T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ÇAYDA (*Camellia sinensis L.*) HASAT DÖNEMİNE GÖRE FARKLI UZUNLUKTAKİ YAPRAK SÜRGÜNLERİNİN YEŞİL ÇAY KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Fatma NAMLI

Danışman
Prof. Dr. Mustafa AKBULUT

RİZE
2023

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında, Prof. Dr. Mustafa AKBULUT danışmanlığında, Fatma NAMLI tarafından hazırlanan *Çayda (Camellia sinensis L.) Hasat Dönemine Göre Farklı Uzunluktaki Yaprak Sürgünlerinin Yeşil Çay Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması* adlı bu tez çalışması, 17/08/2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/~~oy çokluğuyla~~ başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri		**Unvanı, Adı Soyadı**	**İmza**
Başkan	:	Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ	
Üye	:	Prof.Dr. Mustafa AKBULUT	
Üye	:	Doç.Dr. Keziban YAZICI	

ETİK BEYAN

Bahçe Bitkileri Tezli Yüksek Lisans Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim "Çayda (*Camellia sinensis L.*) Hasat Dönemine Göre Farklı Uzunluktaki Yaprak Sürgünlerinin Yeşil Çay Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması" adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılacak bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.
17/08/2023

İmza

Fatma NAMLI

ÖN SÖZ

Ülkemizde üretilen yeşil çaylar Dünya çay piyasasında adını yeterince duyuramamıştır. Ülkemiz ekonomisine önemli katkı sağlayabilecek potansiyele sahip yeşil çayın hak ettiği konuma gelmesi bahçeden bardaklara doluncaya kadar adım adım her yönüyle araştırılması ile mümkün olacaktır.

Bu çalışmada bahçeden bardaklarımıza en kaliteli yeşil çayı belirleyebilmek için özenle hasat edilen taze sürgünler, sürgün uzunlukları ve sürgün dönemlerine göre önemli kalite parametreleri bakımından kıyaslanmıştır. Ülkemiz çay tarımına ekonomik olarak katkı sağlayacak yeni yaklaşımların ortaya çıkması amaçlanmıştır.

Çalışmamın her aşamasında desteklerini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Mustafa AKBULUT'a, Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği bölümünden değerli hocamız ve sevgili kuzenim Dr. Öğr. Üyesi VİLDAN YAZICI'ya desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada hedefe ulaşana kadar geçirdiğim süre boyunca manevi desteklerini esirgemeyen, onlara ayırmam gereken zamandan fedakârlık yapan biricik oğlum Yiğit Doruk NAMLI ve sevgili eşim Serdar NAMLI' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mensubu olduğum Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı, Pazar Taşlıdere Çay Fabrikası müdürü sayın Mustafa ÜST ve tarım servisi personellerine desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın ilk aşamasından nihai hedefe ulaşıncaya kadar gerek sahip oldukları imkânlarla gerekse bilgi birikimleri ile her türlü desteği veren tüm ÇAYMER çalışanlarına teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Fatma NAMLI

RİZE/2023

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY I
ETİK BEYAN II
ÖN SÖZ III
ÖZET VI
ABSTRACT VII
KISALTMALAR VIII
SEMBOLLER IX
TABLOLAR LİSTESİ XI
ŞEKİLLER LİSTESİ XIII
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 3
1.1. Literatür Özeti 3
1.1.1. Çayın Botanikteki Yeri ve Morfolojisi 3
1.1.2. Çay Bitkisinin Kimyasal Kompozisyonu 6
1.1.3. Çay Üretim ve Ticaretinin Tarihsel Gelişimine Kısa Bir Bakış 9
1.1.4. Çayın Dünya'da ve Türkiye'de Üretim Durumu 11
1.1.5. Yeşil Çay 19
1.1.5.1. Yeşil Çay Üretimi 23
2. MATERYAL VE YÖNTEM 33
2.1. Deneme Alanının Tanımlanması ve Hasat Öncesi Hazırlık 33
2.2. Deneme Alanından Bitki Örneklerinin Alınması ve İşleme Öncesi Hazırlık 34
2.3. Bitki Örneklerinin Yeşil Çaya İşlenmesi 36
2.4. Yeşil Çay Örneklerinde Uygulanan Kalite Analizleri 39
2.4.1. Fiziksel Analizler 39
2.4.1.1. Su Ekstratı (Toplam Suda Çözülür Katılar) Tayini 39
2.4.1.2. Toplam Kül Tayini 40
2.4.1.3. Rutubet Tayini 41
2.4.1.4. Duyusal Analizler 42
2.4.2. Kimyasal Analizler 43
2.4.2.1.Toplam Polifenol Tayini 43
2.4.2.2. Kafein Tayini 44

2.4.2.3. Selüloz Tayini 45
2.5. İstatistiki Analizler 46
3. BULGULAR VE TARTIŞMA 47
3.1.Yeşil Çay İmalat Verileri 47
3.2. Su Ekstratı (Toplam Suda Çözülür Katılar) 53
3.3. Toplam Kül 55
3.4. Rutubet (Nem) 57
3.5.Toplam Polifenol 58
3.6. Kafein 60
3.7. Selüloz (Ham Lif) 62
3.8. Duyusal Analiz 63
4. SONUÇLAR 71
4.1. Öneriler 73
KAYNAKLAR 74

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı : Bahçe Bitkileri
Tez Türü : Yüksek Lisans Tezi
Danışman : Prof. Dr. Mustafa AKBULUT
Hazırlayan : Fatma NAMLI
Yıl : 2023
Sayfa Sayısı : 83

ÖZET

ÇAYDA (*Camellia sinensis L.*) HASAT DÖNEMİNE GÖRE FARKLI UZUNLUKTAKİ YAPRAK SÜRGÜNLERİNİN YEŞİL ÇAY KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada, 2021 ve 2022 yıllarında sürgün dönemlerinde sürgün uzunluklarına göre hasat edilen yaş çay sürgünlerinin yeşil çaya işlenmesi ile üretilen kuru çaylar bazı kalite parametreleri (toplam polifenol, selüloz, kafein, toplam kül, rutubet, su ekstratı vb.) bakımından kıyaslanmıştır. Böylelikle yeşil çayın kalitesinde sürgünde bulunan yaprak sayısının etkileri ve yeşil çay kalitesinin sürgün dönemlerine göre değişimi tespit edilmiştir. Sürgün uzunluklarına göre 1,5 yaprak boyuna sahip sürgünden üretilen yeşil çayın diğer sürgün boylarından üretilen yeşil çaylara kıyasla kalite parametrelerinin daha üstün olduğu ve ISO 11287:2011(E) standardında belirtilen yeşil çaya ait fiziksel ve kimyasal özelliklere uygun olduğu tespit edilmiştir. 1,5 yapraktan üretilen kuru yeşil çayın en yüksek kalite değerlerine 1. Sürgün döneminde ulaştığı tespit edilmiştir. Bu değerler; su ekstrat değeri % 49,41, toplam polifenol % 19,79 ve kafein değeri ise % 3,40 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çay, Hasat, Yeşil Çay, İçerik, Kalite

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies
Department : Horticulture
Thesis Type : Master Thesis
Supervisor : Prof. Dr. Mustafa AKBULUT
Author : Fatma NAMLI
Year : 2023
Pages : 83

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF LEAF SHOOTS OF DIFFERENT LENGTHS ON GREEN TEA QUALITY ACCORDING TO HARVEST PERIOD IN TEA (*Camellia sinensis L.*)

In this study, green tea shoots harvested based on their shoot lengths during the periods of 2021 and 2022 were compared in terms of certain quality parameters (total polyphenols, cellulose, caffeine, total ash, moisture content, water extract, etc.) after being processed into dry tea. The green tea produced from shoots with a length of 1.5 leaves was found to have superior quality parameters compared to green tea produced from shoots of other lengths, conforming to the physical and chemical properties specified in the ISO 11287:2011(E) standard for green tea. The dry green tea produced from 1.5 leaves was found to achieve its highest quality values during the 1st shoot period. These values were determined as follows: water extract value of 49.41%, total polyphenols of 19.79%, and caffeine content of 3.40%.

Keywords: Tea, Harvest, Green Tea, Content, Qualit

KISALTMALAR

C	:	Kateşin
ÇAYMER	:	Rize Çay Araştırma ve Uygulama Merkezi
EC	:	Epikateşin
EC	:	Epikateşin gallat
EGC	:	Epigallokateşin
ECG	:	Epikateşin-3-gallat
EGCG	:	Epigallokateşin gallat
FAO	:	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
HPLC	:	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografis**i (**High Pressure Liquid Chromatography)
ISO	:	Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı
MÖ	:	Milattan Önce
MS	:	Milattan Sonra
RTEÜ	:	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
ss	:	Sayfaları arasında
var	:	Varyete
vb	:	Ve Benzeri
vd	:	Ve diğerleri

SEMBOLLER

%	:	Yüzde miktar
…º …'…"	:	Derece-Dakika-Saniye
ºC	:	Santigrad derece
Ca	:	Kalsiyum
E	:	East / Doğu Yönü
g	:	Gram
ha	:	Hektar
hg	:	Hektogram
K	:	Potasyum
kg	:	Kilogram
L	:	Litre
m	:	Metre
m^2	:	Metrekare
Mg	:	Magnezyum
mg	:	Miligram
ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
Mn	:	Mangan
N	:	Azot(Element)
N	:	North / Kuzey Yönü
nm	:	Nanometre
Na_2CO_3	:	Sodyum karbonat
P	:	Fosfor
pH	:	Potansiyel hidrojen

