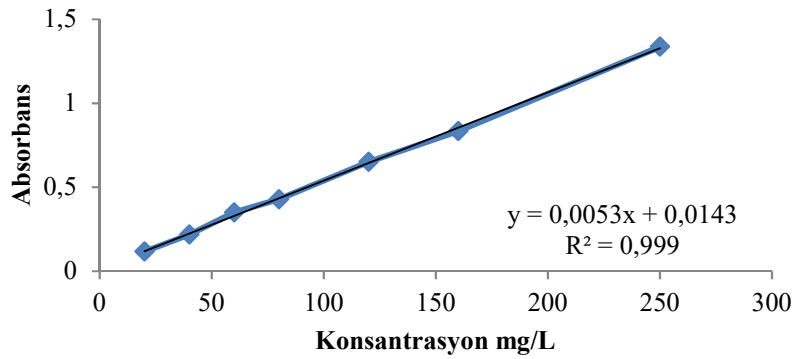
2.4.9. Toplam polifenol tayini

Santrifüj tüpü içerisine 0.2 g öğütülmüş çay örneği ± 0.001 g hassasiyetle tartılmış, 70°C'deki ekstraksiyon çözeltisinden (%70'lik metanol) 5 ml ilave edilerek karıştırılıp tüp 70°C'deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. Tüpler tekrar karıştırıldı 70°C su banyosunda 5 dakika daha bekletilmiş santrifüjde 3500 rpm'de 10 dakika tutularak oluşan berrak kısım başka bir 10ml'lik tüpe aktarılmış.



Şekil 10. Polifenol tayini berrak kısmın süzöntü ile ayrılması.

Berrak kısmı alınıp olan tüp içerisindeki tortu kısmına aynı işlemler tekrar uygulandı son durumda elde edilen berrak çözeltinin bulunduğu tüp 10 ml'lik çizgisine kadar ekstraksiyon çözeltisi ile tamamlanmıştır.



Şekil 11: Toplam polifenol analizi kalibrasyon grafiği

Hazırlanan ekstraktan 1 ml alındı 100 ml'lik balona konuldu ve balon çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Balon içerisinde bulunan seyreltik ekstraktan 1 mL alınmış üzerine 5 ml Folin-Ciocalteu ve 4 ml Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 1 saat inkübasyondan sonra spektrofotometrede (UV-160 Shimadzu) 765 nm'de absorbans ile ölçüm yapılmıştır. Günlük hazırlanan gallik asit standart eğrisiyle polifenol miktarı hesaplanmıştır (Şekil 11) (Anonim 2005a).

2.5. Duyusal Analiz

Ülkemizde üretilen siyah ve yeşil çayların üretilmiş bir biriden farklı numuneleriyle karşılaştırma yapılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Duyusal analiz tadım aşaması

Tablo 2. Duyusal analiz puanlama tablosu

Mükemmel/Fevkalade beğendim	9 puan	Ortanın altı kötünün üstü/Hafif beğenmedim	4 puan
Çok iyi/Pek çok beğendim	8 puan	Kötü/orta derecede beğenmedim	3 puan
İyi/ Az beğendim	7 puan	Çok/Beğenmedim	2 puan
İyinin altı ortanın üstü/Orta derece beğendim	6 puan	Aşırı kötü hiç beğenmedim	1 puan
Orta/ Ne beğendim ne beğenmedim	5 puan		

Eğitimli 10 panelist ile hazırlanan siyah çayın fabrika üretimi ürünü ile elde üretim ürünlerinden örnekleri, yeşil çayın fabrika üretim ürünü ile elde üretim ürününün örneklerini aroma, koku, burukluk, ekşime, acılık, renk, genel kabul açısından, Tablo 2'de verilen 1-9 puanlama arası değer skalasının bulunduğu testler ile duyusal analiz

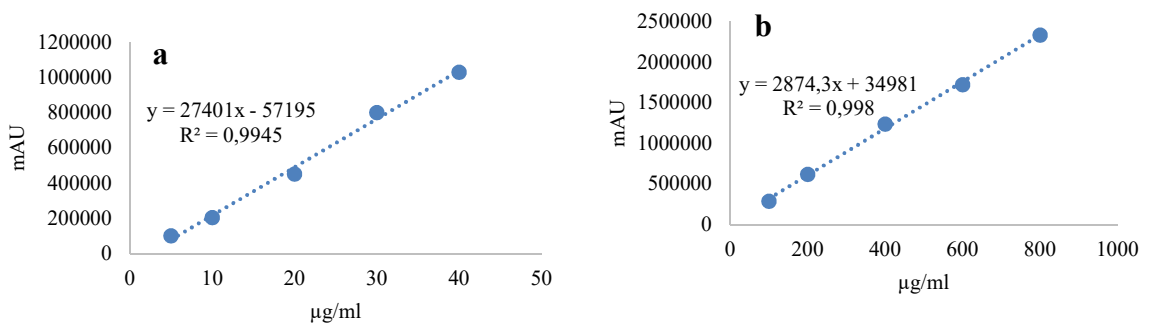
yapılmıştır. Analiz öncesi panelistlere değerlendirme kriterleri ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Panelistler değerlendirme puanlarını yukarıda belirtildiği üzere, Tablo 2’de görüleceği üzere vermişlerdir.

2.6. Kateşinlerin İçeriği Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile Analizi

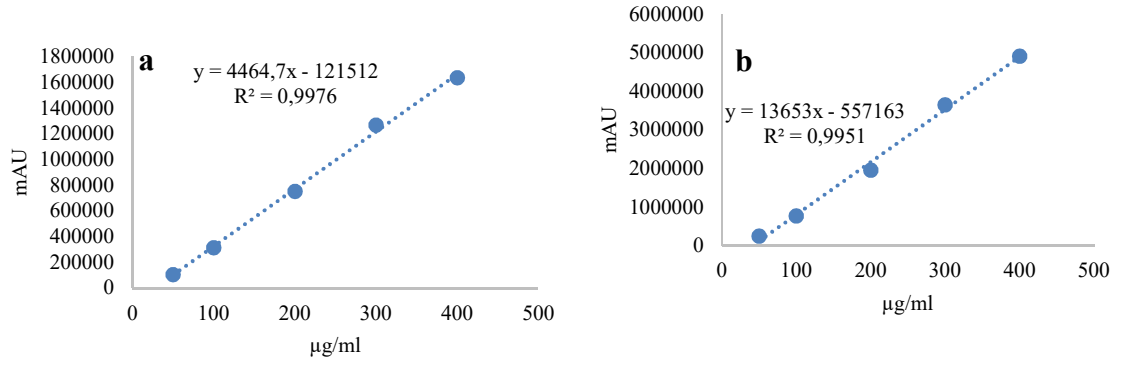
Kurutulmuş çay örneklerinden 0.2 g 50 ml balonjojeye tartıldı. Üzerine 25 mL % 70 metanol ilave edildi. 1 Saat 70 °C su banyosunda tutulmuştur. Balonjojeler soğutulmuş ve hacimleri 70 mL ile hacimlerine getirilmiştir. Adi süzgeç kağıtlarından süzölmüştür. 0.45 Mikron enjektör ucu filtreden geçirilerek 1.8 mL’ lik amber viallere konmuştur.

Mobil faz A, %9 (hacim fraksiyonu) asetonitril, 20 µg/ml EDTA ile %2 (hacim fraksiyonu) asetik asit. Mobile phase B, 80 % (hacim fraksiyon) asetonitrile, 2 % (hacim fraksiyonu) asetik asit 20 µg/ml EDTA. Mobil fazın akış hızı 1,0 mL. İkili gradyan koşulları: 10 dakika süreyle %100 mobil faz A, ardından 15 dakika boyunca %68 mobil faz A, %32 mobil faz B'ye doğrusal bir gradyan ve bu bileşimde 10 dakika süreyle tutulmuştur. Daha sonra %100 mobil faz A'ya getirilmiş ve bir sonraki enjeksiyondan önce 10 dakika boyunca dengeye gelmesi sağlanmıştır. Kolonun sıcaklığı 35 °C ± 0,5 °C. UV dedektörü 278 nm'ye ayarlanmıştır. Daha sonra karışık standart çözeltilerin her birinden 10 µl'yi kolona enjekte edilmiştir.

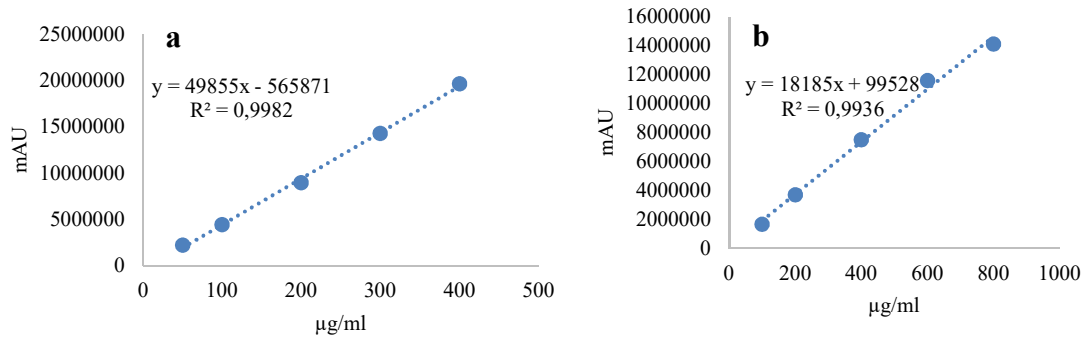
Çay örneklerinde kalite kriterleri olarak gallik asit kafein (CAF), kateşin (C), epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC) ve epigallokateşin gallat (EGCG) analizi yapılmıştır. Analizler Thermo Finnigan (San Jose, ABD) SpectraSYSTEMS® P1000 izokratik pompa ve 100 µl enjeksiyon döngüsüyle donatılmış Thermo Finnigan SpectraSERIES otomatik numune alma cihazı AS3000 cihazında yapılmış HPLC sistem kullanıldı Merck marka Purospher Star RP-18 5µm 250x4.0 kolon ve DAD detektör kullanılmıştır (ISO 14502, 2005).



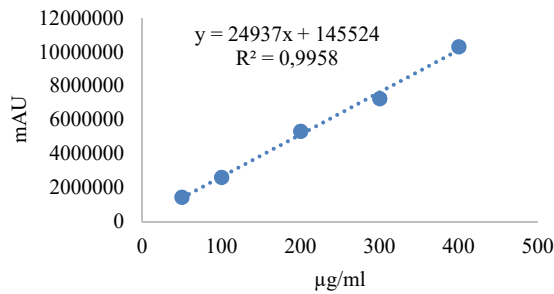
Şekil 13. Gallik asit (a) ve EGC (b) kalibrasyon eğrileri



Şekil 14. Kateşin (a) ve kafein (b) kalibrasyon eğrileri



Şekil 15. Epikateşin (a) ve EGCG (b) kalibrasyon eğrileri



Şekil 16. ECG kalibrasyon eğrisi

2.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada yapılan fiziksel,kiyasal ve duyuşsal analizler fabrika yapımı ve el yapımı siyah ve yeşil çayların karşılaştırılmasını sağlamıştır. İstatistiksel analizler, XLSTAT (Addinsoft, Versiyon 2020 New York, NY, ABD) içeren Microsoft Excel yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerden elde edilen veriler programda, varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmıştır ve anlamlı bulunan farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır ve anlamlılık düzeyleri değerlendirilmiştir. İstatistiki analizde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. % Nem ve % Kuru Madde Analizi

Siyah ve yeşil çayın nem ve kuru madde içerikleri, depolama, yetiştirme ortamları ve işleme teknikleri dahil olmak üzere bir dizi değişkene bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Hasattan sonra hem siyah hem de yeşil çaylar genellikle nem içeriğini azaltmak ve çay yapraklarını korumak için kurutulur. Kesin nem miktarı ve kuru madde içeriği çayın türüne, nasıl işlendiğine ve dış koşullara bağlı olacaktır. Siyah ve yeşil çayların nem ve kuru madde içeriğini değerlendirirken çeşitli hususların dikkate alınması gerekir.

Nem içeriği, çay yapraklarının su içeriği ile belirtilir. Taze toplanmış çay yaprakları genellikle yüzde 70 ile 80 arasında yüksek bir nem içeriğine sahiptir. Bozulmayı ve mikrobiyolojik büyümeyi durdurmak için bu nem içeriği, işleme sırasında büyük ölçüde azaltılır. Kesin nem seviyesi değişebilse de, hem siyah hem de yeşil çay için bitmiş ürünün nem içeriği tipik olarak %3 ila %6 arasındadır. "Kuru madde içeriği" terimi, nem ekstrakte edildikten sonra çay yapraklarında hala mevcut olan katı maddeyi tanımlar. Amino asitler, polifenoller, kafein ve diğer organik ve inorganik kimyasallar bileşenleri arasındadır. Genellikle bitmiş üründe %94 ila %97 arasında değişen kuru madde içeriği, nem içeriğinden daha yüksektir.

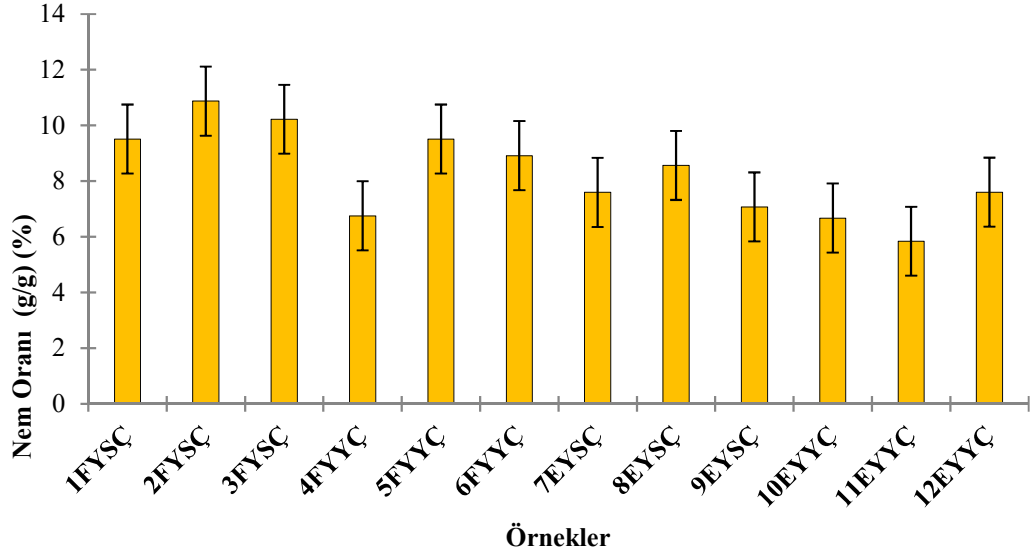
Siyah çay, yeşil çayla karşılaştırıldığında siyah çay daha uzun bir oksidasyon sürecine tabi tutulur. Çay yapraklarının enzimleri oksidasyon sırasında oksijenle reaksiyona girerek çayın tadını, aromasını ve rengini değiştirir. Siyah çay, yeşil çaya göre daha uzun bir işlem süresi gerektirdiğinden, siyah çayın nem seviyesi genellikle biraz daha düşüktür. Yeşil çay, doğal niteliklerini daha fazla korumaya yardımcı olmak için yeşil çay, oksidasyonunu önlemek amacıyla çok az işlenir. Yeşil çay, siyah çaya göre daha hızlı işlendiğinden ve yaprakların doğal nemi daha fazla korunduğundan, nem içeriği biraz daha yüksek olabilir. Çayda uçucu bileşenler, toplam kuru maddenin yalnızca yaklaşık %0.01'ini oluşturmasına rağmen çok düşük miktarlarda dahi etkinlik gösterebildiklerinden (düşük eşik) dolayı aroma üzerinde etkin olabilmektedir. Çayın kuru madde üzerinden yaklaşık %20-30'unu oluşturan polifenoller ve %2-5'ini oluşturan ve bir alkaloid olan kafein taze çay yaprağında bulunan başlıca bileşiklerdir (Salman, 2023).

Yapılan çalışmada analizleri gerçekleştirilen örneklerin %nem ve kuru madde analiz sonuçları Tablo 2’ de ve bunlara ait sütun grafikleri Şekil 12 ve 13’ de verilmiştir. Nem analizi değerleri % 5.84-10.87 arasında değişmiştir. Kuru madde analizleri %89.13-94.16 arasına değişmiştir ($p<0.05$). 4FYYÇ, 7EYSÇ, 8EYSÇ, 9EYSÇ, 10EYYÇ ve 11EYYÇ numuneleri diğer numunelere kıyasla daha yüksek kurumadde oranları tespit edilirken nem oranları bu örneklerin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 1FYSC, 2FYSC, 3FYSC, 5FYYÇ, 6FYYÇ, 12EYYÇ örneklerin ise nem miktarları daha yüksek ve kuru madde oranları daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Fabrika yapımı olan 1FYSC, 2FYSC, 3FYSC siyah çayların nem oranları yüksek çıkarken, el yapımı yeşil çayların 10EYSÇ, 11EYYÇ ve 12EYYÇ nem oranları daha düşük çıkmıştır. % Nem ve kuru madde analizleri aralarında -1 oranında güçlü negatif korelasyon göstermiştir (Tablo 3). Bu nedenelede nem oranları düşük çıkan örneklerinde kurumadde miktarları yüksektir. Nem ile sırasıyla 0.426, 0.390 ve 0.191 pozitif korelasyon göstermiştir. Toplam kül, % HCl’ de çözünmeyen kül, suda çözünen kül, suda çözünen külde alkalilik toplam fenolik analizleri sırasıyla -0.220, -0.229, -0.390, -0.267, -0.367 ile negatif korelasyon göstermiştir (Tablo 3). Bu, belirli örneklerin, diğer örneklerle karşılaştırıldığında tamamen işleme yöntemine bağlı olduğunu göstermektedir. 4FYYÇ, 9EYSÇ, 10EYYÇ, 11EYYÇ kodlu örneklerin % nem analiz sonuçları TKG siyah çay tebliğine uygun olduğu 1FYSC, 2FYSC, 3FYSC, 5FYYÇ, 6FYYÇ, 7EYSÇ, 8EYSÇ, 12EYYÇ örneklerin ise uygun olmadığı tespit edildi.

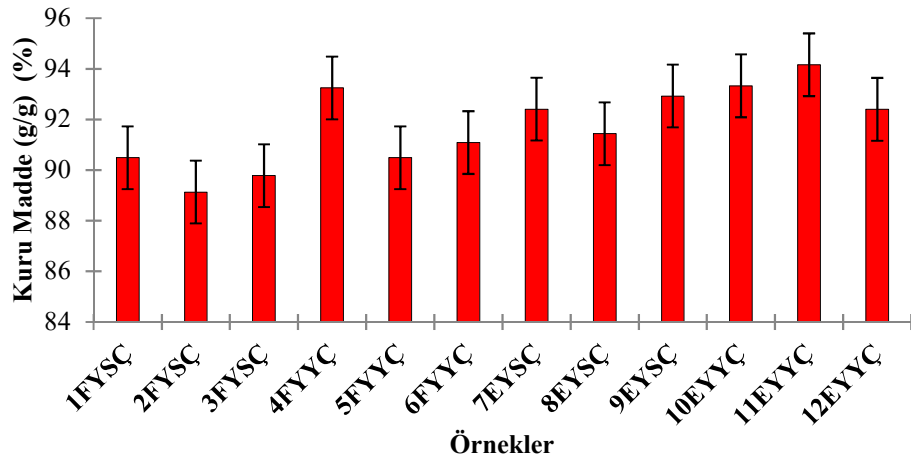
Araştırmacılar genellikle nem içeriğini göz ardı ederken çay üretim endüstrisinde ve çay satıcıları nem içeriğini göz ardı etmez. Nem içeriği önemli bir çay kalitesi göstergesidir. Çay üzerine çalışan araştırmacılar çayın nem içeriğinin satılırken yüzde 6.5 civarında tutulmasını tavsiye etmişler (Othieno ve Owuor, 1984). TKG’ da bu değer en fazla %7.0 olarak verilmiştir. Bu sonuçların başlıca sonuçları aşırı nem içeriğinin siyah ve yeşil çayın raf ömrünü kısaltmasıdır. Kurutma sonrasında nem birikmesini önlemek için, kurutulmuş çay yapraklarının neme dayanıklı bir malzemeyle paketlenmesi gerekir.

Bu araştırmada 7 adet örnekte nem seviyesinin, yüksek kaliteli TKG çay için önerilen %7.0 standardından daha yüksek olduğu bulunmuştur. El yapımı siyah ve yeşil çayların nem değerleri fabrika yapımı çaylara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sadece 4FYYÇ kodlu fabrika yapımı yeşil çayın nem değeri TKG çay tebliğine uygun bulunmuştur. Kurutulmuş çay, üretim ve analiz arasındaki bekletme süresi boyunca nemi emdiğinden, incelediğimiz numunelerdeki yüksek nem seviyesinin nedeni, çayların dökme biçiminde istiflenmesinden kaynakladığı düşünülmektedir.

Atalay ve Erge tarafından (2017) Türk çaylarında yapılan bir çalışmada siyah çaylarda 4.15 ± 0.37 ve yeşil çaylarda 5.05 ± 1.36 olarak bulunmuştur. % Nem ve kuru madde analizlerine ait sonuçlar Tablo 2’de ve bunlara ait sütun grafikleri Şekil 17 ve 18 de verilmiştir. Nem grafiğine bakıldığında 1FYSC, 2FYSC, 3FYSC, 6FYVC, 5FYVC, 8EYSC, 9EYSC, 10EYYC, 11EYYC, 12EYYC çay numunelerinin nem miktarı 7’nin üzerinde çıkmıştır ve TKG’ ya uygun değildir.



Şekil 17. Nem oranı sütun grafikleri



Şekil 18. Kuru madde oranı sütun grafikleri

Tablo 2. Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

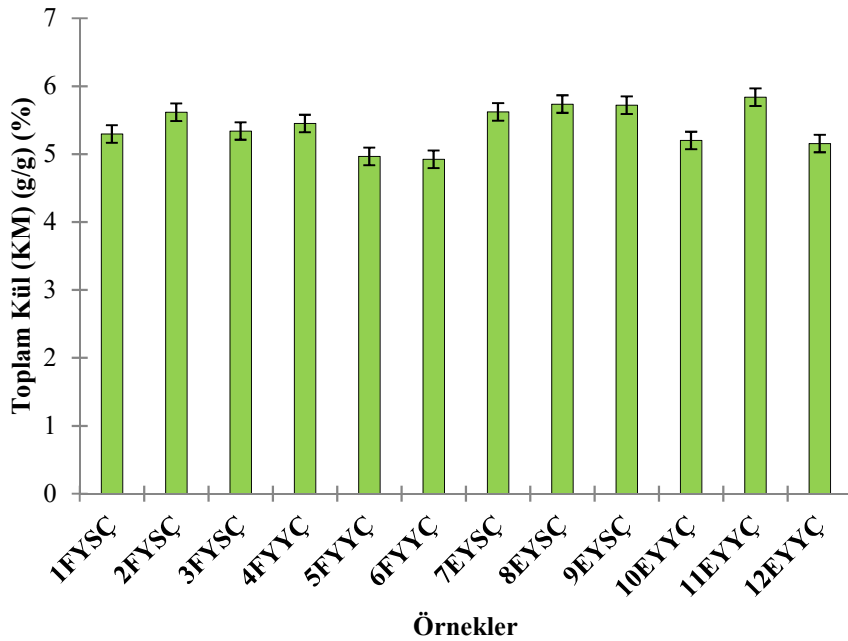
Örnekler	Nem Oranı (%)	Kuru Madde (%)	Toplam Kül (KM) (%)	Su Ekstraktı (KM) (%)	Ham Selüloz (KM) (%)	% 10 Hidroklorik Asitte Çözünmeyen Kül (KM) (%)	Suda Çözünen Kül (Toplam Küle Göre) (%)	Suda Çözünmeyen Kül (Toplam Küle Göre) (%)	Suda Çözünen Külde Alkalilik (KOH Cinsinden) (KM) (%)	Kafein (KM) (%)	Toplam Fenolik (KM) (%)	Toplam Toz Çay g/g %
1FYŞÇ	9.51 ^{def} ±0.86	90.49 ^{abc} ±0.86	5.29 ^{bc} ±0.08	26.94 ^{bc} ±0.29	16.07 ^e ±0.03	0.30 ^{de} ±0.08	48.67 ^b ±1.94	51.33 ^c ±1.94	1.97 ^{cd} ±0.53	1.95 ^{bc} ±0.05	4.11 ^{bc} ±0.47	8.36 ^f ±0.25
2FYŞÇ	10.87 ^f ±0.48	89.13 ^a ±0.48	5.61 ^{de} ±0.05	24.58 ^a ±0.15	14.89 ^d ±0.11	0.62 ^d ±0.05	44.13 ^a ±2.58	55.87 ^d ±2.58	1.39 ^{ab} ±0.12	1.86 ^{ab} ±0.17	3.66 ^{bc} ±0.21	6.75 ^e ±0.09
3FYŞÇ	10.22 ^{ef} ±0.07	89.78 ^{ab} ±0.07	5.34 ^{bc} ±0.06	29.76 ^{bcd} ±4.47	16.06 ^e ±0.53	0.34 ^{bc} ±0.06	48.25 ^b ±0.95	51.75 ^c ±0.95	1.56 ^{ab} ±0.14	1.84 ^{ab} ±0.23	3.24 ^{ab} ±0.32	1.39 ^b ±0.06
4FYYÇ	6.75 ^{ab} ±0.54	93.24 ^{ef} ±0.54	5.45 ^{cd} ±0.12	31.06 ^{cde} ±0.02	13.17 ^c ±1.15	0.45 ^c ±0.12	53.70 ^d ±1.85	46.31 ^c ±1.85	1.27 ^a ±0.01	1.80 ^{ab} ±0.22	6.82 ^e ±0.41	3.95 ^c ±0.07
5FYYÇ	9.51 ^{def} ±0.34	90.49 ^{abc} ±0.34	4.96 ^a ±0.14	38.56 ^f ±0.13	12.43 ^{bc} ±0.05	0.27 ^{ab} ±0.13	49.96 ^{bc} ±0.43	50.05 ^{bc} ±0.43	1.67 ^{bc} ±0.03	2.75 ^e ±0.38	7.97 ^g ±0.39	4.17 ^c ±0.17
6FYYÇ	8.91 ^{cde} ±0.50	91.08 ^{bcd} ±0.50	4.92 ^a ±0.01	34.25 ^{def} ±0.07	14.25 ^d ±0.69	0.15 ^a ±0.01	42.85 ^a ±2.17	57.15 ^d ±2.17	1.56 ^{ab} ±0.20	2.43 ^{de} ±0.19	7.53 ^f ±0.16	4.16 ^c ±0.21
7EYŞÇ	7.59 ^{abcd} ±0.83	92.40 ^{cdef} ±0.83	5.62 ^{de} ±0.13	31.45 ^{cde} ±0.71	9.93 ^a ±0.06	0.62 ^d ±0.13	53.68 ^d ±1.19	46.32 ^a ±1.19	2.22 ^d ±0.16	2.39 ^{de} ±0.12	4.10 ^c ±0.03	6.48 ^d ±0.27
8EYŞÇ	8.56 ^{bcde} ±0.65	91.43 ^{bcde} ±0.65	5.77 ^{ef} ±0.09	35.80 ^{ef} ±0.44	12.10 ^b ±0.69	0.74 ^{de} ±0.09	53.05 ^d ±0.68	46.95 ^a ±0.68	1.58 ^{ab} ±0.15	2.37 ^d ±0.19	4.78 ^d ±0.12	0.25 ^a ±0.03
9EYŞÇ	7.07 ^{abc} ±0.32	92.92 ^{def} ±0.32	5.72 ^{ef} ±0.07	27.57 ^{bc} ±0.01	15.20 ^{de} ±0.28	0.72 ^{de} ±0.07	50.36 ^{de} ±0.93	49.65 ^{bc} ±0.93	1.70 ^{bc} ±0.08	1.61 ^{ab} ±0.08	3.04 ^a ±0.05	0.21 ^a ±0.05
10EYYÇ	6.67 ^{ab} ±0.19	93.32 ^{ef} ±0.19	5.20 ^b ±0.16	38.69 ±0.41	14.29 ^{de} ±0.25	0.26 ^{ab} ±0.06	51.79 ^{ab} ±0.18	48.22 ^{ab} ±0.18	1.73 ^{bc} ±0.05	1.96 ^{bc} ±0.06	6.68 ^e ±0.05	0.24 ^a ±0.11
11EYYÇ	5.84 ^a ±0.16	94.16 ^f ±3.16	5.83 ^f ±0.03	29.09 ^{bcd} ±8.81	14.40 ^{de} ±0.20	0.84 ^e ±0.03	48.22 ^b ±1.52	51.79 ^c ±1.52	2.11 ^d ±0.24	2.28 ^{cd} ±0.02	8.49 ^h ±0.30	0.23 ^a ±0.03
12EYYÇ	7.60 ^{abcd} ±0.75	92.40 ^{cdef} ±0.35	5.15 ^b ±0.20	34.03 ^{def} ±1.33	15.15 ^{de} ±0.76	0.31 ^{abc} ±0.07	45.27 ^a ±0.16	54.74 ^d ±0.16	1.42 ^{ab} ±0.06	1.56 ^a ±0.33	6.84 ^e ±0.03	0.10 ^a ±0.07

Tabloda bulunan aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (p<0.05).

Nepal’ de siyah çaylarda 5.39 ± 0.40 ve yeşil çaylarda 5.25 ± 0.30 arasında bulunmuştur (Yadav vd., 2020).). Nem ve kuru madde analizlerinin diğer analizlerle olan korelasyonları Tablo 3’ de verilmiştir.

3.2. % Toplam Kül (KM) Analiz Sonuçları

Çaydaki kül içeriği, çay yapraklarının organik bileşenleri yakıldıktan sonra geride kalan inorganik kalıntıyı ifade eder. Kül içeriği tipik olarak çay yapraklarının kuru ağırlığının yüzdesi olarak ölçülür. Yeşil çay genellikle siyah çaya göre daha düşük kül içeriğine sahiptir. Bunun nedeni, yeşil çayın minimum düzeyde oksidasyona ve işleme tabi tutulmasıdır. Bu da çay yapraklarının organik bileşenlerinin korunmasına yardımcı olur. Yeşil çayın kül içeriği çayın türü, yetiştirme koşulları, işleme yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bununla birlikte, tipik olarak çay yapraklarının kuru ağırlığının yaklaşık 4.0 ila 6.0 'sı arasında değişir. Yeşil çaydaki kül, esas olarak çay bitkisinin büyümesi sırasında topraktan emilen minerallerden ve eser elementlerden oluşur. Çay külünde bulunan yaygın mineraller arasında kalsiyum, potasyum, magnezyum ve fosfor bulunur (Altay, Ö. 2021).