S	:	Kükürt
μm	:	Mikrometre
μL	:	Mikrolitre

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Çay bitkisinin botanik sınıflandırılması 3
Tablo 2. *Camellia sinensis*' in başlıca iki çay çeşidi ve alt çeşitlerini ayırt etmek için kullanılan kriterler 4
Tablo 3. Çay yaprağının kimyasal bileşimi 7
Tablo 4. Dünya Yaş Çay Üretiminde Önemli Üretici Ülkeler. 14
Tablo 5. 2021 yılı Dünya çay ihracatında önemli ülkeler ve ihracat miktarları 16
Tablo 6. 2021 yılı Dünya çay ithalatında önemli ülkeler ve ithalat miktarları 16
Tablo 7. Dünya çay tarımında Türkiye'nin karşılaştırılması 17
Tablo 8. Türkiye'de 2015-2021 yılları arasında çay yetiştirilen alan ve yaş çay yaprağı üretim miktarı 18
Tablo 9. Dünya'da bazı yeşil çay çeşitleri ve karakteristik özellikleri 23
Tablo 10. Açılan yaprak sayısına göre tahmini hasat tarihi 30
Tablo 11. Likörün hazırlık aşamaları 42
Tablo 12. Duyusal Değerlendirme Formu 43
Tablo 13. HPLC Cihazı Çalışma Koşulları 45
Tablo 14. Selüloz Cihazı Programı 46
Tablo 15. Tavada kavurma yöntemi ile üretilen yeşil çaylarda üretim basamaklarına göre harcanan sürenin (dk) üretim basamağı ve sürgündeki yaprak sayılarına göre değişimi.....48
Tablo 16. 2021 yılı yaş çay sürgünlerinde sürgün boylarına ve sürgün dönemlerine göre üretim öncesi ve sonrası ağırlık kaybı (g).....49
Tablo 17. 2021 yılı yaş çay sürgünlerinde sürgün boylarına ve sürgün dönemlerine göre şoklama öncesi % su kapsamı 51
Tablo 18. 2022 yılı sürgün döneminde yaş çay sürgünlerinde sürgün boyları ve sürgün dönemlerine göre üretim öncesi ve sonrası ağırlık kaybı ve % olarak ifadesi..52
Tablo 19. Yaş çay sürgünlerinde sürgün boyları ve sürgün dönemlerine göre ağırlık kaybı (%).....52
Tablo 20. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen yaş çayların sürgün boylarına göre ortalama su ekstrakt değerleri (g/100g) 54

Tablo 21. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre toplam kül değerleri (g/100g) 56
Tablo 22. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre ortalama rutubet değerleri 57
Tablo 23. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre ortalama toplam polifenol değerleri **(**g/100g**)**.....59
Tablo 24. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre ortalama kafein değerleri (g/100g) 61
Tablo 25. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre ortalama selüloz değerleri **(**g/100g**)**.....62
Tablo 26. Duyusal değerlendirme sonuçları 64
Tablo 27. Duyusal değerlendirme tablosu 65
Tablo 28. Yeşil çayda önemli kalite parametrelerinin yüzde (%) kuru madde de tavsiye edilen miktarları ve referanslar.....69

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Yeşil çaydaki kafeinin yapısı 8
Şekil 2. Camellia sinensis bitkisinin bölümlerine göre kafein içeriği seviyeleri / % değişimi 9
Şekil 3. Beyaz, Yeşil, Oolong ve Siyah çay çeşitlerinin geleneksel üretim diyagramı 12
Şekil 4. Dünya'da çay üretilen kıtaların üretim alanları bakımından karşılaştırılması. 13
Şekil 5. Dünya çay piyasasında üretim miktarı ile öne çıkan ülkelerin 2015-2020 yılları arasında kuru çay (siyah çay, yeşil çay ve oolong çay) üretim miktarındaki değişim grafiği 15
Şekil 6. Türkiye'de çay tarım alanlarının illere göre dağılımı (da) 19
Şekil 7. Çay sürgünün bölümleri ve toplama alanı 21
Şekil 8. Türkiye'de 2014-2022 yıllarında üretilen yeşil çay miktarının yıllara göre değişim miktarı. 22
Şekil 9. Yeşil çay işleme basamakları diyagramı 25
Şekil 10. Bir flokron boyunca sürgün gelişimi 33
Şekil 11. Deneme parselinin konumu ve parselin durumu 34
Şekil 12. İhtiva ettiği yaprak sayısına göre sürgün boyları 35
Şekil 13. Üretimin ilk aşaması olan tavada kavurma işlemi 36
Şekil 14. Yeşil çayda kavurma sonrası arzu edilen renk dönüşümü..... 37
Şekil 15. Kavrulan ve soğutulan çay yapraklarına elle 1.şekil verme işlemi 37
Şekil 16. Kurutma işleminin ardından yapraklara son şekil verme işlemi 38
Şekil 17. Üretimin son basamağı olan 2.kurutma aşaması 39
Şekil 18. Yeşil çaylarda sürgün boylarına göre duyusal analiz hazırlık aşaması 42
Şekil 19. Yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına göre imalat süreleri..... 48
Şekil 20. Yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına göre sürgün dönemlerindeki ağırlık kayıpları..... 50
Şekil 21. Yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına göre sürgün dönemlerindeki nem içerikleri (%)..... 51

Şekil 22. Yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına göre sürgün dönemlerindeki ağırlık kayıpları (%) 53
Şekil 23. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki su ekstratı değerlerinin değişimi 55
Şekil 24. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki toplam kül değerlerinin değişimi 56
Şekil 25. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki rutubet değerlerinin değişimi 58
Şekil 26. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki toplam polifenol değerlerinin değişimi 59
Şekil 27. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki kafein değerlerinin değişimi (g/100g) 61
Şekil 28. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki selüloz değerlerinin değişimi 63
Şekil 29. Duyusal değerlendirme tablosu 65
Şekil 30. Farklı sürgün boylarının 1.sürgün dönemi duyusal değişimi 66
Şekil 31. Farklı sürgün boylarının 2.sürgün dönemi duyusal değişimi 66
Şekil 32. Farklı sürgün boylarının 3.sürgün dönemi duyusal değişim 67
Şekil 33. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki dem renkleri değişimi (**1. , 2. ,** ve **3.**sürgün dönemlerini ifade ederken**, 1,2,3,4 ise 1,5, 2,5 , 3,5** ve **4,5** yapraklı sürgün boylarını ifade etmektedir 68
Şekil 34. En ideal sürgün boyu olarak kabul edilen 1,5 sürgün boyunun analiz sonuçlarının standartlara göre grafiksel olarak değerlendirilmesi 70

GİRİŞ

Dünya'da sudan sonra en çok tüketilen içecek olarak bilinen çay (Reto vd., 2007; Sinija ve Hari, 2008), *Theaceae* familyasının bir üyesi olup *Camellia* cinsi içerisinde yer almakta ve bilimsel olarak *Camellia sinensis (L.) Kuntze* ismi ile anılmaktadır. *Camellia sinensis* bitkisi yaprakları için yetiştirildiğinde genellikle 2 metrenin altına kadar budanan yaprak dökmeyen bir çalı veya küçük ağaç olarak tanımlanmaktadır (Namita vd., 2007). *C. sinensis* bitkisi ilk olarak binlerce yıl önce Güneydoğu Asya'da keşfedilmiş ve yetiştirilmiştir (Vishnoi vd., 2018). Dünya'da çay bitkisi yetiştirilen alanları matematiksel konum ile ifade edecek olursak; Kuzey yarım kürede 42 enlem derecesinden, Güney yarım kürede 27 enlem derecesine kadar olan kuşağı içene alan bölgede yetiştirilmektedir (Alikılıç, 2016).

Çay bitkisi, Doğu Karadeniz yöresinin doğal florasında olmayan, araziye sonradan adapte olmuş Türkiye Cumhuriyeti Devletinin en genç bitkisi olarak anılmaktadır. Toplum tarafından kabul görmüş ve her geçen yıl tüketimi hızla artan bu bitki, yöreye ve Türkiye ekonomisine değer katmaya devam etmektedir. Ülkemizde pek çok insanın gelir kaynağı olan çay (*C. sinensis*) hem ekonomik hem de sosyal hayatta önemli bir konuma sahiptir (Vanlı, 2013).

Ülkemizde, Gürcistan sınırından Trabzon ilinin Araklı ilçesine kadar olan alan Türkiye'de çay yetiştirilmesi bakımından en elverişli ve birinci derecede verimli çay üretim alanlarını oluştururken, Araklı–Karadere'den başlayan Ordu'nun Fatsa ilçesine kadar uzanan bölge ise ikinci derecede ekonomik çay alanı olarak kabul görmektedir (Özyazıcı vd., 2013).

Kaliteli çay üretimi için en önemli kriterlerden biri hasat edilecek olan sürgünün niteliğidir. Çeşitli literatür bilgilerine göre hasat edilen yeşil çay yaprağında; tek yaprak ve tek filizli sürgünün genellikle birinci sınıf çay olarak kabul edildiği, tek filizli iki yapraklı sürgünün ise ikinci sınıf çay olarak tanımlandığı bildirilmektedir. Sürgündeki yaprak sayısı artıkça kalite bakımında üçüncü, dördüncü sınıf çaylar şeklinde sınıflandırılmaktadır (Wang vd., 2021).

Çay üretimi için sürgün ucundan koparılmış iki yaprak ve bir tomurcuğun kullanılması gerektiği tavsiye edilmektedir. Bunun nedeni olarak ise, çay bitkisinde genç yapraktan yaşlıya doğru gidildikçe polifenol miktarının azalması, yani

yapraktaki kaliteyi etkileyen karekteristik maddelerin genç yaprak ve tomurcukta toplanması gösterilmektedir (Çelik, 2006). Yeşil çayın lezzet ve aroma kalitesi hasat mevsimi ile yakından ilişkilendirilmektedir (Zhang vd., 2023). Dünya'da yeşil çay piyasasında yeşil çay ürünleri genellikle çay yaprağının hasat zamanına göre fiyatlandırılmaktadır. Çay yaprağının hasat zamanı, coğrafi farklılık ve işleme yöntemi ile birlikte çayın kimyasal, fizyolojik ve fiziksel niteliklerini etkileyen en önemli faktörler olduğu vurgulanmaktadır. Çay yaprağı aynı bölgede yetiştirilmiş ve aynı yöntemle işlenmiş olsa bile, çayların hasat zamanına göre farklı isimleri ve fiyatları vardır ki hasat zamanının çay kalitesini belirlemede önemli bir faktör olduğuna uzun zamandır inanılmaktadır (Kim vd., 2011).