Şekil 19. Toplam kül oranı sütun grafikleri

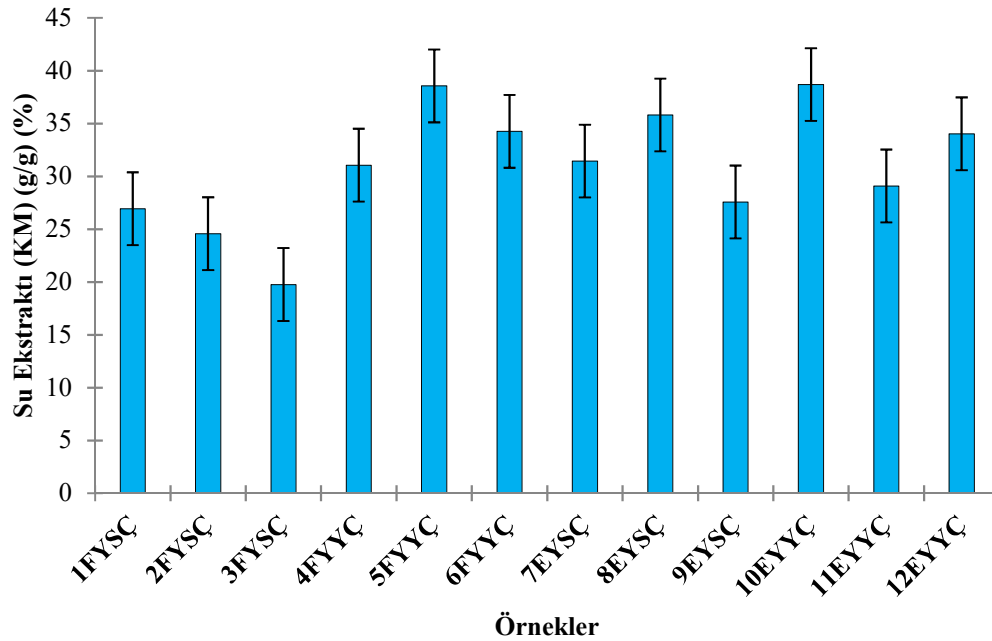
Siyah çayın kül içeriği, oksidasyon derecesi, çay bitkisinin spesifik çeşidi ve işleme teknikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Genel olarak siyah çayın kül içeriği, çay yapraklarının kuru ağırlığının yaklaşık %5.0 ila %7.0'si arasında değişir. Yeşil çaya benzer şekilde siyah çayın külü de öncelikle topraktan elde edilen minerallerden ve eser elementlerden oluşur. Ancak siyah çay külünün spesifik mineral bileşimi, oksidasyon süreci ve diğer faktörlere bağlı olarak biraz farklılık gösterebilir. Özetle, hem yeşil hem de siyah çay doğal bir bileşen olarak kül içerirken, oksidasyon süreci nedeniyle siyah çayda kül içeriği biraz daha yüksek olma eğilimindedir. Bununla birlikte, yeşil ve siyah çay arasındaki kül içeriğindeki farklar genellikle nispeten küçüktür ve her iki çay türü de dengeli bir beslenmenin parçası olarak gerekli mineralleri ve eser elementleri sağlar.

Çay hasadında sürgünler arası kül oranına bakıldığında en yüksek kül miktarı 3. Sürgün dönemi, en düşük 2. Sürgün dönemi çaylarda olmuştur. 3. Sürgün dönemi çaylarda kart kısım kül oranı diğer sürgün dönemlerinden daha yüksektir. Bundan dolayı etkin kıvrırma işlemi için daha çok basınç ve süreye ihtiyaç duyulur. Buna bağlı olarak 3. Sürgün dönemi çayların toplam kül içeriği yaş çaylarda en düşük iken, siyah çaylarda diğer sürgün dönemlerine göre en yüksek düzeydedir. Siyah çayın işlenmesi sırasında uygulanan kıvrırma prosesi ve işleme metodunun siyah çaya geçen mineral oranı üzerinde etkisini gösterir. Sürgün dönemleri bakımından kül fraksiyonları da toplam kül değerlerine benzer özellik gösterir (Nas. ve Gökalp., 1991).

Yapmış olduğumuz çalışmada analizleri gerçekleştirilen örneklerin % toplam analiz kül sonuçları Tablo 2'de ve bunlara ait sütun grafikleri Şekil 19'te verilmiştir. Örneklerdeki kül miktarı FYYÇ %4.92 ile EYYÇ%5.83 arasında değişmiştir. 3FYSC, 5FYYÇ, 6 FYSC, 10FYYÇ, 12FYYÇ numuneleri diğer numunelere kıyasla daha az kül barındırdığı tespit edildi. 1FYSC, 2FYSC, 3FYSC, FYYÇ, 5FYYÇ, 6FYYÇ, 7EYSC, 8EYSC, 9EYSC, 10EYYÇ, 11EYYÇ, 12EYYÇ kodlu örneklerin % toplam kül analiz sonuçları TGK siyah çay tebliğine (2015/30) uygun olduğu tespit edildi. Sri Lanka'da yapılan bir çalışmada yeşil çayda toplam kül içeriği 5.0-6.6% olarak tespit edilmiştir (Jayawardhane vd., 2016). Nepal'de yapılan bir çalışmada yeşil çayların içerdiği kül miktarı 5.52 ± 0.33 olarak saptanmış, siyah çaylarda ise 6.33 ± 0.51 oranında saptanmıştır (Yada., vd. 2000). Toplam kül analizinin diğer analizlerle olan korelasyonları Tablo 3' de verilmiştir.

3.3. % Su Ekstraktı (KM) Analiz Sonuçları

Çaydaki su ekstraktı miktarı, çay yaprakları suya batırıldığında ekstrakte edilen çözünür bileşikler ifade eder. Bu bileşikler polifenoller, kafeini, amino asitleri, vitaminleri ve mineralleri içerir. İşte siyah ve yeşil çaydaki su ekstraktı miktarı hakkında bazı bilgiler Yeşil çay tipik olarak siyah çaya kıyasla daha yüksek bir su ekstraktı içeriğine sahiptir. Bunun nedeni, yeşil çay yapraklarının minimum düzeyde oksidasyona ve işleme tabi tutulmasıdır, bu da yapraklarda bulunan çözünebilir bileşiklerin korunmasına yardımcı olur. Yeşil çayın su ekstraktı içeriği çayın türü, yetiştirme koşulları, işleme yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Ortalama olarak yeşil çay, çay yapraklarının kuru ağırlığının yaklaşık %30 ila %50'si arasında değişen bir su ekstraktı içeriğine sahip olabilir. Yeşil çaydaki su ekstraktı, polifenoller (kateşinler gibi), kafein, amino asitler (L-theanine gibi), vitaminler (C vitamini gibi) ve mineraller (potasyum ve manganez gibi) dahil olmak üzere çeşitli faydalı bileşikler içerir (Peker, 2015).



Şekil 20. Su ekstraktı sütun grafikleri

Siyah çay genellikle yeşil çaya göre daha düşük su ekstraktı içeriğine sahiptir. Bunun nedeni, siyah çayın tamamen oksidasyona (fermantasyona) maruz kalmasıdır; bu, çözünebilir bileşiklerin bir miktar bozulmasına ve bunların ekstrakte edilebilirliğinde bir azalmaya yol açabilir. Siyah çayın su ekstraktı içeriği, oksidasyon derecesi, çay bitkisinin spesifik çeşidi ve işleme teknikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

Ortalama olarak siyah çay, çay yapraklarının kuru ağırlığının yaklaşık %20 ila %40'ı arasında değişen bir su ekstraktı içeriğine sahip olabilir. Yeşil çayla karşılaştırıldığında daha düşük su ekstraktı içeriğine sahip olmasına rağmen siyah çay hala polifenoller, kafein, amino asitler, vitaminler ve mineraller dahil olmak üzere bir dizi çözünür bileşik içerir. Ancak bu bileşiklerin oranları oksidasyon süreci nedeniyle yeşil çayda bulunanlardan farklı olabilir. Minimum oksidasyon ve işleme nedeniyle genellikle siyah çaya kıyasla daha yüksek bir su ekstraktı içeriğine sahiptir. Her iki çay türü de tatlarına, aromalarına ve potansiyel sağlık yararlarına katkıda bulunan çeşitli çözünür bileşikler sağlar.

Yapmış olduğumuz çalışmada 4FYYÇ, 5FYYÇ, 6FYYÇ, 8EYSC, 10EYYÇ, 12EYYÇ aylarının ekstrakt değerleri diğer çayların ekstraktı değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. 1FYSC, 2FYSC, 3FYSC, 7EYSC, 9EYSC, 11EYYÇ ay numunelerinde ise daha düşük olduğu belirlendi. Yapmış olduğum çalışmada analizleri gerçekleştirilen örneklerin % su ekstraktı analiz sonuçları Tablo 2' de ve bunlara ait sütun grafikleri Şekil 20'te verilmiştir. Su ekstraktı analizi değerleri % 24.58-38.69 değerleri arasında değişmiştir. Su ekstraktı TKG 'ya göre kıyaslandığında siyah aylarda 1FYSC, 2FYSC, 3FYSC siyah çay numunelerinin beklenenin altında olduğu, yeşil aylarda 4FYYÇ ve 11EYYÇ yeşil çay numunelerinin de beklenen değerin altında olduğu tespit edildi. 5FYTC, 6FYYÇ, 7EYSC, 8EYSC, 9EYSC, 10EYYÇ, 12EYYÇ ay numunelerinin değerleri TKG' ya uygundur. Su ekstraktının diğer analizlerle olan korelasyonları Tablo 3'te verilmiştir.

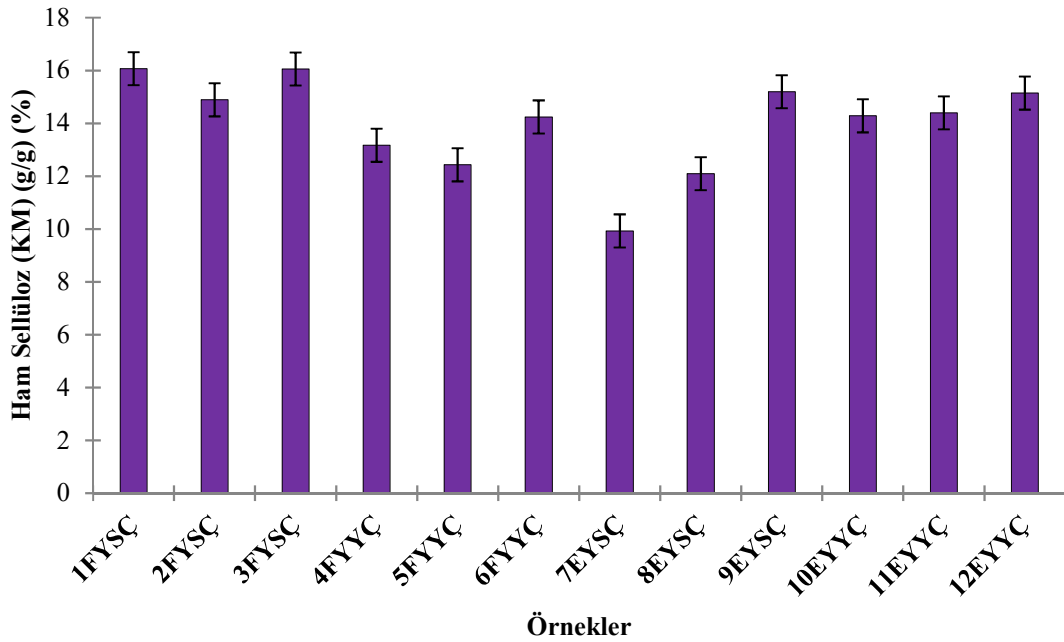
Su ekstraktı fabrika yapımı çaylarda el yapımına göre daha azdır. Bunun sebebi çay işleme esnasında prosesin akışında çayın özünde olan değerlerin bir kısmının kaybolmasıdır. Kıvrırma prosesi sırasında çay özünün yüksek miktarda açığa çıkmasıyla beraber daha sonrasında fermentasyon etme aşamasında yüksek miktarda nem kaybına uğrayan çayın ekstraksiyon değerinde azalma görülecektir. El yapımı çaylarda mekanik kıvrırmanın aksine elle yoğrulma işlemi sırasında daha az kayıp yaşanır ve çıkan ürünün ekstraksiyon değeri daha yüksek olur.

3.4.% Ham Selüloz (KM) Analiz Sonuçları

Ham selüloz, çay yapraklarında bulunan işlenmemiş selülozu ifade eder. Selüloz, bitkilerin hücre duvarlarında bulunan karmaşık bir karbonhidrattır ve bitki dokularının önemli bir yapısal bileşenidir. ay yaprakları selüloz içerirken, ıkesin miktar çay bitkisinin çeşidi, yetiştirme koşulları ve işleme yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak

değişiklik gösterebilir. Yeşil çay tipik olarak siyah çaya kıyasla daha yüksek miktarda ham selüloz içerir. Bunun nedeni, yeşil çayın minimum düzeyde oksidasyona ve işleme tabi tutulmasıdır; bu, selüloz içeriği de dahil olmak üzere çay yapraklarının doğal hücresel yapısının korunmasına yardımcı olur. Yeşil çaydaki ham selülozun kesin miktarı, yaprakların yaşı, kullanılan bitkinin kısmı (örneğin genç yapraklara karşı olgun yapraklar) ve tarımsal uygulamalar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Ortalama olarak yeşil çay, çay yapraklarının kuru ağırlığının yaklaşık %15 ila %25'i arasında değişen ham selüloz içerebilir. Selüloz çay yapraklarının yapısal bütünlüğüne katkıda bulunur ve sindirim sağlığına faydalı olan diyet lifi sağlar. Selülozun kendisi suda çözünmese de, demlenmiş yeşil çayın dokusunu ve ağızda bıraktığı hissi etkileyebilir.

Siyah çay genellikle yeşil çaya göre biraz daha az miktarda ham selüloz içerir. Bunun nedeni, siyah çayın hücresel yapıların bir miktar bozulmasına ve ham selüloz miktarının azalmasına yol açabilen tam oksidasyona (fermantasyon) maruz kalmasıdır (Gürses, 1982).



Şekil 21. Ham selüloz oranı sütun grafikleri

Tablo 3. Fiziksel, kimyasal, toplam fenolik analiz sonuçlarına ait korelasyonlar

Değişkenler	Nem Oranı (%)	Kuru Madde (%)	Toplam Kül (KM)(%)	Su Ekstraktı (KM)(%)	Ham Selüloz (KM) (%)	% 10 HCl Çözünmeyen Kül (KM)(%)	Suda Çözünen Kül (Toplam Küle Göre) (%)	Suda Çözünmeyen Kül (Toplam Küle Göre) (%)	Suda Çözünen Külde Alkalilik (KOH Cinsinden) (Kuru Maddede) (%)	Kafein (%)	Toplam Fenolik (KM) (%)	Toplam Toz Çay g/g %	% Toplam Kateşin (KM)
Nem Oranı (%)	1	-1.000	-0.220	-0.426	0.191	-0.229	-0.390	0.390	-0.267	0.110	-0.367	0.452	-0.449
Kuru Madde (%)		1	0.220	0.426	-0.191	0.229	0.390	-0.390	0.267	-0.110	0.367	-0.452	0.449
Toplam Kül (KM)(%)			1	-0.355	-0.148	0.932	0.320	-0.320	0.230	-0.138	-0.387	-0.157	-0.154
Su Ekstraktı (KM) (%)				1	-0.447	-0.238	0.262	-0.262	0.044	0.385	0.595	-0.203	0.602
Ham Sellüloz (%)					1	-0.233	-0.558	0.558	-0.270	-0.570	-0.151	-0.141	-0.278
% 10 HCl'de Çözünmeyen Kül (KM)(%)						1	0.259	-0.259	0.232	-0.004	-0.237	-0.213	-0.052
Suda Çözünen Kül (Toplam Küle Göre) %)							1	-1.000	0.304	0.120	-0.118	-0.109	0.175
Suda Çözünmeyen Kül (Toplam Küle Göre) (%)								1	-0.304	-0.120	0.118	0.109	-0.175
Suda Çözünen Külde Alkalilik (KOH Cinsinden) (KM) (%)									1	0.308	-0.002	0.146	0.060
Kafein (%) (KM)										1	0.391	0.195	0.400
Toplam Fenolik (KM)(%)											1	-0.239	0.814
Toplam Toz Çay %												1	-0.466
% Toplam Kateşin (KM)													1

Koyu renkli r korelasyon katsayıları, 0.05 olasılıktaki önem düzeyini göstermektedir.