Son yıllarda ülkemizde yeni çay çeşitlerinin geliştirilmesi çalışmaları hızla devam ederken Dünya'da popülerliği her geçen gün artan yeşil çay arzu edilen popilariteye ulaşamamış. Buda ülkemizde yeşil çayın spesifik bir çalışma alanı olarak değerlendirilmesi hususunu önemli kılmaktadır.

Literatür çalışmaları incelendiğinde çalışmaların daha çok yeşil çayın antibakteriyel, antifulgan özellikleri gibi insan sağlığı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi yönünde olmuştur. Ancak çay hasat zamanlarının farklı sürgün boyları ile birlikte kıyaslanarak neden olduğu kalite farklılıklarının ortaya koyulması yönünde literatürde sınırlı sayıda bilimsel bilgi mevcuttur. Bu proje kapsamında Türkiye'de üretilen yeşil çayın kalitesinde sürgünde bulunan yaprak sayısının etkilileri ve yeşil çay kalitesinin sürgün dönemlerine göre değişimi bilimsel olarak ortaya koyulmuştur. Böylece üretilen yeşil çay kalitesinin hasat sırasında sürgün tanımı ile belirlenebileceği ortaya konulabilecek ve yeşil çayın üretim prosesleri sürgün kalitesine entegre edilerek kalite sınıflandırılması yapılabilmesine imkan sunacaktır. Kalite sınıflandırılması ile Dünya çay piyasasında söz sahibi olunabilecek ürünler piyasaya sürülebilecektir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Literatür Özeti

1.1.1. Çayın Botanikteki Yeri ve Morfolojisi

Taze yaprakları çay yapmak için kullanılan (Readal, 2021) ve *Camellia* cinsinin 82 türü arasında yer alan *C. sinensis* (Rahaman ve Aruchamy, 2022; Hazra vd., 2018) birbiriyle örtüşen pek çok morfolojik, biyokimyasal ve fizyolojik özelliklere sahip heterojen bir bitkidir (Banerjee, 1992). *C. sinensis,* Asya'ya özgü subtropikal bir bitki olsada şimdi tüm dünyada yetiştirilmektedir. Çay bitkisi, Asya'nın büyük bir bölümünde vahşi doğada doğal olarak yetişir ve küçük aile bahçesinden binlerce dönümlük devasa arazilere kadar çeşitli ortamlarda yetiştirilmektedir (Zohora ve Arefin, 2022).

Botanikte *Angiospermea* (çiçek açanlar) bölümünde; *Dicotyledonea* sınıfında ve *Theaceae* familyasında yer alan çay bitkisi (**Tablo 1)** 1950 yılında *Thea sinensis L.* olarak kabul edilmiştir. Daha sonra yapılan sistematikte çay *Camellia sinensis (L.) O. Kuntze* olarak isimlendirilmiştir (Horuz ve Korkmaz, 2006). Yazıda (L) harfi *sinensis* sözcüğünü kullanan Linnaeus isimli botanikçinin isminin ilk harfine; *O. Kuntze* sözcüğü ise aynı botanikçinin sözcükleri birleştirip çayın ismini gerçekleştirmiş olmasına atfen yer almıştır (Kacar, 1987).

Tablo 1. Çay bitkisinin botanik sınıflandırılması (Chebbi, 2022)

Üst Alem	**Plantae**
Alem	*Tracheobionta*
Bölüm	*Spermatophyte*
Sınıf	*Magnoliopsida*
Takım	*Theales*
Familya	*Theaceae*
Cins	*Camellia L.*
Tür	*Camellia sinensis (L.) O. Kuntze, syn. Thea sinensis L.*

Ekonomik öneminin yüksek oluşundan dolayı çay bitkisinin botanik ve taksonomisine yönelik sayısız çalışma yapıldığı bilinmektedir. *Camellia* cinsi içerisinde iki farklı taksonun tanımlandığı yaprak ve büyüme özelliklerine dayalı bir sınıflandırmanın varlığından söz edilmektedir. Bu sınıflandırmaya göre; küçük yaprak, bodur ve yavaş büyüyen alt çeşit *Camellia sinensis var. sinensis (L.)* ve büyük yapraklı, uzun ve hızlı büyüyen alt çeşit ise *Camellia sinensis var. assamica'*dır (Kaundun, 2000). **Tablo 2'**de Çin ve Assam varyetelerinin alt çeşitleri, büyüme alışkanlıkları, yaprak özellikleri, yaprağın duruşu, yaprağın açısı gibi fizyolojik özellikler kullanılarak aralarındaki farklılıklar belirtilmiştir (Wachira, vd., 2013).

Tablo 2. *Camellia sinensis*' in başlıca iki çay çeşidi ve alt çeşitlerini ayırt etmek için kullanılan kriterler (Wachira vd., 2013)

Varyete	***China Camellia sinensis var. sinensis (L.)***	***Assam Camellia sinensis var. assamica (Masters) Kitamura***
Alt Çeşitleri	*C. sinensis var. sinensis f. parviflora (Miq) Sealy* *C. sinensis var. Sinensis f.macrophylla Sieb (Kitamura)*	
Büyüme Alışkanlıkları	Cüce, çalı benzeri, Yavaş büyüyen	Uzun boylu, Hızlı büyüyen
Yaprak Özellikleri	Küçük, dik, tırtıklı, dar koyu yeşil renk	Büyük, yatay duruşlu, geniş, çoğunlukla tırtıksız,
Yaprak Duruşu	*Erectophile* (Yukarı doğru yönlendirilmiş)	*Planophile* (yatay)
Yaprak Açısı	< %50	<%70

Araştırıcılar çay bitkisinin anavatanı konusunda görüş ayrılığı yaşamaktadır. Bazı bilim insanları çaya ait ilk yazılı bilgilerin MS (milattan sonra) 350 yılında Çince bir lügatte ortaya çıkması nedeniyle kuvvetle muhtemel çayın anavatanının Çin olduğu görüşünü desteklemektedirler. Bir Arap seyahatnamesinde Çin'in Kanton şehri gelirlerinin çay ve tuzdan alınan vergilerden teşkil edildiğinin belirtilmesi, çay

üretiminin Çin'de geliştiğinin başka bir ifadesi olacağı yönünde görüşler ortaya atılmaktadır (Yurtoğlu, 2018). Asya'nın güneyinde, Assam'da, Hindistan'da, Çinin güney bölgelerinde doğal olarak bulunan çay bitkisinin (Eminağaoğlu ve Aksu, 2014) anavatanı Hindistan'ın doğusunda Çin'in güneyinde bulunan Güneydoğu Asya (Çuhadar, 2015) olduğu görüşü yaygındır.

Camellia cinsi içerisinde bir ağaç türü olan çay bitkisi, her dem yeşil bir bitkidir. Doğal florasında 10-15 m yüksekliğe ulaşabilen ağaç veya çalı iken, ekonomik olarak yetiştirildiğinde ise 0,6-1,5 m'ye kadar yükseklikte muhafaza edilmektedir (Mahmood vd., 2010). Genç sürgünlerinden yararlanılan bu bitkinin yapraklarının görünüşü kısa saplı, elips - dar elips şeklinde, dişli, dişler geniş, kıvrık ve siyah uçlu, sert bir yapıda olduğu ifade edilmektedir (Eminağaoğlu, ve Aksu, 2014). Bitkinin genç yapraklarının altlarında kısa beyaz tüyler mevcuttur ve genç dallar grimsi sarı ve tüysüzdür. Aynı yılda oluşmuş bir yıllık dalları ise morumsu kırmızıdır. Terminal tomurcukları gümüşi gri ve serttir. *Camellia sinensis*'in gösterişli ve kokulu beyaz çiçekleri Ekim'den Şubat'a kadar gerçekleşirken, meyveleri ise Ağustos'tan Ekim'e kadar olgunlaşmaktadır (Shrivastava vd., 2018).

Çay bitkisinin kendine özgü iklim istekleri vardır. Bunlar; yıllık minimum 18ºC sıcaklık, orta dereceli ve sık olmayan donlar, yıllık 1600 mm düzenli yağış ve iyi bir güneş ışığı dengesidir. Bu ekolojik koşullarda bir çay bitkisi kolayca büyüyerek 100 yaşına ulaşabildiği ve yabani çay bitkilerinin 1700 yaşına kadar yaşayanının kesin olarak bilindiği bildirilmektedir (Prasad, 2016). Ekonomik ömür bakımından Çin ve Assam çeşitleri arasında üstünlük zayıflık olduğu, Assam çeşitlerinde 40-50 yaş sonrasında %1 oranında hayatiyet kaybı görüldüğü, Çin çeşidi çaylarda ise yaşam ve verimin 100 yıla kadar düzenli olarak devam ettiği belirtilir. Dünya'da çay yetiştirilen ülkeler bulundukları iklim kuşağı bakımından incelendiğinde yüksek oranda subtropikal bir kuşak öne çıkmaktadır. Bu durum çay bitkisinin subtropikal bir bitki olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Ancak Türkiye gibi orta kuşakta yer alıp sınırlı mikro klima alanların oluşması ile de çay bitkisi yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Horuz ve Korkmaz, 2006).

Çay bitkisi uygun sıcaklıklarda yıl boyu ürün verebilen bir türdür. Buna karşın kış sıcaklıklarının belirgin şekilde azaldığı ülkelerde ürün gelişimi ideal hava sıcaklıklarının olduğu dönemle sınırlı kalmaktadır. Yılın geri kalan döneminde ise

bitki dinlenmeye geçerek hayati faaliyetlerini minimum seviyeye indirip hava koşullarının uygun seviyeye gelmesini beklemektedir. Kış uykusu dönemlerinde çay bitkisinin düşük sıcaklıklara maruz kalması durumunda ise bitkide reaktif oksijen türlerinin belirgin şekilde artmasına neden olduğu ve bitkinin oksidatif strese maruz kaldığı bildirilmektedir (Vyas ve Sanjay, 2005). Yapılan çalışmalar çay bitkisin -15º C' de donmaya başladığı, 40ºC'nin üzerinde ise yetişmesinin oldukça zor olduğunu açıklamaktadır. Genellikle sıcaklığın 13ºC'nin altına düşmesi ve 30ºC'nin üzerine çıkması büyümeyi zorlaştırmakta ve zarara neden olmaktadır (Uzun, 2013). Çay bitkisi, sıcaklığın uygun olduğu, asidik topraklara ve yüksek nemli çevre koşullarına sahip bölgelerde yetiştirilebilmektedir (Shrivastava vd., 2018). Ca sevmeyen bir bitki olarak tanınan çay, genellikle aktif kirecin iz miktarda bulunduğu ve pH 4,50-6,00 arasında olan asit tepkimeli topraklarda iyi gelişme gösterdiği bildirilmektedir (Özyazıcı vd., 2013).

1.1.2. Çay Bitkisinin Kimyasal Kompozisyonu

Dünyadaki en popüler ve en düşük maliyetli içeceklerden biri olarak çok sayıda insan tarafından tüketilen çay, artan talep nedeniyle dünya içecek pazarının en önemli bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Majumder vd., 2010). Geçmişten günümüze kadar hemen hemen her kültürde önemli bir yere sahip olduğu bilinen ve dünyada popüler olan çayın, içerdiği etkin maddelerin hücreler üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı sağlık açısından yararlı bir içecek olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Üstün ve Demirci, 2013). Çay ayrıca dünyadaki birçok çiftçi için önemli bir nakit mahsul olarak kabul edilmektedir (Xiao vd., 2018). Her toplumda çay içme alışkanlığı vardır. Dört bin yılı aşkın süredir toplumlar çay içmekte ve bu alışkanlıkları her geçen gün artmaktadır. Sağlık üzerine olan etkileri ile de popüler olan bu içeceğin besin değeri ya da sağlık bakımından önemi yaş çay yapraklarının içerdiği mineral maddeler ve biyokimyasal bileşiklerden ileri gelmektedir (Turan vd., 2016). Çay, farmakolojik olarak aktif bileşenler açısından zengindir. 19. yüzyılın başından günümüze kadar çaydan 400' den fazla organik bileşik ve 40'tan fazla inorganik bileşik dahil olmak üzere 500' den fazla kimyasal bileşenin izole edildiği bildirilmiştir (Elmas ve Gezer, 2019; Zhao vd., 2022).

Çayın niteliğini fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal kapsamı belirlemektedir (Wetherilt vd., 1991). Nitelikli çay yapraklarının kimyasal bileşimleri, infüzyonunun rengi ve polifenoller, kafein, serbest aminoasitler ve çözünür şekerler konsantrasyonları dâhil olmak üzere çayın özelliklerini belirlemektedir (Zhang vd., 2022). **Tablo 3'**te çay yaprağının kuru maddede (%) içerdiği kimyasal bileşenlerin oranları verilmiştir. Bu oranlar pek çok faktöre göre değişmekle birlikte içeriğin büyük bir kısmını polifenoller oluşturmaktadır (Tosun ve Karadeniz, 2005; Wu vd., 1998)

Tablo 3. Çay yaprağının kimyasal bileşimi (Tosun ve Karadeniz, 2005; Wu vd., 1998)

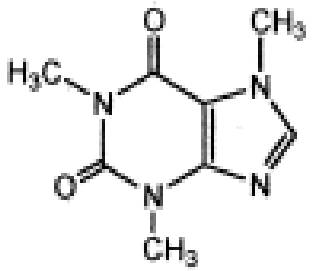
Bileşen	**Miktar (%, kuru maddede)**
Kafein	3-4
Aminoasit ve protein	15-19
Basit karbohidratlar	4
Polisakkaritler	13
Kül	5
Selüloz	7
Lignin	6
Lipitler	2-3
Organik asitler	0,5-1,5
Pigmentler	0,5
Toplam Polifenoller	30-36

Bunun yanında Dünya'da üretim miktarı ile ilk sıralarda yer alan siyah, beyaz ve oolong çay çeşitleri de üretim yöntemindeki farklılıklardan kaynaklı kimyasal içeriklerinde belirgin farklılıklar mevcuttur. Pek çok çalışma bu farklılıkların üzerine odaklanmıştır. Örneğin; çaydaki antiokdidant aktiviteden sorumlu bir polifenol grubu olan flavon-3-oller çeşitli metabolik süreçlerde reaktif oksijen türlerinin oluşumundan sorumlu olan serbest demir iyonlarını jelatlayarak oksidatif stresi önlediği bildirilmektedir. Siyah çay üretimi sırasında üretim basamaklarından biri olan oksidasyon aşamasında bu antioksidant grup thearubigins ve theaflavin' e dönüştüğü için yeşil çayın siyah çaydan daha yüksek polifenol seviyesine sahip olduğu belirtilmektedir (Kaur vd., 2015). Çayın kimyasal bileşeni hakkında oldukça değişken sonuçlar bildiren araştırıcılar oldukça karmaşık olan bu

bitkinin kimyasal kompozisyonunun sadece içsel faktörlerden kaynaklanmadığını ortaya koymak amacıyla pek çok çalışma yürütmüştür. Coğrafi köken, çeşit, iklim, kültürel uygulamalar ve üretim süreçleri gibi çok sayıda faktör çayın kimyasal bileşimini etkileyen başlıca faktörlerdir (Zhang, 2023).

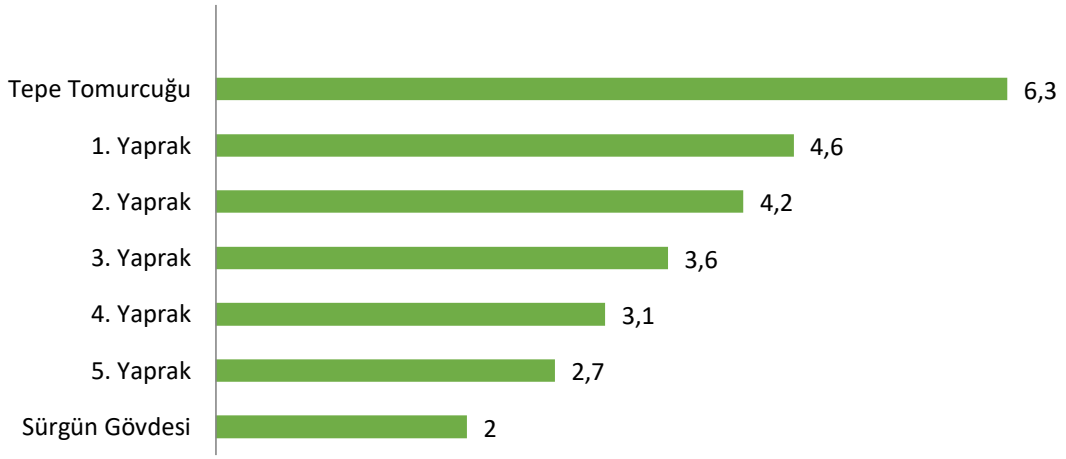
Çay bitkisinin genç vejetatif sürgünlerinin çok çeşitli polifenoller içerdiği bilinmektedir (Forrest ve Bendall, 1969). Polifenoller, antioksidatif, antimutajenik ve antikarsinojenik etkilere sahip biyolojik olarak en aktif çay bileşenleri grubudur (Reto vd., 2007). Yeşil çay flavonoidler ve fenolik asit dahil olmak üzere polifenoller içerimektedir (Sinija ve Hari, 2008; Üstün ve Demirci, 2013). Flavanoidlerin ana sınıfı, epikateşin (EC), epigallocaetchin (EGC), epicatechin-3-gallate (ECG) ve epigallocatechin-3-gallate (EGCG) içeren kateşinlerdir. EGCG, kateşinlerin en bol bulunanıdır ve toplam kateşin miktarının %50-75' ini oluşturmaktadır (Kanwar vd., 2012).

Çay bitkisinde bir diğer önemli bileşen olan kafein, çay yapraklarında temsili bir metabolittir. Kafein içeren bitki türleri arasında çay yaprakları nispeten yüksek miktarlara sahiptir ve çay yaprağı kuru ağırlığının ~2,0-3.0' ını oluşturmaktadır (Chen vd., 2018). 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 (Zeng vd., 2021). **Şekil 1.'**de yeşil çaydaki kafeinin kimyasal yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1. Yeşil çaydaki kafeinin yapısı (Weiss ve Christopher, 2003)

Kafein aynı zamanda, çay içeceklerinin temel bir bileşeni olup onların ayırt edici ve arzu edilen tatlarından sorumludur. Seviyesi, hasat zamanı ve yaprakların yaşı ile ilişkilendirilmekte ve yapraklarda yaşlandıkça kafein içeriği azalmaktadır. Kafein içeriği çay çeşidine, bitki örtüsü sırasındaki hava koşullarına ve ayrıca demleme yöntemlerine bağlı olarak değişmektedir (Kochman, 2020). **Şekil 2'**de bir çay sürgünün ihtiva ettiği kısımlarına göre kafein miktarının değişimi gösterilmektedir. Buna göre tepe tomurcuğu denilen en uç kısımdaki kafein içeriği en fazla iken bu miktarın yaprak yaşı arttıkça azaldığı görülmektedir.



Şekil 2. Camellia sinensis bitkisinin bölümlerine göre kafein içeriği seviyeleri / % değişimi (Prasad, 2016)

İşleme yöntemine göre farklı şekilde isimlendirilen çay çeşitleri arasında da kafein içerikleri bakımından faklılıklar olduğu pek çok çalışma ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. İnanılanın aksine, siyah çaylar her zaman yeşil, beyaz veya oolong çaylardan daha fazla kafein içermemektedir. Bazı yeşil ve beyaz çaylar, siyah çaylardan önemli ölçüde daha fazla kafein içerebilmektedir (Prasad, 2016).