Siyah çaydaki ham selülozun kesin miktarı, oksidasyon derecesi, çay bitkisinin spesifik çeşidi ve işleme teknikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Ortalama olarak siyah çay, çay yapraklarının kuru ağırlığının yaklaşık %10 ila %20'si arasında değişen ham selüloz içerebilir.

Yeşil çayla karşılaştırıldığında biraz daha az ham selüloz içermesine rağmen, siyah çay yine de diyet lifi ve selüloz tüketimiyle ilişekli diğer sağlık yararlarını sağlar. Demlenmiş siyah çayın dokusu ve ağızda bıraktığı his, selüloz ve diğer bitki liflerinin varlığından etkilenebilir.

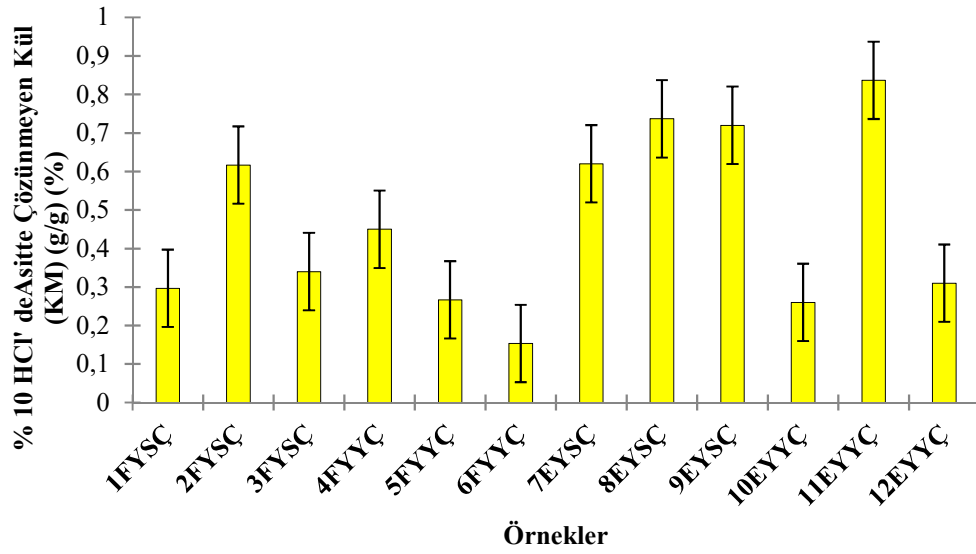
Hem yeşil hem de siyah çay, bitki hücre duvarlarından elde edilen doğal bir bileşen olarak ham selüloz içerir. Yeşil ay genellikle siyah çaya kıyasla biraz daha yüksek miktarda ham selüloz içerirken, her iki çay türü de diyet lifi alımına katkıda bulunur ve selüloz tüketimiyle ilişekli çeşitli sağlık yararları sağlar.

Yapmış olduğumuz çalışmada ham selüloz 4FYY, 5FYY, 8EYS numunelerinin ham selüloz miktarı diğer çay numunelerine göre daha azdır. Ham selüloz analiz sonuçları Tablo 2' de ve bunlara ait sütün grafikleri Şekil 21'da verilmiştir. Ham selüloz miktarları %12.10-16.07 arasında değişmektedir. Yapılan bir çalışmada farklı bölgelerden gelen çayların selüloz miktarlarının % 14.33-20.27 değerleri arasında değiştii gözlemlenmiştir (Ofloğlu, 2019). aydaki selüloz miktarı farklı sürgün dönemlerindeki hasada bağlıdır. Fabrika yapımı çaylarda genellikle hammadde belirli standartta olmaz. Bu sebeple çayın içerisindeki sap, lif ayırımı yeteri kadar olmaz. Üretilen ayların selüloz miktarı genellikle daha yüksek olur. El yapımı çaylarda ise en taze sürgün yaprakları kullandığı için içerisinde sap, lif çok az miktarda bulunur. Bu sebeple fabrika yapımı çaya göre daha az selüloz içerir. TKG' ya göre tüm çay numunelerinin ham selüloz değeri uygundur. Ham selüloz analizinin diğer analizlerle olan korelasyonları Tablo 3' de verilmiştir.

3.5. %10 HCl  z nmeyen K l (KM) Analiz Sonuçları

aydaki %10 HCl' de çözünmeyen k l içeriği, organik maddenin çoğunu ve bazı inorganik bileşenleri çözen ve geride esas olarak silika ve diğerlerini bırakan %10'luk hidroklorik asit (HCl)  zeltisiyle işlemden geçirildikten sonra çay yapraklarının kalan kısmını ifade eder. Yeşil ay tipik olarak siyah çaya kıyasla %10 daha düşük HCl çözünmeyen k l içeriğine sahiptir. Bunun nedeni, yeşil çayın minimum düzeyde oksidasyona ve işleme tabi tutulmasıdır, bu da çay yapraklarının organik bileşenlerinin korunmasına yardımcı olur. Yeşil ayın %10 HCl çözünmeyen k l içeriği çayın türü,

yetiştirme koşulları, işleme yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Kızıllı, 2020).



Şekil 22. %10 HCl'de çözünmeyen kül oranı sütun grafikleri

Ortalama olarak yeşil çay, çay yapraklarının kuru ağırlığının yaklaşık %0.5 ila %1.5'i arasında değişen %10 HCl'de çözünmeyen kül içeriğine sahip olabilir. Yeşil çaydaki çözünmeyen kül, esas olarak topraktan türetilen ve büyüme sırasında çay bitkisi tarafından emilen silika gibi mineral bileşiklerinden oluşur. Diğer eser mineraller de daha küçük miktarlarda mevcut olabilir.

Siyah çay genellikle yeşil çayla karşılaştırıldığında biraz daha yüksek %10 HCl çözünmeyen kül içeriğine sahiptir. Bunun nedeni, siyah çayın tamamen oksidasyona (fermantasyona) maruz kalmasıdır, bu da organik maddenin bir miktar bozulmasına ve mineral içeriğinde artışa yol açabilir. Siyah çayın %10 HCl çözünmeyen kül içeriği, oksidasyon derecesi, çay bitkisinin spesifik çeşidi ve işleme teknikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ortalama olarak siyah çay, çay yapraklarının kuru ağırlığının yaklaşık %0.6 ila %2.0'ı arasında değişen %10'luk HCl'de çözünmeyen kül içeriğine sahip olabilir. Yeşil çaya benzer şekilde, siyah çaydaki çözünmeyen kül, temel olarak silika gibi mineral bileşiklerin yanı sıra topraktan emilen diğer eser minerallerden oluşur. Bu minerallerin oranları, yetiştirme koşulları ve tarım uygulamaları gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Albayrak, 2018).

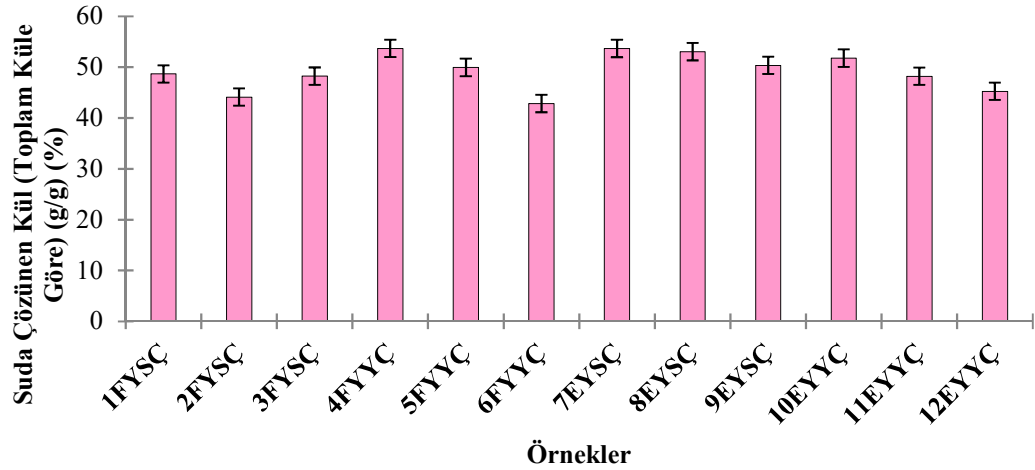
Hem yeşil hem de siyah çay, büyüme sırasında çay bitkisi tarafından emilen mineral bileşiklerden elde edilen doğal bir bileşen olarak %10 oranında HCl'de

çözünmeyen kül içerir. Siyah çay genellikle yeşil çayla karşılaştırıldığında biraz daha yüksek çözünmeyen kül içeriğine sahip olsa da, her iki çay türü de dengeli bir beslenmenin parçası olarak gerekli mineralleri ve eser elementleri sağlar.

Yapılan çalışmada 7 EYSC, 8 EYSC, 9EYSC, 11EYYÇ çay numunelerinde %10 oranında HCL 'de çözünmeyen kül içeriği 1FYSC,2 FYSC,3 FYSC,4 FYYÇ,5FYYÇ, 6 FYYÇ,10 EYYÇ,12EYYÇ kodlu numunelere göre daha yüksek oranda olduğu tespit edildi. Analiz sonuçları Tablo 2' de ve bunlara ait sütun grafikleri Şekil 22'da verilmiştir. TGK' ya göre çay numunelerinin %10 HCL' de çözünmeyen kül içeriği uygun bulundu. %10 HCL' de çözünmeyen kül içeriği analizinin diğer analizlerle olan korelasyonları Tablo 3' de verilmiştir.

3.6.% Suda Çözünen ve Çözünmeyen Kül (Toplam Küle Göre) Analiz Sonuçları

Çaydaki suda çözünen ve çözünmeyen kül miktarı, çay yapraklarının kalitesini ve saflığını değerlendirmek için kullanılan önemli bir parametredir. Suda çözünen kül, külün suda çözünen kısmını ifade eder. Esas olarak çay yapraklarından ekstrakte edilebilen çözünebilir mineral tuzları ve diğer bileşiklerden oluşur. Suda çözünür kül içeriği tipik olarak toplam kül içeriğinin yüzdesi olarak ifade edilir.



Şekil 23. Suda çözünen kül oranı (toplam küle göre) sütun grafikleri

Suda çözünen külün ağırlığının toplam külün ağırlığına bölünmesi ve 100 ile çarpılmasıyla hesaplanır. Hem siyah hem de yeşil çayda suda çözünebilen kül içeriği

çayın türü, yetiştirme koşulları, işleme yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir

Ortalama olarak, çaydaki suda çözünür kül içeriği nispeten düşüktür; tipik olarak toplam kül içeriğinin yaklaşık %20 ila %40'ı arasında değişir. Suda çözünür kül, demlenmiş çayın lezzetine ve aromasına katkıda bulunur ve diğerlerinin yanı sıra potasyum, kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi mineral tuzları içerebilir.

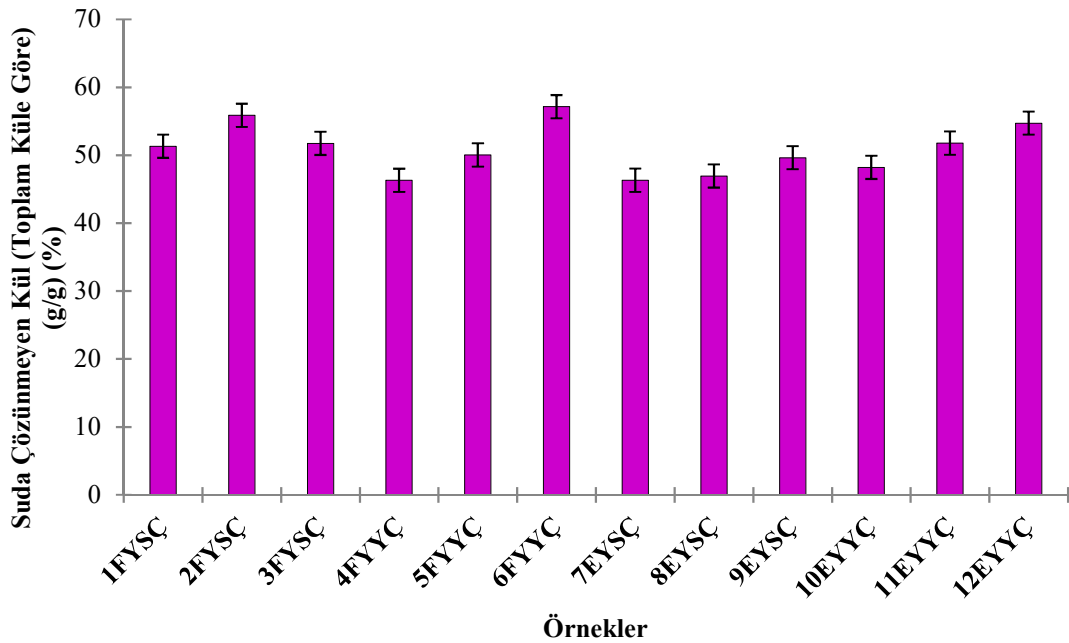
Suda çözünmeyen kül, külün suda çözünmeyen kısmını ifade eder. Esas olarak silika ve diğer inert malzemeler gibi çözünmeyen mineral bileşiklerinden oluşur. Suda çözünebilen küle benzer şekilde, suda çözünmeyen kül içeriği de toplam kül içeriğinin yüzdesi olarak ifade edilir. Suda çözünmeyen külün ağırlığının toplam külün ağırlığına bölünmesi ve 100 ile çarpılmasıyla hesaplanır. Çaydaki suda çözünmeyen kül içeriği tipik olarak suda çözünen kül içeriğinden daha yüksektir. Bunun nedeni çay yapraklarının önemli miktarda silika ve topraktan elde edilen diğer çözünmeyen mineralleri içermesidir. Çayda bulunan toplam külün % 56.4-58.5'i suda çözünebilir küldür.

Sri Lanka 'da yapılan bir çalışmada yeşil çaylarda suda çözünen kül miktarı 44.6-61.2% olarak tespit edilmiştir (Jayawardhane vd., 2016). Yapılan çalışmada 4FYSC, 7EYSC, 8EYSC, 9EYSC, 10EYYC çay numunelerinin suda çözünen kül miktarı diğer numunelere göre daha fazladır. El yapımı çaylarda işleme sırasındaki kimyasal kayıp daha az olduğu için suda çözünen kül daha fazladır. TKG' ya göre 2FYSC çay numunesi beklenen değerin altında tespit edildi. Diğer numunelerin değerleri ise TKG' ya uygun bulundu. Analiz sonuçları Tablo 2' de ve bunlara ait sütun grafikleri Şekil 23 ve 24'te verilmiştir.