1.1.3. Çay Üretim ve Ticaretinin Tarihsel Gelişimine Kısa Bir Bakış

Bugün Dünya'da bölgesel bir kültür haline gelen ve her kesimden insanın severek tükettiği çay bitkisinin dünyadaki yetiştiricilik başlangıcı ile ilgili Çin ve Japon menkıbelerinde pek çok efsaneden bahsedilmektedir. Bu efsanelerden en çok bilinen birkaçından biride tebaasının sağlığı için suyun kaynatılarak içilmesi

gerektiğini savunan ve Çin için ilahi yetiştirici, ilahi şifacı olan Shen Nong'un (MÖ 2737-2697) efsanesidir. Tesadüfdürki tüketmek amacıyla kaynaktığı suyun içerisine düşen kuru *C. sinensis* yapraklarının suyun rengini değiştirdiğini ve bu suyu tüketen Nong'un vücuduna dinçlik getirdiğini bunun üzerine bu bitkiyi şifalı olarak tanımlayan Nong'un tebaasına bitkinin dikim emrini verdiğinden bahsetmektedir (Saberi, 2010). Milattan öncelere dayandırılan bu efsaneler bugün neredeyse Dünya çay üretiminin yarısını gerçekleştiren Çin'de Tang Hanedanlığı (MS 618-907) döneminde 42 vilayette yetiştirilmeye başlanmış ve bu değerli bitkinin içecek olarak tüketilme alışkanlığı her sosyal tabaka ve sınıftan insanın günlük yaşamına girmeyi başarmıştır (Wang, 2011). MS 780'de Çin'de gelişme gösteren çay ticareti, son yıllarda Budist rahibi Dengyo Daisni tarafından Japonya'ya yayılmış, Ortaçağ döneminde de Hindistan, Arabistan ve İran'a da yayılma göstermiştir (Aytaç, 2014).

Yaklaşık 6. yüzyılda Çin'den Japonya'ya gelen çay içme geleneği daha sonralarda ayrıcalıklı toplumlara yayılmış ve yaklaşık 700 yıl önce herkes için popüler hale gelmiştir. Daha sonra çay kullanımı şimdi Endonezya olarak bilinen yere ve oradan da Hollanda sömürgecileri aracılığıyla Hollanda'ya tanıtılmıştır. Ayrıca Hindistan'da yetiştirilmeye başlanan bitki oradan da İngiltere'ye ithal edilerek popüler hale gelmiştir. 17. yüzyılın ortasında İngilizler, çayın ticarileştirilmesinde ve yaygınlaştırılmasında etkili olmuş ve çay bitkisinin bir zamanlar para birimi olarak kullandıklarını araştırıcılar belirtmektedir (Weisburger, 1997).

Ülkemizde ise çay kullanımı ve kültürü uzun bir geçmişe sahip olmadığı halde bugün oluşturduğu kültür ile birlikte sosyal yaşamda vazgeçilmez bir değer haline gelmiştir. Birçok kültür tarafından değer gören bu içecek, Türk kültürüne hızlı uyum sağlayarak üretilmesinden tüketilmesine kadar birçok düşünsel zenginlik yaratmıştır (Güneş, 2012).

Türkiye'de çay bitkisinin gelişimi konusunda ilk girişimlerin 18. yüzyılın sonlarında yapıldığı ifade edilmektedir. Çay tohumları ve fidanları ilk olarak 1988 yılında Esbaki İsmail Paşa tarafından Çin'den Bursa'ya ithal edilmiş ancak çay üretimi o dönem başarılı olamamıştır. 10 yıl süren fizibilite çalışmaları sonucunda Rize ve Borçka'da fındık, portakal, limon üretimine 1917 yılında çay üretimi de dâhil edilmiştir. 1940 yılında çay yasası, çay sektörünün gelişimini hızlandırmıştır.

Türkiye’de 1947 yılında Rize’de ilk çay fabrikasının kurulmasından sonra 1963 lere kadar ithalat ile karşılanan çay talebi yerini üretime bırakmıştır (Mendi, 2018).

1.1.4. Çayın Dünya’da ve Türkiye’de Üretim Durumu

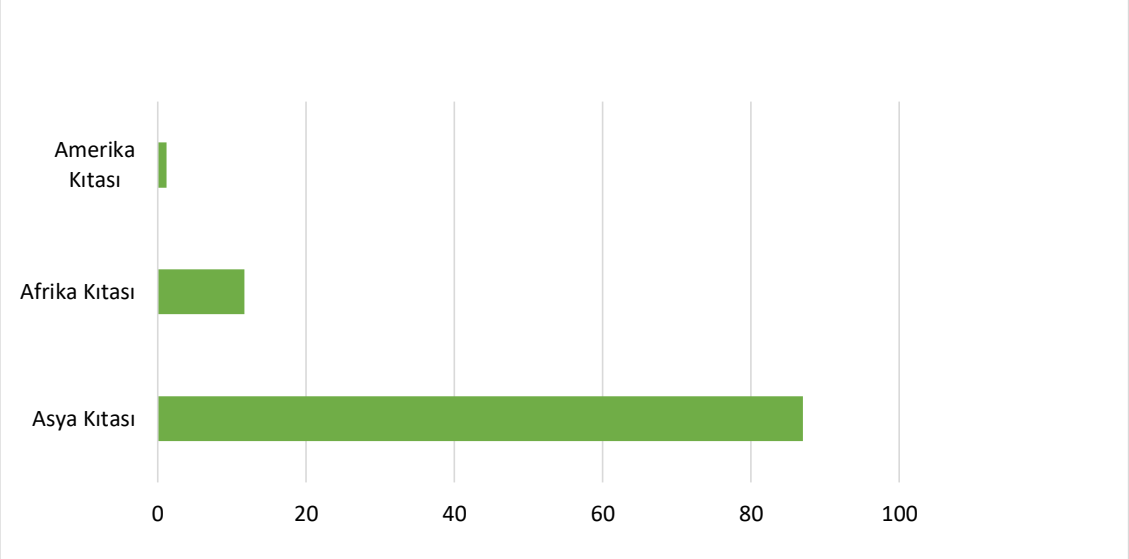
Tüm çaylar *C. sinensis*'in yapraklarından üretilir, ancak işlemedeki farklılıklar, farklı çay türleri ile sonuçlanır (Yuan, 2013). Üç ana çay formu: yeşil çay, siyah çay ve oolong çayı, üretim yöntemleri ve kimyasal bileşimleri bakımından farklılık gösterir (Lambert ve Ryan, 2010). Dünya nüfusunun yaklaşık yarısının çay tükettiği ve %80'nin siyah çayı tercih ettiği geri kalanının ise yeşil çay ve yarı fermente oolong çayı tükettiği bildirilmektedir. Dünya çay üretim ve tüketiminde siyah çay önemli bir katkıya sahipken gelecekte yeşil çay ve özel çay çeşitlerine talebin daha da artacağı tahmin edilmektedir (Nursodik vd., 2021).

Şekil 3’te Dünya’da önemli çay çeşitlerinin geleneksel üretim dyagramları verilmiştir. Oksidasyon süreci gibi kriterler çay çeşidinin ana belirleyicisi olarak kabul edilmektedir. Bu çay çeşitlerinden beyaz çay *C. sinensis* bitkisinin henüz açılmamış, üzerinde beyaz tüyler bulunan tepe tomurcuğunun toplanması ile elde edilen çay türüdür. İsmini de bu beyaz tüylerden almaktadır. Doğal ortamda 2-3 günde soldurulan tomurcuklar doğal oksidasyona tabi tutularak üretilmektedir. Yeşil çay, *C. sinensis* yapraklarına oksidasyon işlemi uygulanmadan üretilen ve oksidasyon uygulanmadığı için yeşil rengini muhafaza eden bir çay çeşididir. Oolong çay, *C. sinensis* bitkisinin yapraklarının kıvırma işleminden önce kızgın güneş ışığı altında okside edilen bir çay çeşididir. Oksidasyon devam ederken yapraklar sallanarak aromaların ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Siyah çay, *C. sinensis* bitkisinin yapraklarının tam okside edilmesi ile üretilen bu çay çeşidi Dünya’da ve ülkemizde en fazla tüketilen çay çeşididir (Tekin vd., 2021; Karori vd., 2007).

Taze Çay Yaprağı	**Taze Çay Yaprağı**	**Taze Çay Yaprağı**	**Taze Çay Yaprağı**
↓	↓	↓	↓
Kısmen buğulama	Buharlama/ kavurma ile enzimlerin inaktivasyonu	30-60 dakika doğal soldurma	Yuvarlanmadan kapalı soldurma
↓	↓	↓	↓
Doğal olarak güneş ışığı altında kurutma	Haddeleme ve kurutma	6-8 saat hafifçe yuvarlayarak iç mekânda soldurma	Kıvırma
↓	↓	↓	↓
BEYAZ ÇAY	Son kurutma	Kavurma (enzimlerin kısmen inaktivasyonu	Oksidasyon
	↓	↓	↓
	YEŞİL ÇAY	Haddeleme ve kurutma	Kurutma
		↓	↓
		Son kurutma	**SİYAH ÇAY**
		↓	
		OOLONG ÇAY	

Şekil 3. Beyaz, Yeşil, Oolong ve Siyah çay çeşitlerinin geleneksel üretim diyagramı (Karori vd., 2007)

Şekil 4’ de Dünya’da çay yetiştiriciliği yapılan kıtaların 2021 yılı itibariyle üretimdeki payları gözterilmiştir. Bugün dünyada 47 ülkede yetiştiriciliği yapılan çay bitkisinin kıtalara göre üretim payları incelendiğinde % 87’lik pay ile Asya kıtası lider konumdadır. Dünya’da çay üretilen ülkeler FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)’nun 2021 yılı verilerine göre üretim alanları bakımından en büyük 20 ülkenin 12’si Asya kıtasında, 7’si Afrika kıtasında ve 1 tanesi ise Güney Amerika’da yer almaktadır (Anonim, 2021).