Hem siyah hem de yeşil çayda suda çözünmeyen kül içeriği, oksidasyon derecesi, çay bitkisinin spesifik çeşidi ve işleme teknikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ortalama olarak, çaydaki suda çözünmeyen kül içeriği tipik olarak toplam kül içeriğinin yaklaşık %60 ila %80'i kadardır. Suda çözünmeyen kül, demlenmiş çayın dokusuna ve ağız hissine katkıda bulunur ancak tadını veya aromasını önemli ölçüde etkilemez.

Hem siyah hem de yeşil çay, büyüme sırasında çay bitkisi tarafından emilen mineral bileşiklerden türetilen doğal bileşenler olarak suda çözünür ve suda çözünmeyen kül içerir. Suda çözünen ve suda çözünmeyen külün oranları çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir ancak bunlar çay yapraklarının kalitesini ve saflığını değerlendirmek için kullanılan temel parametrelerdir. Çay demlendikten sonra liköre geçmeyerek posada kalan kül miktarı, bir anlamda suda çözünmeyen kül miktarının özdeşi olabilmektedir.

Ancak posada belirlenen kül miktarının kül elde edildikten sonra suda çözündürülerek elde edilen suda çözünmeyen külden daima yüksek olduğu tespit edilmiştir.

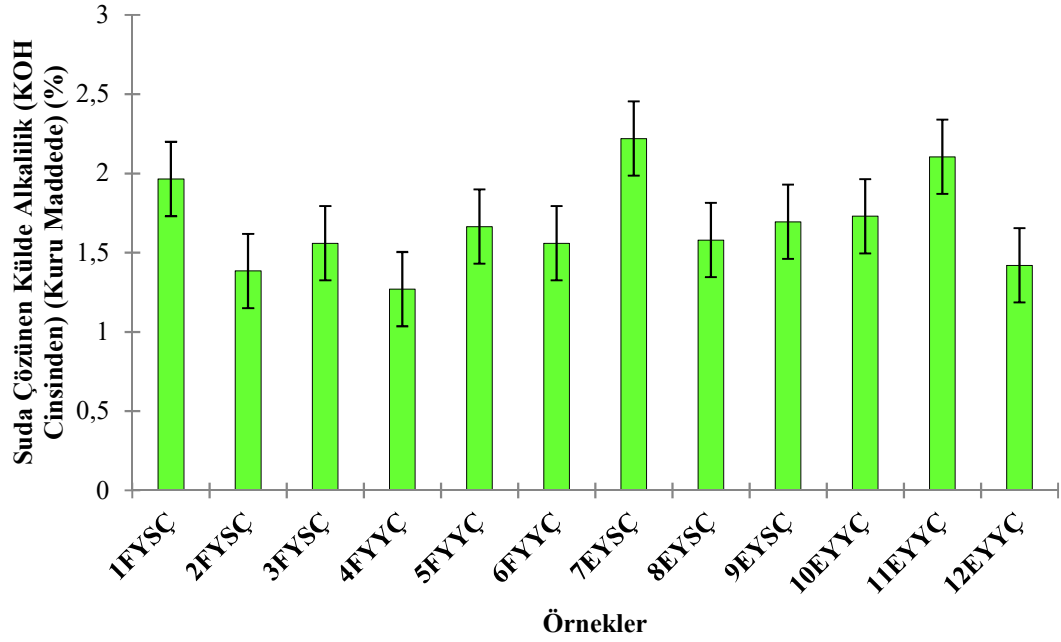


Şekil 24. Suda çözünmeyen kül oranı (toplam küle göre) sütun grafikleri

Bu durum metot farklılığından kaynaklansa bile tüketici tarafından vücuda alınan suda çözünen kül miktarı toplam kül ile posada bulunan kül miktarından farklı olduğundan tüketici bardağına geçen mineral düzeyinin belirlenmesinde önem taşır. Deme geçen kül miktarı külün sulandırılması metodu ile saptanan kül miktarından oldukça düşüktür. İncelenen örneklerde posada kül miktarı % 3.37-4.51 arasındadır. Suda çözünmeyen kül miktarı % 2.48-4.33 arasında değişim göstermiştir(Nas ve Gökalp, 1991).

3.7. Suda Çözünen Külde Alkalilik (KOH Cins. Kuru Maddede) Analiz Sonuçları

Çaydaki suda çözünür küldeki alkalilik, suda çözünen ve çözeltilinin pH'ına katkıda bulunan karbonatlar, bikarbonatlar ve hidroksitler gibi alkali maddelerin varlığını ifade eder. Yeşil çay tipik olarak suda çözünebilir kül fraksiyonunda belirli bir seviyede alkalilik içerir. Bu alkalilik, çay yapraklarında bulunan potasyum karbonat, kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat gibi çeşitli mineral tuzlardan ve bileşiklerden elde edilir. Yeşil çaydaki suda çözünür küldeki alkaliliğin kesin miktarı çayın türü, yetiştirme koşulları ve işleme yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir.



Şekil 25. Suda çözünen külde alkalilik oranı sütun grafikleri

Alkalinite seviyeleri aynı zamanda toprak bileşiminden ve tarımsal uygulamalardan da etkilenebilir. Suda çözünür küldeki alkalilik, demlenmiş yeşil çayın genel lezzet profiline katkıda bulunur. Özellikle farklı su kaynakları veya demleme yöntemleriyle demlendiğinde çayın algılanan tadını ve ağız hissini etkileyebilir. Suda çözünen küldeki alkalinitenin analiz edilmesi, yeşil çayın mineral bileşimi hakkında değerli bilgiler sağlar ve çayın kalitesini ve orijinallliğini değerlendirmek için kullanılabilir.

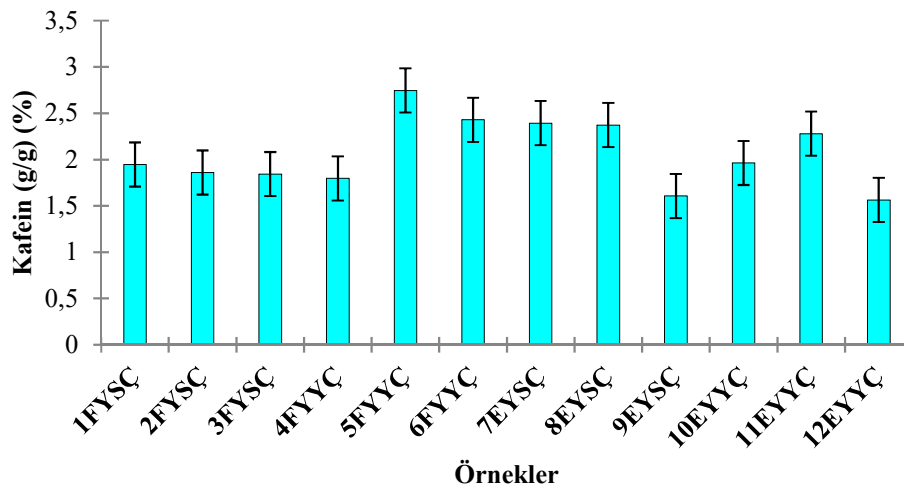
Siyah çay ayrıca suda çözünen kül fraksiyonunda alkalilik içerir, ancak seviyeler yeşil çaya göre değişebilir. Siyah çaydaki alkalinite, çay yapraklarında bulunan karbonatlar, bikarbonatlar ve hidroksitler gibi benzer mineral tuzlarından ve bileşiklerden elde edilir. Yeşil çayda olduğu gibi, siyah çaydaki suda çözünür küldeki alkaliliğin kesin miktarı, oksidasyon derecesi, çay bitkisinin spesifik çeşidi ve işleme teknikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Suda çözünen küldeki alkalilik, demlenmiş siyah çayın lezzetine ve karakterine katkıda bulunur. Siyah çayla ilişkilendirilen kendine özgü tat ve aromayı yaratmak için çaydaki polifenoller ve amino asitler gibi diğer bileşenlerle etkileşime girer. Suda çözünür küldeki alkalinitenin izlenmesi, siyah çay üretiminde tutarlılık ve kalitenin sağlanmasına yardımcı olur çünkü alkalinitedeki değişiklikler demlenmiş çayın duyuşal özelliklerini etkileyebilir.

Hem siyah hem de yeşil çay, çay yapraklarında bulunan mineral tuzlardan ve bileşiklerden türetilen suda çözünebilir kül fraksiyonlarında alkalilik içerir. Alkalinite,

demlenmiş çayın lezzetine, aromasına ve genel kalitesine katkıda bulunur, bu da onu çay analizinde ve kalite kontrolünde dikkate alınması gereken önemli bir parametre haline getirir. Adana’ da yapılan bir çalışmada suda çözünmeyen külde alkalilik 1.61-1.64 değerleri arasında tespit edilmiştir (Ofloğlu, 2019). Yapılan çalışmada 7EYSÇ ve 11EYYÇ çay numunelerinin değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edildi. TKG’ya göre çıkan sonuçlar beklenen aralıktadır.

3.8. % Kafein Analiz Sonuçları

Kafein, çay bitkisi *Camellia sinensis* de dahil olmak üzere çeşitli bitki türlerinde bulunan doğal bir uyarıcıdır. Kafein, çay yapraklarında temsili bir metabolittir. Kafein içeren bitki türleri arasında çay yaprakları nispeten yüksek miktarlara sahiptir ve çay yaprağı kuru ağırlığının yaklaşık olarak %2.0-3.0' lük oluşturmaktadır.



Şekil 26. Kafein oranı sütun grafikleri

Birden fazla biyolojik işlevi olan kafein, bitkisel organları zararlı böceklerden ve patojenlerden korumak ve üreme organları için faydalı tozlayıcıları çekmek gibi bitkilerin vejetatif büyümelerinde ve üremelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Kafein, bitkileri hasara karşı koruyan, özellikle biyotik streslere karşı direnç sağlayan bir kimyasal olarak geniş çapta tanınmaktadır (Namlı, 2023). Yeşil çay genellikle siyah çaya göre daha düşük düzeyde kafein içerir. Bunun nedeni, yeşil çayın işlem sırasında minimum düzeyde oksidasyona uğramasıdır. Bu da çay yapraklarının kafein de dahil olmak üzere doğal bileşiminin korunmasına yardımcı olur. Yeşil çaydaki kafein içeriği çayın türü, yetiştirme koşulları, işleme yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Yeşil çaydaki kafein, uyarıcı etkilerine katkıda bulunur ve çay yaprağının bitki üzerindeki konumu

(örneğin, genç yapraklar daha fazla kafein içirme eğilimindedir), demleme sıcaklığı ve demleme süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Bazı insanlar yeşil çayı daha düşük kafein içeriği nedeniyle tercih eder, bu da onu kafeine duyarlı olanlar veya alımını azaltmayı tercih edenler için uygun bir seçenek haline getirir. Siyah çay genellikle yeşil çaya göre daha yüksek düzeyde kafein içerir. Bunun nedeni, siyah çayın işlem sırasında tam oksidasyona (fermantasyona) maruz kalmasıdır; bu, bazı bileşiklerin parçalanması nedeniyle kafein seviyelerinin artmasına neden olabilir.

Siyah çaydaki kafein içeriği çayın türü, yetiştirme koşulları, işleme teknikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Siyah çaydaki kafein, uyarıcı etkilerine katkıda bulunur ve çay yaprağının bitki üzerindeki konumu, demleme sıcaklığı, demleme süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bazı insanlar, daha yüksek kafein içeriği nedeniyle siyah çayı tercih eder, bu da onu daha canlandırıcı bir içecek arzulayanlar veya kafein desteğine ihtiyaç duyanlar için uygun bir seçenek haline getirir.

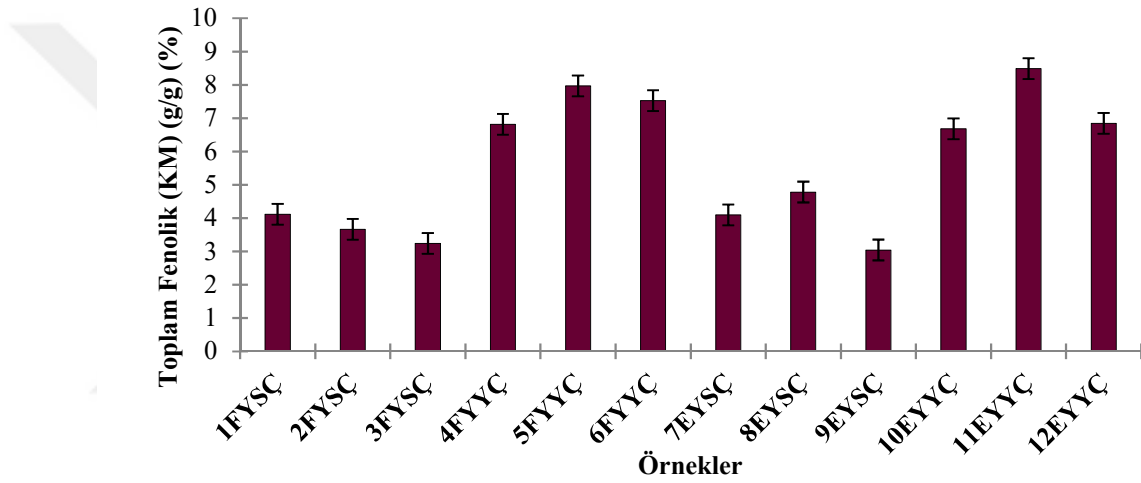
Hem siyah hem de yeşil çay, çay bitkisinden elde edilen doğal bir bileşen olarak kafein içerir. Ancak siyah çay, işleme yöntemlerindeki farklılıklar nedeniyle genellikle yeşil çaya kıyasla daha yüksek düzeyde kafein içerir. Kafein içeriği çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir ve bireyler, kafein tercihlerine ve toleranslarına göre siyah ve yeşil çay arasında seçim yapabilir. Atalay ve Erge tarafından (2017) Türk çayları üzerine yapılan bir çalışmada siyah çaylarda kafein yeşil çaylarda 17.37 ± 0.27 değerinde, siyah çaylarda ise 22.34 ± 0.88 olduğu tespit edilmiştir. Adana’ da yapılan bir çalışmada incelenen bir grup siyah çayın kafein miktarlarının $\%1.66-2.59$ değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Ofloğlu, P., 2019). Kuru çayda kafein $\%1.24-4.65$ oranında bulunur. Çaylarda kafein miktarları yaprak sıra ve yaşına göre değişir. Filiz ve yapraklarda kafein $\%4$ olmasına rağmen dallarda $\%1$ daha kalın dallarda ise $\%1$ ’ den azdır (Gürses ve Artık, 1981).

Yapılan çalışmada siyah çay numunelerinin kafein oranının yeşil çaylara göre daha fazla çıktığını gözlemledik. Kafein miktarındaki farklılıklar çayın çeşidine, toplanma dönemine, ne kadar demlendiğine ve bölgesine bağlıdır. Yeşil çaylar ise daha az kafein içerdiği için gün içinde içilmeye daha uygun bir çay grubudur. Fabrika üretimi siyah çaylarda nispeten daha fazla kafein vardır. El yapımı çaylarda oksidasyon aşaması fabrika yapımındaki gibi değildir. Bu sebeple kafein miktarı bakımından aralarında fark vardır. Analiz sonuçları Tablo 2’de ve bunlara ait sütun grafikleri Şekil 26’da verilmiştir. Çalışmada bulduğum sonuçlarda 12EYYÇ numunesi beklenen değer altında olup,

1FYSC, 2FYSC, 3FYSC, 4FYC, 5FYC, 6FYC, 7EYSC, 8EYSC, 9EYSC, 10EYC, 11EYC numuneleri TKG' ya uygun değer aralığındadır.

3.9. % Toplam Polifenol Analiz Sonuçları

ay yapraklarında bol miktarda polifenol bulunur. Polifenoller ayın lezzetine, aromasına katkı sağlayan ve sağlık açısından yararlı doğal bileşiklerdir. Yeşil aylar, yüksek miktarda polifenol içeren bir tür flavonoid olan kateşinlerdir. Mart sonu, Nisan başı, Nisan sonu ve Mayıs ayı başında toplanan çay sürgünlerinden üretilen yeşil çaylar polifenol içeriği bakımından kıyaslandıklarında en yüksek polifenol içeriğinin Nisan sonu toplanan sürgün yapraklarından elde edilen yeşil çaylarda olduğu kaydedilmiştir. (Namlı, 2023).



Şekil 27. Toplam polifenol sütün grafikleri

Yeşil çaydaki toplam polifenol miktarı çayın cinsine, yetiştirilme şekline, işlenme şartlarına, demlenme tekniğine bağlı olarak değişir. Ortalama olarak yeşil çay, 100 gram kuru çay yaprağı başına yaklaşık 1000 ila 2000 miligram arasında değişen toplam polifenol bulundurabilir. Epigallokateşin gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin galat (ECG) ve epikateşin (EC) gibi kateşinler, yeşil çayda en çok bulunan polifenoller arasındadır. Yeşil çaydaki yüksek polifenol içeriğinin, antioksidan özelliklerine ve kardiyovasküler sağlık, bağışıklık desteği ve anti inflamatuvar etkiler dahil olmak üzere potansiyel sağlık yararlarına katkıda bulunduğuna inanılmaktadır.

Siyah ay da polifenoller içerir. Ancak toplam polifenol içeriği, üretim sırasındaki oksidasyon (fermantasyon) işleminin nedeniyle yeşil çaya kıyasla daha düşük olma eğilimindedir. Siyah çaydaki toplam polifenol içeriği çayın türü, yetiştirme koşulları,

işleme teknikleri, demleme yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Ortalama olarak siyah çay, 100 gram kuru çay yaprağı başına yaklaşık 500 ila 1000 miligram arasında değişen toplam polifenol seviyeleri içerebilir. Siyah çaydaki baskın polifenoller arasında taze çay yapraklarında bulunan kateşinlerden oksidasyon işlemi sırasında oluşan theaflavinler ve thearubiginler bulunur. Siyah çay genellikle yeşil çayla karşılaştırıldığında daha düşük polifenol seviyelerine sahip olsa da kalp sağlığını desteklemek ve bazı kronik hastalık riskini azaltmak gibi sağlık açısından faydalar sağlayabilecek antioksidan bileşikler yine de sağlar. Polifenoller antioksidan özellikleri ile hücrelerde oluşan serbest radikalleri etkisiz hale getirerek vücuttaki hasarı azaltır. Vücudun savunma mekanizmalarını güçlendirerek, bağışıklık sistemini destekler. Beyin sağlığı, cilt sağlığı, kalp sağlığı, diyabet ve obezite kontrolü için faydalıdır.

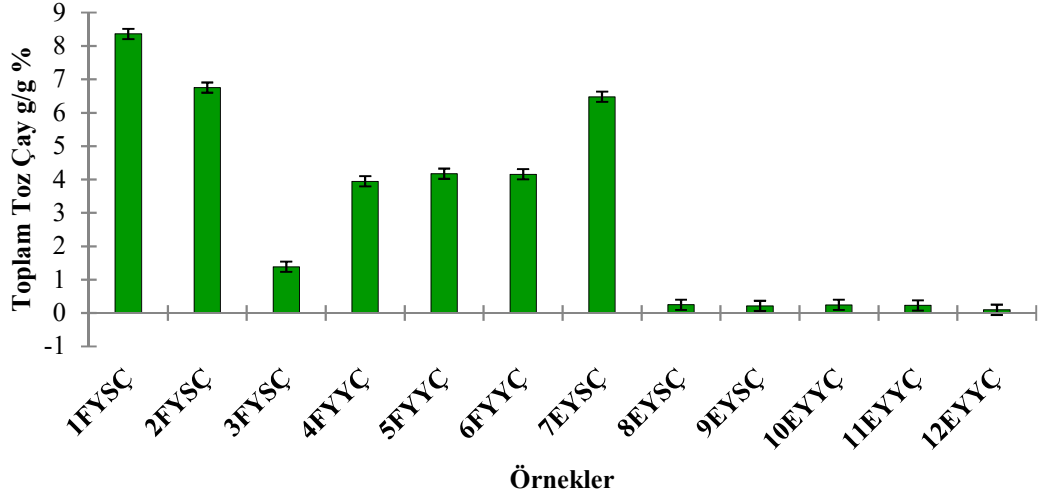
Hem siyah hem de yeşil çay polifenoller içerir; yeşil çay, işleme yöntemlerindeki farklılıklar nedeniyle tipik olarak siyah çayla karşılaştırıldığında daha yüksek toplam polifenol seviyelerine sahiptir. Spesifik polifenol bileşimi ve içeriği çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir ve her iki çay türü de polifenol içeriğiyle ilişkili potansiyel sağlık yararları sunar. Sri Lanka 'da yapılan bir çalışmada yeşil çayların toplam polifenol içeriği 12.7-21.4% değerinde bulunmuştur (Jayawardhane vd., 2016). Yapılan bir çalışmada bir grup siyah çayda % toplam polifenol %11.52-16.93 değerleri arasında tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada toplam polifenol değerleri yeşil çaylarda daha fazla çıkmıştır. El yapımını yeşil çay grubunda ise daha da fazladır. Bunun sebebi fermentasyon sırasında polifenollerin okside olup miktarının azalmasıdır. Fabrika yapımında çaylarda mekanik işlemeden dolayı kayıplar yaşanabilmektedir. TGK' ya göre toplam polifenol yeşil çaylar için beklenen değerin altında çıkmıştır. 4FYYÇ, 5FYYÇ, 6FYYÇ, 10EYYÇ, 11EYYÇ, 12EYYÇ yeşil çay numuneleri beklenenin altındadır.

3.10. % Toplam Toz Çay Analiz Sonuçları

Siyah ve yeşil çaylarda izin verilen maksimum toz çay yüzdesine ilişkin Türk Gıda Kodeksi (TGK) düzenlemelerinde Siyah ve yeşil çaylarda izin verilen maksimum toz çay yüzdesi %14'tür. Siyah ve yeşil çay filtre torbalarında izin verilen maksimum çay tozu yüzdesi %35'tir.

Bu düzenlemelerin, çayın lezzetini ve genel kalitesini etkileyebilecek toz çayın aşırı kullanımını önlemek amacıyla, gevşek çay ve çay poşetlerinin kalitesini ve orijinallliğini sağlamak için iyi bir kalite parametresidir.



Şekil 28. Toplam toz çay oranı sütun grafikleri

Yapılan bir çalışmada piyasa sürülen Türk çaylarının % toz miktarları en az %15.8 en fazla %39.2 ve ortalama %30.15 olarak bulunmuştur(Poyrazoğlu ve Gürses, 1991). Türk Gıda Kodeksine göre çay standardının toz çay değeri ise en çok %14' tür. Yapılan çalışmada % toplam toz çay miktarı % 0.10-8.36 değerleri arasında çıkmıştır (Tablo2). 1FYSC, 2FYSC, 3FYSC, 4FYVC, 5FYVC, 6FYVC çay numunelerinin % toplam çay analiz sonuçları 7EYSC, 8EYSC, 9EYSC, 10EYVC, 11EYVC, 12EYVC göre daha yüksektir. Bulmuş olduğum değerler TKG' ya göre beklenen aralıktadır. Değerler arasında gözlemlenen farklılıklar hammadde alımı, hammaddeyi işleme aşamasında gerçekleşen durumlardan kaynaklanmaktadır. Toplam toz çay ile ilgili sonuçları Tablo 2' de ve bunlara ait sütun grafikleri Şekil 27'de verilmiştir.

3.11. Duyusal Analiz Sonuçları

Siyah ve yeşil çayların duysal değerlendirilmesi, görünüm, aroma, tat ve ağızda bıraktığı his gibi çeşitli özelliklerin değerlendirilmesini içerir. Çay likörünün rengini ve berraklığını değerlendirilmiştir. Tortu veya partikül varlığına dikkat edilmiştir. Demlenen çay yapraklarının rengini ve görünümünü değerlendirilmiştir. Aromayı değerlendirmek için demlemeden önce kuru yaprakları koklanmıştır. Demlendikten sonra demlenen çayın aromasını değerlendirilmiştir.

Tablo 4. Yeşil çayda kalite derecesi

Numune	4FYYÇ	5 FYYÇ	6 FYYÇ	10EYYÇ	11 EYYÇ	12 EYYÇ
Dem (Renk)	82	87	84	99	142	129
Aroma	105	132	134	128	152	135
Kalite	135	175	152	162	194	231
Posa	40	54	48	29	49	58
Görünüm	41	52	54	40	49	61

Tatlılık, acılık, burukluk ve diğer tat notları dahil olmak üzere tat profilini değerlendirilmiştir. Tatların dengesini ve bunların ilk yudumdan bitişe kadar nasıl geliştiğini düşünülmüştür. Malt (siyah çay için) veya bitkisel/çimenli (yeşil çay için) gibi spesifik tat özelliklerine dikkat edilmiştir. Çayın ağızdaki yapısını ve dokusunu değerlendirildi. Bazı çaylarda, özellikle de yeşil çaylarda daha belirgin olan burukluk veya kuruluk seviyesine dikkat edildi. Çay likörünün damağı kaplarken pürüzsüzlüğünü veya pürüzlülüğünü düşünüldü. Duyusal değerlendirme sırasında, değerlendirmelerde tutarlılığı sağlamak için standartlaştırılmış prosedürlerin kullanıldı. Bu, tadım kaplarının kullanılmasını ve su sıcaklığı ve demleme süresi gibi standart demleme parametrelerine dikkat edildi. Ek olarak, eğitimli bir değerlendirici panelistler, güvenilir ve doğru değerlendirmelerin yapılmasına yardımcı olmuştur.

Yapılan çalışmada yeşil çay numunelerinin kalite derecelerini belirlerken dem(renk), aroma, kalite, posa ve görünüm açısından değerlendirildiğinde en yüksek puanlamayı 12EYYÇ alırken, en düşük puanlamayı 4FYYÇ numunesi aldı (Tablo 4). Sonuçlar incelendiğinde tüm parametreler doğru orantılı artış göstermiştir. Genel bir değerlendirme yapacak olursak yeşil çaylar panelistlerden beğenisini almıştır.

Tablo 5. Siyah çayda dem rengine göre puanlamalar

Para Metreler	Karakteristik Skor	1FYSC	2 FYSC	3 FYSC	7 EYSC	8 EYSC	9 EYSC
Renk	Çok koyu renk (5)						
	Koyu (4)						
	Ortalama renk (3)	24	24	24	24	24	24
	Açık renk (2)						
	Çok açık renk (1)						
Burukluk	Çok kuvvetli (5)						
	Kuvvetli (4)	12	12	16	12		
	Ortalama (3)	12		12	12	12	24
	Zayıf (2)	2	6		2	8	
	Çok Zayıf(1)		2				
Kalite	Güzel kalite (5)						
	Ortalama kalite (4)				24	24	24
	Düşük kalite (3)	18	18	18	6	6	6
	Çok az kalite (2)						
	Kalitesiz (1)	1					
TOPLAM PUAN		69	62	70	80	74	78

Siyah çayda dem rengine göre yapılan puanlamada renk, burukluk ve kaliteye bakılmıştır. 8EYSC çay numunesi en yüksek puanlamayı almıştır. En düşük puanlamayı 2FYSC çay numunesi almıştır (Tablo 5) . Aralarındaki puanlama farkının en büyük sebebi çayın işlenme biçiminden kaynaklanmaktadır. Fabrika yapımı çaylarda mekanik işleme yapıldığı için ortaya çıkan üründe bazı kalite kayıpları el yapımı çaylara göre fazla olmaktadır.

Gıdaların renk, tekstür, renk, görünüş, lezzet vb. gibi kendine özgü duyuşsal karakteristikleri vardır. Bunlar duyuşsal karakteristikleri oluştururlar. Bir ürünün duyuşsal kalitesi o ürünü tüketicinin tercih etmesinde satın almasında ve beğenerek tüketmesinde önemli rol oynar. Enstrümantel, fiziksel ve kimyasal metotlar kullanılarak çayın duyuşsal karakteristiklerini ölçmek mümkündür. İşlenmiş çayın duyuşsal özellikleri üzerine hammaddelerin özellikleri olmak üzere pek çok faktör etkilidir. Siyah çay üretiminde temel işlem basamaklarından olan soldurma, kıvırma, fermentasyon, kurutma,

sınıflandırma ve depolama gibi işlemlerin uygulama farklılıkları siyah çayın ve posasının görünüşü, yapısı, boyutu, şekli, rengi, kokusu ve demin rengi, lezzeti, canlılığı vb. özellikleri üzerinde etkilidir.

Tablo 6. Siyah çayda görüntü kalitesi ve homojenliğine göre puanlamalar

Paramete	Karakteristik Skor	1FYSC	2 FYSC	3 FYSC	7 EYSC	8 EYSC	9 EYSC
Görüntü	Çok temiz, homojen, siyah(5)						
	Oldukça temiz,siyah(4)	8	16	8	8	12	8
	Biraz sap/ az lif (3)	15	15	20	20	20	25
	Saplı, biraz kif, tozlu (2)	2	2	4	2	2	2
	Çok saplı, lifli,çok tozlu(1)						
Toplam Puan		26	33	32	30	34	35

Ancak çayın duyuşal özellikleri üzerinde yaş çay yaprağı kalitesi faktörü önemli bir faktördür. Özellikle ülkemizde yaş çay yaprağının toplama standardı ait olduğu sürün dönemi, toplandıktan sonra bekleme süresi, taşıma şekli çayın duyuşal özelliklerini birinci dereceden etkilemektedir. Kuru çay partiküllerinin boyutları kendi sınıfına ait boyutlardadır.

Genel görünüşü bütün partiküllerin aynı boyutta olduğu izlenimi verir. Sınıflandırma iyi yapılmış elekler fazla yüklenmemiştir. Eleklerin sık sık temizlendiği ve yırtık bulunmadığı hallerde elde edilir. Temiz numune ise kuru çay toz, lif ve diğer maddeleri içermez, iyi bir sınıflandırma göstergesidir. Saplı ve lifli numunelerde çayın içinde açık renkli yaprak sapı ve lifler bulunur. Kaba ve sert yaprak işlenmesinin sonucudur. Sınıflandırma işleminin de iyi yapılmadığını gösterir (Özdemir,1997).

3.12. Toplam Kateşin Analiz Sonuçları

Kateşinler çayda, özellikle yeşil çayda ve siyah çayda bulunan bir tür doğal antioksidandır. Bu bileşiklerin, potansiyel anti-inflamatuar ve anti-kanser özellikleri de dahil olmak üzere çeşitli sağlık yararlarına sahip olduğuna inanılmaktadır. Yeşil çay, işlemedeki farklılıklar nedeniyle genellikle siyah çaya kıyasla daha yüksek düzeyde kateşin içerir. Hem yeşil hem de siyah çaylar aynı bitkinin *Camellia sinensis* yapraklarından elde edilir, ancak farklı işleme yöntemlerine tabi tutulurlar.