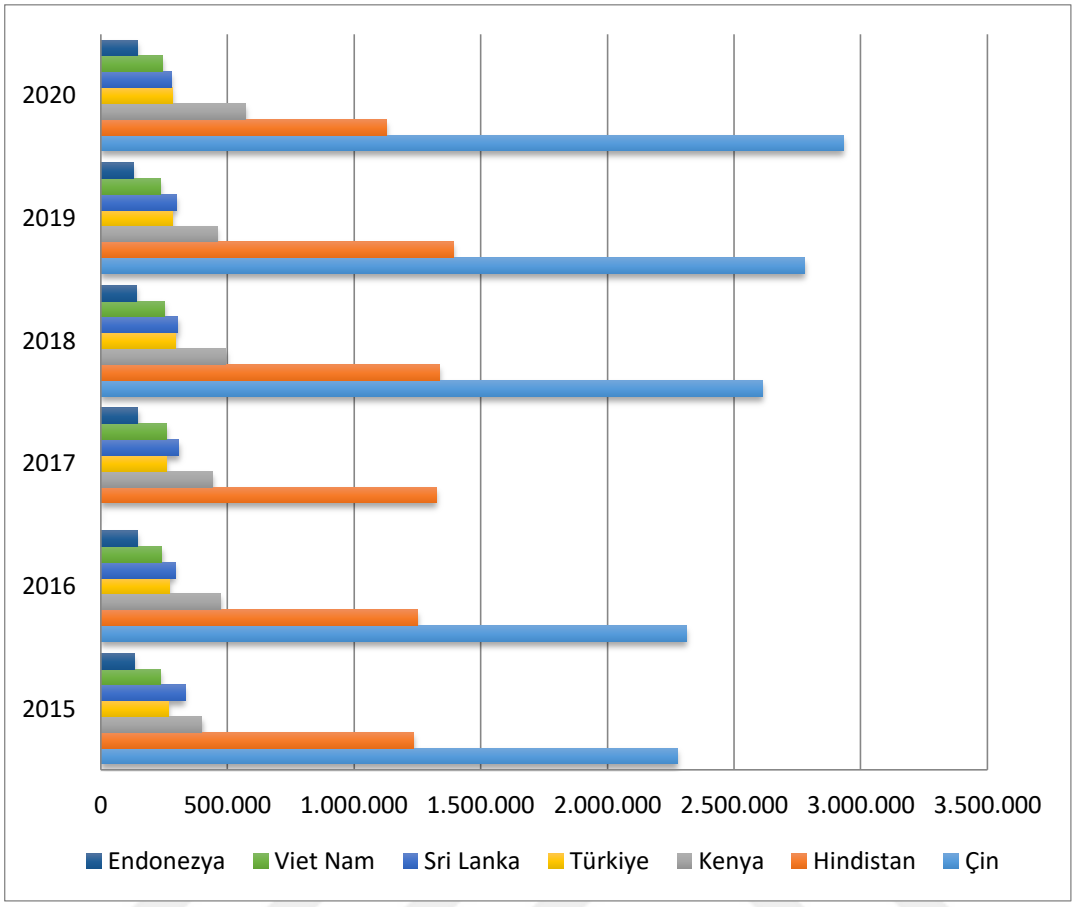
Şekil 4. Dünya’da çay üretilen kıtaların üretim alanları bakımından karşılaştırılması (Anonim, 2021).

Dünya çay üretimi sürekli artış göstermekte olup FAO’nun hazırladığı 2021 yılı raporuna göre yaş çay üretim miktarının 28,1 milyon tona ulaştığı bildirilmektedir. Bu üretim içinde toplamda yaklaşık 26 milyon ton üretimi olan ülkeler **Tablo 4’**de verilmiştir. 2021 yılı verilerine göre Çin yaklaşık 14 milyon tonluk üretimle ilk sırada yer alırken bunu Hindistan, Türkiye, Kenya, Sri Lanka, Viet Nam ve Endonezya izlemektedir. Türkiye ise 4. sırada yer almaktadır (Anonim, 2021). Çay ekim alanı, çay üretiminin arz ölçeğini belirlemektedir. Sahip olduğu çay ekim alanı, düşük arazi ve işgücü maliyetleri ile çay Çin için dünya sahnesindeki etiketlerinden biri haline gelmiştir (Xiao vd., 2018).

Tablo 4. Dünya Yaş Çay Üretiminde Önemli Üretici Ülkeler **(**Anonim, 2021).

Sıra	Ülke Adı	Ekim Alanı 2021 (ha)	Yaş Çay Üretim Miktarı 2021 (ton)
1	Çin Anakara (Mainland)	3.379.061	13.757.000
2	Hindistan	547.847	5.482.186
3	Kenya	249.760	2.338.000
4	Türkiye	82.247	1.450.000
5	Sri Lanka	266.509	1.302.000
6	Viet Nam	110.000	1.073.000
7	Endonezya	112.053	563.000
	TOPLAM	**5.245.319**	**28.191.556**

Dünya'da çay üretim alanlarında yıllar itibariye sürekli artış eğilimi olduğu görülmektedir. Dünya çay üretim miktarı ile lider konumda olan Çin 3,4 milyon ha lık üretim alanı ile de toplam çay üretim alanında ilk sırada yer almaktadır. Bu ülkeyi Hindistan, Kenya, Türkiye, Sri Lanka, Viet Nam ve Endonezya takip etmektedir. Çay üreticsi ülkeler tüketim alışkanlığı, pazarlama imkânı, ihracat olanakları gibi benzer nedenlerden dolayı kuru çay çeşidinin toplam üretimlerindeki payı farklı olsada genel olarak ülkelerin 2015-2020 yılları arasındaki kuru çay (siyah çay, yeşil çay ve oolong çay) üretim miktarları değişimi **Şekil 5'**de verilmiştir. 2020 FAO verilerine göre 2020 yılında 6,26 milyon tona ulaşan dünya kuru çay üretiminde Çin 2,9 milyon ton luk kuru çay üretim miktarı ve % 46,85 pay ile katkıda bulunarak Dünya kuru çay üretiminde lider konumda yer almaktadır. Hindistan, Kenya, Türkiye, Sri Lanka, Viet Nam ve Endonezya gibi çay üreticisi ülkelerde 2015 ve 2020 yılları arasında kuru çay üretimleri artış ve azalma eğilimi gösterirken Çin'de belirtilen yıl aralığında sürekli bir artış olduğu görülmektedir (Anonim, 2021).



Şekil 5. Dünya çay piyasasında üretim miktarı ile öne çıkan ülkelerin 2015-2020 yılları arasında kuru çay (siyah çay, yeşil çay ve oolong çay) üretim miktarındaki değişim grafiği (Anonim, 2021).

Dünya'da çay üretiminin yoğun olarak yapıldığı ülkelerde çay ihracatı ülke için önemli bir gelir kaynağı olmuştur. Gelişmekte olan pek çok çay üreticisi ülke için çay ihracatı, istihdamın sağlanmasında ve yoksulluğun azaltılmasında olumlu katkılar yapmaktadır.

Dünya çay ihracatında 556 bin ton ile Kenya ilk sırada yer alırken bu ülkeyi Çin, Sri Lanka ve Hindistan gibi ülkeler takip etmektedir **(Tablo 5)**. 2021 FAO istatistiklerine göre dünyada çay ihracatı 2 milyon tona ulaşmıştır. Çin 2. 9 milyon ton luk kuru çay üretim miktarı ve % 46,85 pay ile 2021 yılı Dünya çay ihracatında Kenya'nın gerisinde yer almıştır (Anonim, 2021). İç tüketimdeki artış gibi faktörlerin Çin'in çay ihracatında artık Sri Lanka ve Hindistan gibi Milletler Topluluğu'nun bazı üye devletleri ile arasındaki farkın daraldığı şeklinde görüşler yaygınlaşmaktadır (Xiao vd., 2018).

Tablo 5. 2021 yılı Dünya çay ihracatında önemli ülkeler ve ihracat miktarları (Anonim, 2021)

Sıra	Ülke Adı	İhracat Miktarı / ton (2021)
1	Kenya	556.551
2	Çin	363.354
3	Sri Lanka	282.986
4	Hindistan	197.240
5	Viet Nam	82.470
	Diğerleri	507.803
	TOPLAM	**2.053.404**

Türkiye ise, dünya çay üretiminin yaklaşık %6'sını gerçekleştirmesine rağmen, üretim maliyetleri dünya fiyatlarının çok üstünde olduğu için, piyasa koşullarında ihracat yapamayan ülke durumundadır (Güngör, 2005). Dünya'da uluslararası çay pazarında Asya kıtası yüksek kalite ve geniş ürün yelpazesi ile çay ithalatında da lider konumda yer almaktadır (Hicks, 2009). Çay üretemeyen ya da üretici olduğu halde talebi karşılayamayan ülkelerin çay ithalatı yoluna gitmesi, çayın ticari ve ekonomik açıdan daha da değerlenmesini sağlamıştır (Kurt ve Hacıoğlı, 2013). **Tablo 6**' da Pakistan 2021 yılında 260 bin tonluk çay ithalatı ile ilk sırada yer alırken bu ülkeyi Rusya Federasyonu, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) gibi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler takip etmektedir (Anonim, 2021).

Tablo 6. 2021 yılı Dünya çay ithalatında önemli ülkeler ve ithalat miktarları (Anonim, 2021)

Sıra	Ülke Adı	İthalat Miktarı (ton) /2021
1	Pakistan	260.231
2	Rusya Federasyonu	154.983
3	Amerika Birleşik Devletleri (ABD)	116.231
4	Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı	108.237
5	Mısır	72.771
	Diğerleri	1.150.764
	TOPLAM	**1.931.480**

Türkiye'nin Doğu Karadeniz kıyılarında ana olarak Artvin ve Rize ilinde, tali olarak ise Trabzon, Giresun ve Ordu illerini kaplayan alanda yetiştirilen (Ulusoy ve Yılmaz, 2017) çay bitkisi bölgenin tarım alanlarının yaklaşık %90'nından fazla alanı kaplamaktadır. Kafkas dağlarının bie uzantısı olan Kaçkar Dağları'nın siper olmasıyla oluşan mikroklima alan ile Türkiye'de Doğu Karadeniz'i çay üretimi için elverişli bir coğrafya haline getirmiştir (Karaçimen ve Değirmenci, 2019). Doğu Karadeniz'i dünyaya tanıtan çay, bölgeyi dağların tepelerine kadar yemyeşil bir örtü ile kaplamaktadır (Alikılıç, 2016). Türkiye'de çay tarımı sahip olduğu ekolojik avantajlar ile dünyada çay tarımı yapılan pek çok ülkeden daha üstün konumdadır. Kış mevsiminde çay bahçelerini örten kar tabakası, çay tarımında ilaçlı zirai mücadelenin önlenmesine katkı sağlamaktadır. Böylece sağlık yönünden pek çok yararı ile bilinen çay çeşitleri güvenli bir şekilde üretilebilmektedir. Türkiye çay tarımında Dünya'da çay üreten ülkeler ile bazı önemli tarımsal istatistikler bakımından kıyaslandığında ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. **Tablo 7**'de 2021 FAO verileri ile yapılan karşılaştırmada yaklaşık 82 bin ha alandan 1,45 milyon ton yaş çay üretimimi ile pek çok ülkeyi geride bıraktığı anlaşılmıştır (Anonim, 2021).