Tablo 7. Toplam kateşin analiz sonuçları (% KM' de)

Örnekler	Gallik Asit	EGC	Kateşin	Kafein	Epikateşin	EGCG	ECG	Toplam Kateşin
1FYŞÇ	0.04 ^{bc} ±0.01	0.88 ^f ±0.25	0.01 ^a ±0.01	1.48 ^a ±0.17	0.71 ^{bc} ±0.09	0.01 ^a ±0.01	0.01 ^a ±0.01	3.13 ^a ±0.17
2FYŞÇ	0.05 ^d ±0.01	0.74 ^e ±0.02	0.01 ^a ±0.01	2.17 ^b ±0.17	0.76 ^d ±0.01	0.08 ^b ±0.01	0.02 ^{ab} ±0.01	3.82 ^b ±0.17
3FYŞÇ	0.05 ^d ±0.01	0.95 ^f ±0.01	0.01 ^a ±0.01	2.18 ^b ±0.21	0.60 ^b ±0.01	0.08 ^b ±0.01	0.01 ^a ±0.01	3.96 ^b ±0.21
4FYYÇ	0.05 ^d ±0.01	0.38 ^d ±0.01	0.17 ^c ±0.01	2.92 ^d ±0.24	0.58 ^a ±0.01	1.13 ^c ±0.06	0.38 ^d ±0.02	5.59 ^e ±0.18
5FYYÇ	0.05 ^{cd} ±0.01	0.23 ^{bc} ±0.01	0.35 ^f ±0.04	2.95 ^d ±0.03	0.83 ^e ±0.01	1.66 ^g ±0.03	0.51 ^f ±0.01	6.58 ^f ±0.04
6FYYÇ	0.03 ^a ±0.01	0.29 ^{cd} ±0.01	0.26 ^c ±0.01	2.47 ^c ±0.01	0.68 ^b ±0.01	1.47 ^e ±0.01	0.40 ^{de} ±0.01	5.55 ^e ±0.04
7EYŞÇ	0.14 ^h ±0.01	0.97 ^f ±0.02	0.01 ^a ±0.01	2.02 ^b ±0.02	1.10 ^f ±0.01	0.10 ^b ±0.01	0.03 ^b ±0.01	4.37 ^c ±0.05
8EYŞÇ	0.09 ^g ±0.01	1.44 ^h ±0.01	0.01 ^a ±0.01	2.56 ^c ±0.03	1.07 ^f ±0.01	0.11 ^b ±0.01	0.09 ^c ±0.01	5.38 ^e ±0.04
9EYŞÇ	0.06 ^e ±0.01	0.72 ^c ±0.01	0.01 ^a ±0.01	2.14 ^b ±0.07	0.74 ^{cd} ±0.01	0.02 ^a ±0.01	0.02 ^{ab} ±0.01	3.71 ^b ±0.07
10EYYÇ	0.08 ^f ±0.01	1.10 ^g ±0.01	0.11 ^b ±0.01	3.33 ^e ±0.15	1.07 ^f ±0.01	1.53 ^f ±0.01	0.52 ^f ±0.05	7.72 ^h ±0.20
11EYYÇ	0.05 ^d ±0.01	0.14 ^{ab} ±0.01	0.34 ^f ±0.01	3.35 ^e ±0.12	0.85 ^e ±0.03	1.96 ^h ±0.07	0.60 ^g ±0.02	7.31 ^g ±0.25
12EYYÇ	0.04 ^b ±0.01	0.09 ^a ±0.01	0.22 ^d ±0.01	2.20 ^b ±0.01	0.56 ^a ±0.01	1.31 ^d ±0.01	0.42 ^e ±0.01	4.83 ^d ±0.02

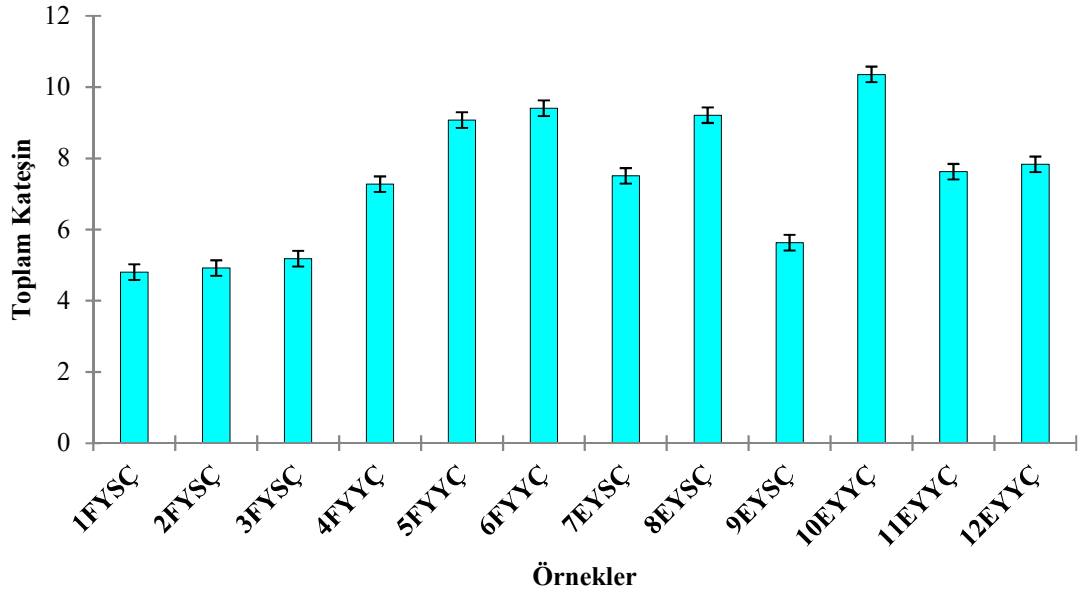
Tabloda bulunan aynı sütundaki farklı harfler ikili karşılaştırmada önemli istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (p<0.05). n:3. Duncan testi uygulanmıştır.

Yeşil çay yaprakları toplandıktan sonra hızla ısıtılır ve kurutulur, bu da kateşinlerin korunmasına yardımcı olur. Buna karşılık, siyah çay yaprakları oksitlenir; bu, kimyasal bileşimlerini değiştiren ve kateşin içeriğini azaltan bir süreçtir. Bu nedenle yeşil çay, siyah çaya kıyasla tipik olarak daha yüksek düzeyde kateşin içerir.

Hem siyah hem de yeşil çayda bulunan başlıca kateşinler şunlardır: Epigallokateşin galat (EGCG) Epigallokateşin (EGC) Epikateşin galat (EKG) Epikateşin (EC) Bu kateşinler, potansiyel sağlık yararları ile bilinen bitki bazlı antioksidanlar olan bir tür flavonoiddir. Bunlar arasında EGCG (epigallokateşin gallat) en çok bulunanıdır ve üzerinde en çok çalışılanıdır; antioksidan ve antiinflamatuvar etkiler de dahil olmak üzere sağlığı teşvik eden potansiyel özellikleriyle bilinir (Salman, 2019).

Yaptığımız çalışmada 4FYYÇ, 5FYYÇ, 6FYYÇ, 10EYYÇ, 11EYYÇ, 12EYYÇ yeşil çay numunelerinin toplam kateşin miktarı 1FYŞÇ, 2FYŞÇ, 3FYŞÇ, 7EYŞÇ, 8EYŞÇ, 9EYŞÇ siyah çay numunelerinin kateşin oranından oldukça fazladır. İstanbul'

da yapılan bir çalışmada siyah çay numunelerinin ortalama kateşin oranı 11.17 ± 0.66 iken yeşil çayların ortalama kateşin oranı 52.49 ± 0.30 oranında olduğunu bulmuşlardır (Hatipoğlu, 2021).

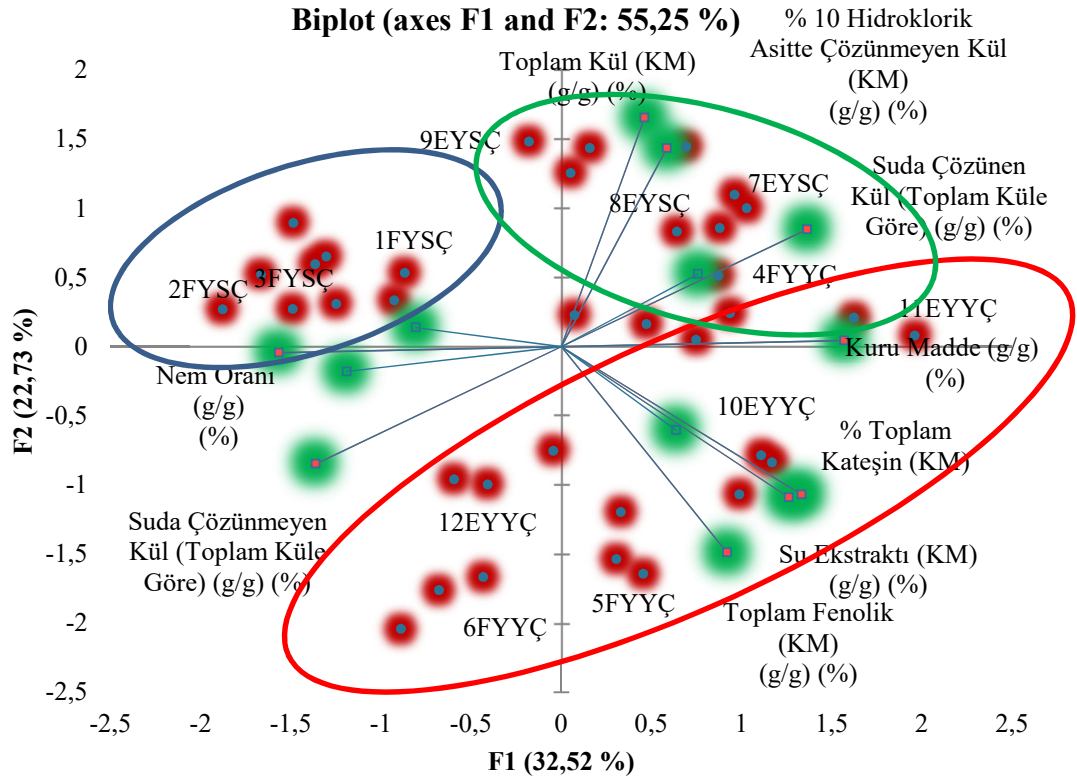


Şekil 29. Toplam kateşin sütun grafikleri

Çalışmada toplam kateşin miktarları 3.13-7.72 değerleri arasındadır. Epikateşin en yüksek değeri 7EYSC de verirken, EGC değeri en yüksek 8EYSC numunesi vermiştir. TGK' ya göre toplam kateşin miktarı yeşil çayda olması gereken değerin oldukça üzerindedir.

3.13. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçların PCA Analizi

Şekil 29'da F1 ve F2 birlikte ele alındığında verilerdeki varyasyonların %54.30'unu açıklamaktadır. Çalışmada fabrika ve el yapı siyah, yeşil çayların analiz sonuçları karşılaştırılmıştır ve 4 adet ayrı grup görülmektedir. PCA'da, F1 ve F2 genellikle verilerdeki en yüksek varyansı yakalayan ve sırasıyla birinci ve ikinci ana bileşenleri oluşturan orijinal değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarıdır. Bu bileşenler, örnekler arasındaki ilişkileri ve gruplamaları görselleştirmek için kullanılabilir. İlk iki ana bileşenin, veri setindeki toplam varyansın büyük bir kısmını temsil ettiği anlaşılır. Şekil 30'a göre, üretilen çaylarda üç farklı gruplama tespit edilmiştir.



Şekil 30. PCA grafiği

Söz konusu grafikte 1FYSC, 2FYSC, ve 3FYSC numaralı örnekleri her biri ayrı birer grup, 5FYYC, 6FYYC, 10EYYC, 11EYYC ve 12EYYC örnekler bir grup ve 4FYYC, 7EYSC, 8EYSC ve 9EYSC örnekleri de son grubu oluşturmuştur.

PCA'da, indirgenmiş boyutlar ve puanlar olmak üzere iki ana faktör hesaplanır. Orijinal değişkenler ile temel bileşenler arasındaki ilişki, yüklemeler ile ifade edilir ve her değişkenin temel bileşenlere olan katkısını gösterir. Yüklemeler, genellikle satırların değişkenleri ve sütunların temel bileşenleri temsil ettiği bir matris şeklinde ifade edilir. Orijinal verinin, ana bileşenler tarafından tanımlanan yeni koordinat sistemine olan projeksiyonu, noktalar ile gösterilir. Bir gözlem, orijinal veri setindeki konumu ile puan matrisindeki ilgili satır ve sütunlar aracılığıyla temsil edilir.

1FYSC, 2FYSC, ve 3FYSC, no'lu örneklerin %nem, % ham selüloz ve % toz çay miktarları daha yüksek çıkmıştır. 4FYYC, 5FYYC, 6FYYC ve 12EYYC örneklerin % toplam fenolik madde ve Suda Çözünmeyen Kül (Toplam Küle Göre) (g/g) (%) miktarları diğer çaylara göre daha yüksek çıkmıştır. 7EYSC, 8EYSC ve 9EYSC örneklerin Toplam Kül (KM) (g/g) (%), % 10 Hidroklorik Asitte Çözünmeyen Kül (KM) (g/g) (%), Suda Çözünen Külde Alkalilik (KOH Cinsinden) (Kuru Maddede) (%) ve Suda Çözünen Kül

(Toplam Kle Göre) (g/g) (%) miktarları diğr çaylara göre daha yüksek çıkmıştır. 10EYY ve 11EYY no’lu örneklerin % Kuru madde içerikleri diğr çaylara göre daha yüksek çıkmıştır. 4FYY, 7EYS, 8EYS, 10EYY ve 11EYY no’lu örneklerin % toplam Kateşin içerikleri diğr çaylara göre daha yüksek çıkmıştır. Yapmış olduğum alışamaya ait PCA yükleme ve skor Tablo 8’de verilmiştir.