Tablo 7. Dünya çay tarımında Türkiye'nin karşılaştırılması (Anonim, 2021)

Ayrıntılar	Dünya	Türkiye	Türkiye'nin Dünyada' ki sıralaması	% Olarak ifadesi
Üretim Alanı (milyon ha)	5,25	0,082	8.	1,57
Üretim Miktarı (milyon ha)	28,192	1,45	4.	5,14
Verim (hg/ha)	53,746	176,298	-	-
İhracat (milyon ton)	2,05	0,005	23.	0,28

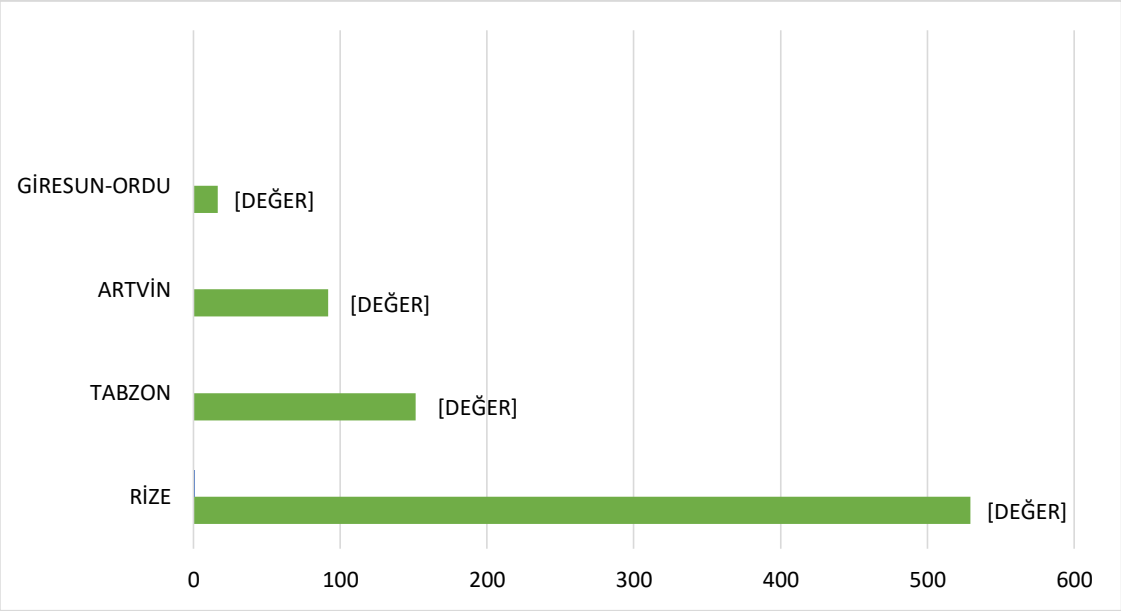
Doğu Karadeniz Bölgesi'nin engebeli topoğrafık yapısı bölgede tarım ürünü çeşitliliğini sınırlamakta ve bölge şartlarına uyum sağlayan ve bölge halkı için bir kültür haline gelen çay bitkisini vazgeçilmez bir ürün haline getirmektedir. **Tablo**

8'de Türkiye'de 2015-2022 yılları arasında çay yetiştiriciliği için yeni bahçelerin tesis edilerek üretim alanının (da) artırıldığını görmekteyiz. Ancak üretim miktarında istikrarlı bir artış olmadığı ve yıllar arasında dalgalanmalar yaşandığı gözlemlenmektedir. Bu durum, bölgeye sahip olduğu coğrafi koşullar sayesinde adapte olabilen çok yıllık ve oldukça karmaşık bir morfolojik yapıya sahip olan bir tarım ürünü için pek çok nedenle açıklanabilir (Anonim, 2023a).

Tablo 8. Türkiye'de 2015-2021 yılları arasında çay yetiştirilen alan ve yaş çay yaprağı üretim miktarı (Anonim, 2023a)

Yıl	Çay yetiştirmeye ayırılan alan (da)	Yaş çay yaprağı üretim miktarı (ton)
2015	762 073	1 327 934
2016	763 609	1 350 000
2017	821 079	1 300 000
2018	781 334	1 480 534
2019	785 693	1 407 448
2020	786 813	1 450 556
2021	789 001	1 453 964
2022	832 002	1 300 000

Şekil 6'da Türkiye'de çay tarım alanlarının illere göre dağılımı (%) olarak verilmiştir. Bölgede çay bahçesi tesis alanlarını illere göre incelediğimizde ilk sırayı % 67'lik bir pay ile Rize ili alırken bu ili sırasıyla Trabzon (%19), Artvin (%12) ve Giresun-Ordu (%2) takip etmektedir. Bahçe tesis alanına paralel olarak üretilen kuru çay miktarı da aynı sıraları izlemektedir (Anonim, 2023b). İklim ve toprak özellikleri bakımından seçici olan çay bitkisi sadece bu illeri kapsayan ve toplam 180 km'lik kıyı şeridini içine alan bölgede sağlıklı olarak yetiştirilebilmekte ve kaliteli ürün elde edilebilmektedir (Yıldız vd., 2014).



Şekil 6. Türkiye'de çay tarım alanlarının illere göre dağılımı (da) (Anonim, 2023b)

Rize ili Ülkemizde çay tarımının çok büyük bir kısmını karşılayan önemli bir ilimizdir. Rize İlinde, İklim ve toprak özelliklerinin elverişliliği ve sanayi ile entegrasyonunun sağlanmış olmasından dolayı ağırlıklı olarak çay (*Camellia sinensis* (L.) Kuntz) tarımı yapılmaktadır. Rize için başka bir alternatifi olmayan çay bitkisi, düz arazilerin oldukça sınırlı olması nedeniyle engebeli arazilerde teraslama yapılmak suretiyle işlemeye uygun hale getirilen alanlar üzerinde yetiştirilmektedir (Şavşatlı vd., 2015; Akbulut vd., 2013a; Akbulut vd., 2013b, Akbulut, 2013c).

1.1.5. Yeşil Çay

Yeşil çay, usulüne uygun olarak hasat edilmiş *C. sinensis* bitkisinin sürgünlerinden üretilen okside olmamış (non-oxide) (Gökalp ve Çeper,1990) bir çay çeşidi olup en eski çay türlerinden biridir. 5000 yıldır bu içeceğin bilindiği ve tüketildiği bildirilmektedir **(**Shrivastava vd., 2018). Yeşil yaprak polifenollerinin oksidasyonunu önleyecek şekilde hazırlanan bu içeceğe (Graham,1992; Gupta ve Ashok, 2002), insan sağlığı üzerindeki en önemli etkiler atfedilmiş olup (Khan ve Hasan, 2010) sağlık üzerine olan yararları çok sayıda çalışma ile desteklenmiş ve bu içeceğin düzenli olarak tüketimi tavsiye edilmiştir (Zohora ve Md, 2022; Hu vd., 2018). Antioksidan, anti-anjiyogenez ve anti-proliferatif etkiler gibi biyolojik aktivite gösteren ve çeşitli kanser türlerinin tedavisinde önemli bir kimyasal bileşen olan

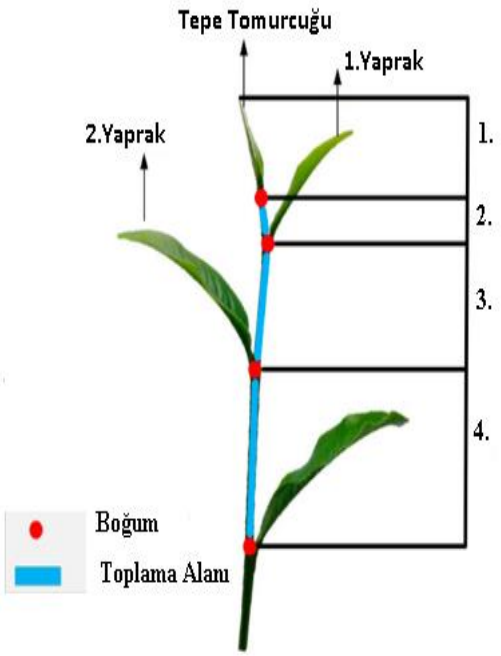
kateşinleri (Sharma ve Kajal, 2018) siyah ve oolong çaydan daha fazla içermektedir. Ayrıca içerdiği bazı mineral ve vitaminler bu çay çeşidinin antioksidan potansiyelini artırmaktadır (Cabrera vd., 2006).

Günümüzde siyah çaydan sonra en çok tüketilen çay türü olan yeşil çay toplam küresel çay üretiminin yaklaşık %20'sini oluşturmakta ve giderek daha popüler hale gelmektedir (Reygaert, 2018). Yeşil çay, başta Çin, Kore ve Japonya gibi Asya ülkeleri olmak üzere dünya çapında popüler bir içecek türü (Sinija ve Hari, 2008) olarak tüm dünyada çeşitli şekillerde tüketilmektedir (Khan ve Mukhtar, 2010). Belirli coğrafi bölgelerde üretilen yeşil çaylar, orijinal, tipik ve daha kaliteli olarak algılanan bir ürün için daha fazla ödemeye istekli müşteriler arasında olumlu bir kabul görmektedir (Ma vd., 2016).