Tablo 8. PCA yükleme ve skor tablosu

	F1	F2	F3	F4	Örnekler	F1	F2	F3	F4
Nem Oranı (%)	-0.795	-0.022	0.464	0.095	1FYSC	-2.251	0.651	1.004	-0.794
Kuru Madde (%)	0.795	0.022	-0.464	-0.095	2FYSC	-3.447	0.965	0.230	1.038
Toplam Kül (KM)(g/g) (%)	0.233	0.840	-0.173	0.388	3FYSC	-2.684	0.890	-0.447	-0.560
Su Ekstraktı (KM)(g/g) (%)	0.640	-0.553	0.143	-0.143	4FYYÇ	1.477	0.260	-0.395	-1.390
Ham Selüloz (KM) (g/g) (%)	-0.604	-0.091	-0.622	-0.069	5FYYÇ	0.748	-2.508	2.169	0.129
% 10 HCl Çözün. Kül (KM)) (%)	0.297	0.728	-0.146	0.533		-1.370	-3.136	0.337	0.696
Suda Çözünen Kül (Toplam Küle Göre) (%)	0.691	0.430	0.291	-0.432	7EYSC	1.838	2.030	2.483	-0.026
Suda Çözünmeyen Kül (Toplam Küle Göre) (g/g) (%)	-0.691	-0.430	-0.291	0.432	8EYSC	1.639	1.261	0.713	0.346
Suda Çözünen Külde Alkalilik (KOH Cinsinden) (Kuru Maddede) (%)	0.383	0.266	0.306	0.226	9EYSC	0.023	2.392	-1.732	-0.422
Kafein(KM) (%)	0.322	-0.306	0.690	0.448	10EYYÇ	2.238	-1.545	-0.778	-1.038
Toplam Fenolik (KM) (%)	0.466	-0.755	-0.094	0.279	11EYYÇ	2.506	0.295	-1.574	2.500
Toplam Toz Çay g/g %	-0.409	0.070	0.665	-0.062	12EYYÇ	-0.717	-1.554	-2.011	-0.480
% Toplam Kateşin (KM)	0.675	-0.542	-0.104	0.241					

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yaptığım çalışmada nem miktarı sonuçlarında, analiz değerleri % 5.84-10.87 arasında değişmiştir. Kuru madde analizleri ise %89.13-94.16 arasına değişmiştir. El yapımı çaylarda kuru madde miktarı daha yüksek çıkarken, fabrika yapımı çaylarda nem miktarı daha yüksek çıkmıştır. Fabrika yapımı olan 1FYSC, 2FYSC, 3FYSC siyah çayların nem oranları yüksek çıkarken, el yapımı yeşil çayların 10EYSC, 11EYYÇ ve 12EYYÇ nem oranları daha düşük çıkmıştır. % Nem ve kuru madde analizleri aralarında -1 oranında güçlü negatif korelasyon göstermiştir. Toplam kül miktarı ise %5.83-4.92 değerleri arasında değişmiştir. Genel olarak baktığımızda siyah çayların kül oranları daha yüksek olma eğilimindedir. Bunun sebebi siyah çayların okside olduktan sonra inorganik kalıntıların artmasıdır. Su ekstraktına baktığımızda %24.58-38.69 değerleri arasındadır. Yeşil çaylarda özellikle el yapımlarında yüksek olduğunu görmekteyiz. Bunun sebebi tamamen oksidasyon ile ilgilidir. Okside olan çaylarda bazı çözünür bileşiklerde kayıplar yaşanır, bu süreç yeşil çaylarda olmadığı için ekstraktı yüksektir. Ham selüloz miktarı ise % 9.93-16.07 değerleri arasında değişmiştir. Yeşil çaylarda daha fazla selüloz vardır. El yapımı yeşil çaylarda bu miktar artmaktadır. Bunun nedeni çay işleme sırasında yeşil çaylarda yaprak ve sap bütünlüğünün korunabilmesidir. Siyah çaylarda oksidasyon aşamasında hücresel yapının bozulmasıdır. Fabrika üretimi çaylarda birçok kez eleme işlemi gerçekleştiği için bu oran çok daha azdır. %10 HCL' de çözünmeyen kül oranı yeşil çaylarda daha fazladır. % 0.15-0.84 değerleri arasında bu oran değişmektedir. Okside olmadığı için organik bileşikler de kayıplar az olur. Yapılan çalışmada %10 HCL' de çözünmeyen kül miktarı el yapımı siyah ve yeşil çaylarda daha yüksek miktarlardadır. Bu minerallerin oranları, yetiştirme koşulları ve tarım uygulamaları gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Suda çözünemeyen kül ise külün suda çözünemeyen kısmını ifade eder. Çalışmada % 46.31-57.15 değerleri arasında çıkmıştır. Suda çözünmeyen külde alkalilik yeşil çaylarda daha fazla bulunur, işleme koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Yapılan çalışmada suda çözünen kül miktarı yaptığım çalışmada % 42.85-53.70 değerleri arasında değişmektedir. El yapımı çaylarda fabrika yapımı çaylara göre daha fazla suda çözünen kül vardır. Kafein miktarı çalışmamda %1.56-2.75 arasındadır. Yeşil çaylarda oksidasyona uğramadığı için daha az miktarda bulunur. Toplam toz çay miktarı fabrika yapımı çaylarda belirli bir orandayken, el yapımı çaylarda yok denecek kadar azdır. Bunun nedeni el yapımı çaylarda yaprak bütünlüğünün

fiziksel olarak korunabilmesidir. Toplam fenolik madde miktarı analiz sonuçlarında %3.04-7.97 değerlerinde çıkmıştır. Yapılan çalışmada toplam polifenol değerleri yeşil çaylarda daha fazla çıkmıştır. El yapımını yeşil çay grubunda ise daha da fazladır. Bunun sebebi fermentasyon sırasında polifenollerin okside olup miktarının azalmasıdır. Fabrika yapımında çaylarda mekanik işlemeden dolayı kayıplar yaşanabilmektedir.

Panelistler tarafından değerlendirilen fabrika yapımı ve el yapımı siyah ve yeşil çaylar kalite parametrelerine göre değerlendirildiğinde her bakımdan el yapımı yeşil çaylar daha yüksek puanlar almıştır. Siyah çaylara göre daima beğenilen yeşil çaylar ise kendi içerisinde el yapımı grubuyla ön plana çıkmıştır. Bunun en önemli sebebi ise hasat, toplanma dönemi ve biçimi, oksidasyon aşamasının olmamasıyla birlikte mineral bileşikler, organik bileşikler vb. birçok bileşende kayıpların yaşanmamasıdır.

Sonuç olarak her bakımdan fonksiyonel bir gıda olan çay, aromasıyla tüketicinin beğenisini kazanırken içerdiği çok sayıda sağlığa yararlı bileşenleri barındırması, antikanserojen olması ile her bakımdan faydalı bir ürün haline gelmiştir. Kendi içerisinde belirli özellikler açısından değerlendirilen farklı Türk çaylarında elde üretilen çayların fabrikada üretilen çaylara göre daha zengin içeriğe sahip daha olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

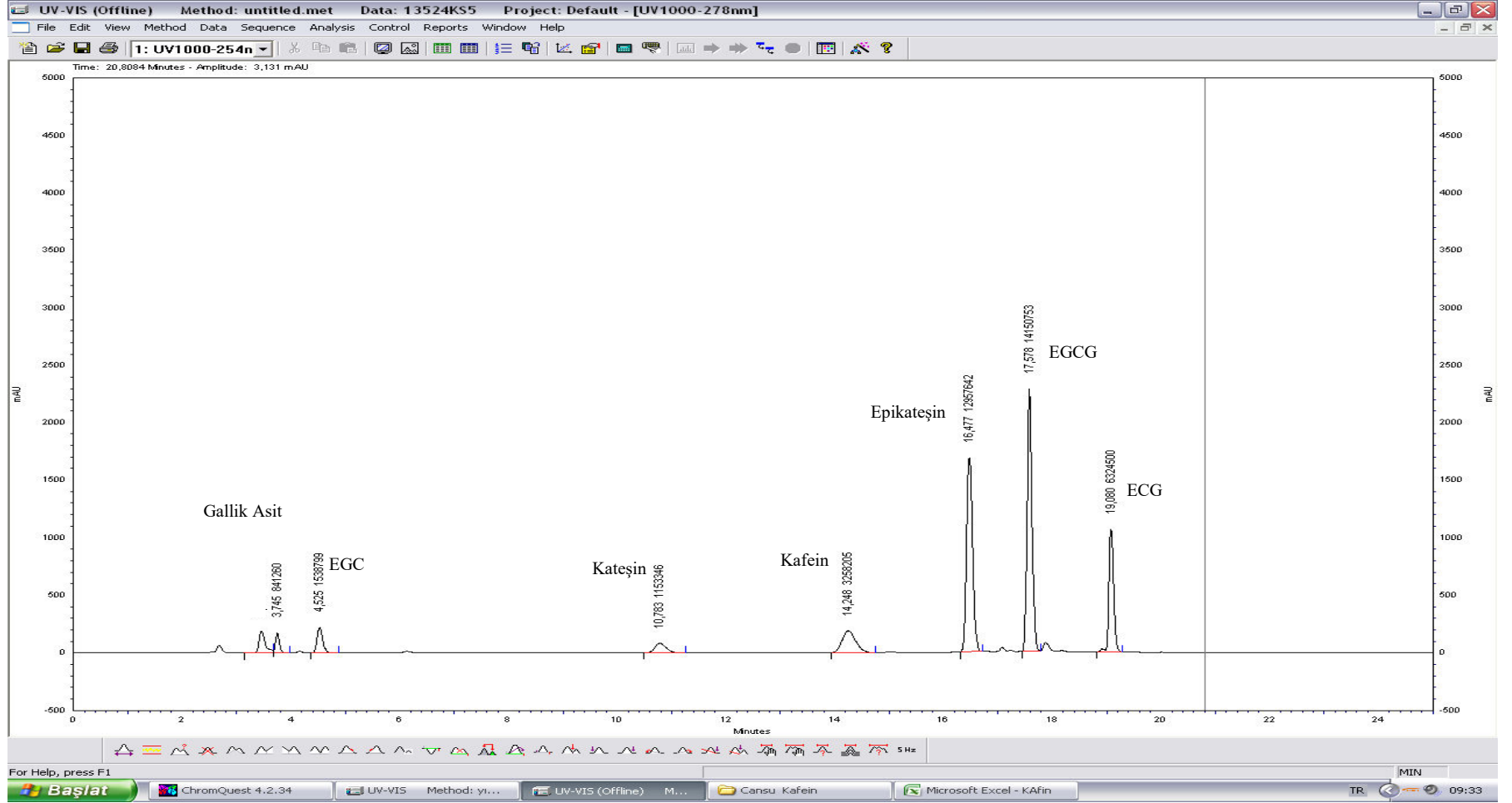
- Abaşın, S. (2020). Orta Asya’da Çay (M. Duran, Trans.) . *Türk Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 5 (2) , 170-205 .
- Altay, Ö. (2021). *Siyah Çay Üretiminde Farklı Aşamalarında Ortaya Çıkan Atıkların Değerlendirme Olanaklarının Arttırılması Amaçlı Özelliklerinin Belirlenmesi*. Akdeniz Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Albayrak, S. (2018). *Farklı sürgün dönemlerine ait kurutulmuş siyah çayın kalite özelliklerinin ekolojik bölgelere göre değişiminin belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü)*.
- Anonim. (2003). Çay- Su Ekstraktı Tayini. TS ISO 9768. TSE, Ankara.
- Anonim. (2005a). Content of Total Polyphenols in Tea-Colorimetric Method Using Folin Ciocalteu Reagent. ISO14502-1.
- Anonim. (2005b). Content of Catechins in Green Tea- Method using High Performance Liquid Chromatography. ISO 14502-2.
- Ashoor, S. H., Seperich, G. J., Monte ve W. C. Welty, J. (1983). High Performance Liquid Chromatographic Determination of Caffeine in Decaffeinated Coffee, Tea, and Beverage Products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 66 (3), 606-609.
- Assad, M., Ashaolu, T. J., Khalifa, I., Baky, M.H. ve Farag, M.A. (2023). Dissecting the role of microorganisms in tea production of different fermentation levels: A multifaceted review of their action mechanisms, quality attributes and future perspectives. *World J Microbiol Biotechnol.*39(10), 265, 1-16.
- Atalay, D. ve Erge, H.S. (2017). Determination of some physical and chemical properties of white, green and black teas (*Camellia sinensis*). *Gıda*, 42(5), 494-505.
- Atınç vd. (2018). Flavanoidler ve sağlık üzerine etkileri. İstanbul Aydın Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Güvenliği ve Beslenme Programı*, 2 (1):31-38.
- Aykaç, G., Uzun, M. B. ve Özçelikay, G. (2014). Her yönüyle çay “*camellia sinensis*” . Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi. *Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi* , 4 (1), 1-5 .
- Chen, H., Yu, F., Kang, J., Li, Q., Warusawitharana, H.K. ve Li, B. (2023). Çaydan Gelen Organik Asitlerin Kalite Kimyası, Fizyolojik Fonksiyonları ve Sağlığa Faydaları (*Camellia sinensis*), *Moleküller*, 28(5), 23-39.

- Gürses, Ö. L. (1982). Mamül Çaylarımızda Ham Selüloz Miktarları ve Kalite Açısından İrdelenmesi. *Gıda*, 7(6).
- Hatipoğlu, A. R., (2021). *Piyasada Satışa Sunulan Siyah, Yeşil Ve Beyaz Çaylardaki Kateşin Düzeyleri. İstanbul Sebahattin Zaim Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, 84 s.
- ISO 14502-2 (2005). Determination of substances characteristic of green and black tea—Part 2: Content of catechins in green tea-method using high-performance liquid chromatography.
- Jayawardhane, S. A. D. P. S., Madushanka, K. P. C., Mewan, K. M., Jayasinghe, S. K., Karunajeewa, D. G. N. P. ve Edirisinghe, E. N. U. (2016). Biochemistry Division, Plant Pathology Division, Tea Research Institute of Sri Lanka 2 Rajarata University of Sri Lanka.
- Kızıl, İ. (2020). *Sürgün dönemi ve çeşidin çay ve demin mineral madde içeriğine etkisinin belirlenmesi/Determination of the impact of harvest and the variety of tea and infusion on mineral matter contents (Doctoral dissertation)*.
- Khan, N. ve Munktar, H. (2018). Tea Polyphenols in Promotion of Human Health. 4385 Medical Sciences Center, 1300 University Ave, Dept. of Dermatology, University of Wisconsin-Madison, (1).
- Namlı, F. (2023). *Çayda (Camellia sinensis L.) Hasat Dönemine Göre Farklı Uzunluktaki Yaprak Sürgünlerinin Yeşil Çay Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı*, 98 s.
- Nas, S. ve Gökalp, H. Y. (1991). *Değişik yörelerde üretilen farklı sürgün dönemi yaş çay ve bu çayların farklı fabrikasyonu sonucu elde edilen siyah çayın total kül, suda çözünen ve çözünmeyen kül içerikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Erzurum*, 241-247.
- Ofluoğlu, 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, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Othieno, C. O. ve Owuor, P. O. (1984). Black Tea Quality and International Standards, *International Tea Journal*, 7, 27-30.
- Parajuli, A., Khatri, B. B. ve Shiwakoti, L. D. (2020). Phytochemicals and quality of green and black teas from different clones of tea plant. *J. Food Qual.* 1-13.

- Peker, H. (2015). Atık çay ekstrakt boyasının çeşitli mordan-su çözücülü vernikle ahşapta kullanımı ve sertlik değişimine etkisi. *Politeknik Dergisi*, 18(2), 73-78.
- Poyrazoğlu, E. S. ve Gürses, Ö. L. (1991). *İşlenmiş Türk Çaylarının Kaliteleri Üzerinde Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Ankara, 201-208.*
- Salman, S. (2023). *Türk çayından farklı oksidasyon derecelerine sahip oolong çayı üretimi ve bu çayların bazı kalite ve antidiabetik özelliklerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 161 s.*
- Tosun, İ. ve Karadeniz, B. (2005). Çay ve çay fenoliklerinin antioksidan aktivitesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(1), 78-83.
- TS 10727 (2004). Çay ve Katı Haldeki Çözünabilir Çay Kafein İçeriğinin Tayini-HPLC yöntemi.
- 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 Çay- Suda Çözünen Külde Alkalilik Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.
- TSE. (2001). TS 1566 ISO 1577 Çay- Asitte Çözünmeyen Kül Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.
- TSE. (2003). TS ISO 15598 Çay Ham Lif İçeriğinin Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.
- URL-1, <https://www.gidahatti.com/haber/11549173/cay>. 23Ağustos 2013.
- URL-2, <https://www.akincay.com/sayfa/siyah-cay-uretimi> . 27 Kasım 2022.
- URL-3, <https://www.youtube.com/watch?v=2UoRRc2zaTs> . 19 Ağustos 2020.
- URL-4, <http://biriz.biz/cay/evyapimisiyahveyesilcay.pdf> . Mart 2007.
- URL-5, <https://www.lipton.com/tr/cay-kulturu-makaleleri/yesil-cay-nasil-uretilir.html>. 27 Kasım2022.

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Kateşin standartları HPLC pikleri



ÖZGEÇMİŞ

İlk öğrenimini 11 Mart İlköğretim okulunda tamamladı. Lise eğitimini Şehit Cavit Köroğlu Anadolu lisesinde tamamladı. Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliğinden mezun oldu. Öz-Gür çay fabrikasında üretim ve kalite kontrol sorumlu gıda mühendisliği yaptı. Karaali Çay Fabrikasında üretim mühendisliği yaptı. Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Ana bilim Dalına yüksek lisans öğrencisi olarak kabul edildi.