Pek çok araştırıcı yeşil çayın lezzet ve aroması üzerinde etkili olan faktörler konusunda araştırmalar ortaya koymuşlardır. Yeşil çayın lezzet ve aroma kalitesi hasat mevsimi ile yakından ilişkilendirilmektedir (Zhang vd., 2023). Taze çay yapraklarının hasat zamanı, ürün verimi ve kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Zhang vd., 2019). Yapraklardaki polifenol miktarı ve dağılımı hasat edilen sürgün dönemlerine göre farklılık göstermektedir (Kesler ve ark. 2012). Çay bitkisinin kimyasal bileşenlerinin içeriği ve bileşimi genç sürgünlerin gelişimi sırasında değişmektedir. İstenilen kalitede çay üretmek için genç sürgünler, belirli seçicilik ve yoğunluk ile tanımlanmış sürgün aşamalarında (**Şekil 7**) (standartlarda) hasat edilmelidir (Long vd., 2022). Yaş çay sürgünleri aynı koşullarda üretilip hasat edilse de sürgün olgunluğuna göre farklı fiyatlandırılmaktadır. Sürgün olgunluğuna göre kalite; bir yaprak bir tomurcuktan yapılanlar, bir tomurcuk iki yapraktan yapılanlar, bir tomurcuk üç yapraktan yapılanlar şeklinde sıralanmaktadır (Xu vd., 2021).

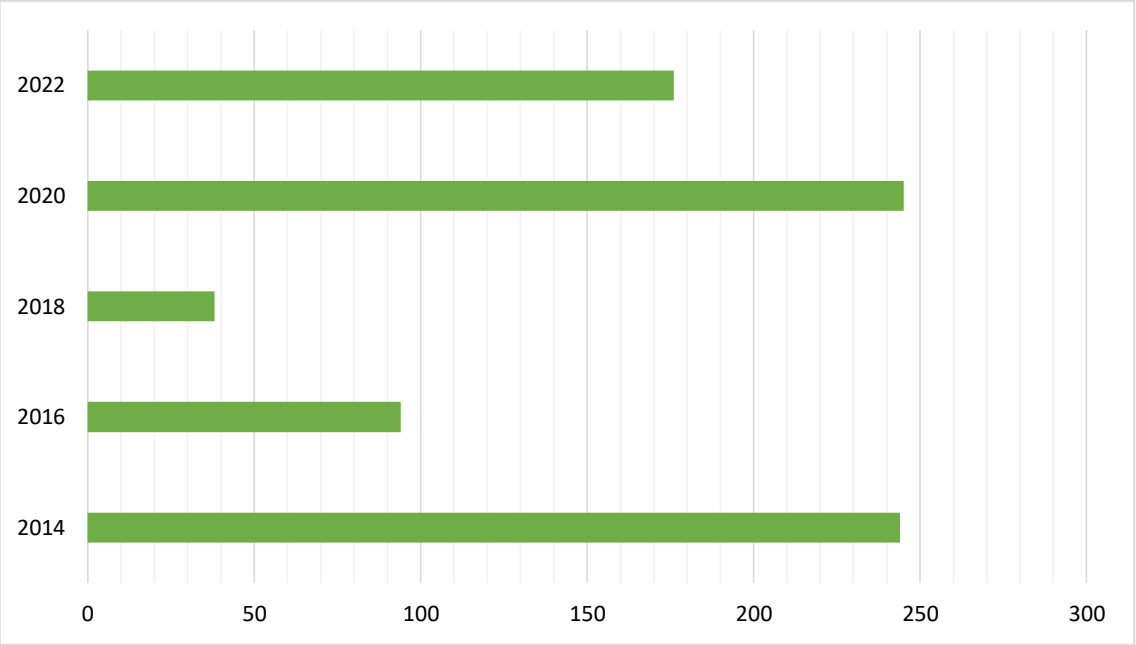
Çayın kalitesi üretildiği yer ve mevsime göre değiştiği belirtilmektedir (Tudu vd., 2009). Kore yeşil çay ürünleri genellikle çay yaprağının hasat zamanına göre fiyatlandırılmaktadır. Çay yaprağı aynı bölgede yetiştirilmiş ve aynı yöntemle işlenmiş olsa bile, çayların hasat zamanına göre farklı isimleri ve fiyatları vardır ki, hasat zamanının çay kalitesini belirlemede önemli bir faktör olduğuna uzun zamandır inanılmaktadır. Yeşil çay yaprakları Kore'de Nisan ve Mayıs ayları arasında toplanır. 20 Nisan'dan önce toplanan çay yaprakları, nadir olması, karakteristik tadı

ve yumuşaklığı nedeniyle en kaliteli sınıflar olarak kabul edilir. Yeşil çay fiyatları, kalitesine inanılan yılın hasat zamanına göre belirlenmiştir (Kim vd., 2016).



Şekil 7. Çay sürgünün bölümleri ve toplama alanı (Wang, 2021)

Çin, Japonya ve Orta Doğu ülkelerinde tercih edilen yeşil çay (Chen, 2002), sağlık yararları ile uzak doğu ülkelerinde neredeyse siyah çay kadar popülerdir. Türkiye'de 2022 verilerine göre 176 ton üretilen yeşil çay miktarı toplam kuru çay üretimine oldukça düşük miktarlarda katkıda bulunmaktadır. Ülkemizde kuru çay üretimine istikrarsız katkıda bulanan yeşil çayın yıllık üretim miktarı belirlenirken pazarlama stratejileri göz önünde tutulmaktadır. Bir önceki yılın stok miktarı aynı yıl üretilecek olan yeşil çay miktarında önemli etkilerde bulunmaktadır. Türkiye'de önemli yeşil çay üreticisi olan ÇAYKUR'un 2014-2022 yılları arasında üretim değerleri incelendiğinde (**Şekil 8.**) ciddi dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Bu dalgalanmalarda en önemli nedenini üretici talebi oluşturmaktadır.



Şekil 8. Türkiye'de 2014-2022 yıllarında üretilen yeşil çay miktarının yıllara göre değişim miktarı (Anonim, 2023c).

Türkiye'de siyah çayı her gün düzenli olarak tercih edenlerin oranı % 88,3 iken bu oran yeşil çay için % 3,3, genel olarak bitki çayları için % 4,1'dir (Kadıoğlu ve Öztürk, 2021).

Dünya çapında ün kazanmış bazı önemli Çin ve Japon yeşil çay çeşitlerinin karakteristik özellikleri **Tablo 9**'da verilmiştir. Bu çay çeşitleri incelendiğinde çay bitkisinin yetiştirildiği rakım, gölgeleme yapılması, meyve bahçelerinin varlığı, üretim sırasında yapraklara verilen şekiller gibi değişkenler yeşil çayın farklı isimlerle piyasaya sunulmasında etkili olmaktadır (Wang, 2021).

Tablo 9. Dünya'da bazı yeşil çay çeşitleri ve karakteristik özellikleri (Shrivastava vd., 2018; Yagi vd., 2010)

Sıra	Çeşit	Karakteristik Özellikleri
1	**Sencha**	Japonya'da tüketilen en popüler yeşil çay çeşidi olarak bilinir. Tipik olarak tam güneşte yetiştirilir ve baharda hasat edilen sürgünlerden üretilmektedir. Buharla işlenen yapraklardan yoğun yeşil rengi ve kendine has aromasıyla ödüllendirilen bir çay çeşididir. Japonya'da yetiştirilen çayın %78'inden Sencha çay çeşidi üretilmektedir.
2	**Gyokuro**	Eşsiz ve tatlı lezzetiyle en kaliteli Japon yeşil çayı olarak bilinen bir çeşittir. Hasattan önce yaklaşık 20 gün gölgede bırakılan sürgünler, çayın koyu yeşil rengine ve tatlılığına katkıda bulunur. Japonya'da üretilen çayın sadece yüzde 0,3' ü Gyokuro olarak işlenmektedir.
3	**Tencha**	Gyokuro'ya benzer şekilde gölgede yetiştirilen çaylardan üretilir. Ancak Gyokuro'dan farklı olarak haddeleme yapılmadan işlenir. Tencha, matcha'nın öncüsü olarak bilinmektedir. Japonya'daki toplam çay üretiminin yüzde 1,1'ini temsil etmektedir.
4	**Matcha**	Matcha, Japonya'nın resmi çay seremonilerinde kullanılan toz çaydır. Pudrasız haliyle "tencha" olarak adlandırılır. Matcha, tuzlu yemeklerin yanı sıra tatlılarda da popüler bir malzemedir.
5	**Gunpowder**	Bu, Çin yeşil çaylarının en popüler türlerinden biridir. Bu çay hala esas olarak Çin'in Zhejian Eyaletinde yetiştirilmektedir. Bu çayın özelliklerinden biri, işlendikten sonra çayın küçük topaklar gibi görünmesidir. Bu peletler, demleme işlemi sırasında açılır.
6	**Long Jing (Dragonwell)**	Bu çay en yaygın olarak Dragonwell yeşil çay olarak bilinir. İşlendikten sonra yapraklar düz olma eğilimindedir ve yeşim rengine sahiptir. Dragonwell en popüler yeşil çaylardan biridir.
7	**Pi Lo Chun (Green Snail Spring)**	Çok benzersiz ve biraz nadir bulunan Çin yeşil çayıdır. Çay yaprakları bu ağaçlardan meyve çiçeklerinin kokusunu alır. Bu çay yuvarlandığı için "salyangoz benzeri" bir görünüme sahiptir.
8	**Snowy Mountain Jian**	Çayı, Çin'in Yunnan Eyaletinde yüksek rakımlarda yetiştirilmektedir. Bu çayın yaprakları oldukça uzundur.
9	**Hou Kui**	Bu çay, Anhui Eyaletinde yetiştirilir ve popüler adı "Maymun Çayı"dır. Bu çayın yaprakları, çevredeki orkidelerin aromasını emer ve sonuçta hafif orkide aromalı bir çay elde edilir.
10	**Hyson Lucky Dragon**	Lucky Dragon birinci sınıf bir Hyson yeşil çayıdır. Yapraklar yeşilimsi sarı bir renge sahiptir. Tadı diğer yeşil çaylara göre daha dolgundur.
11	**Tian Mu Qing Ding**	Daha eşsiz Çin yeşil çaylarından biridir. Bu çayın yaprakları ince ve narindir. Çay, aşırı demlenmeye bir şekilde dayanıklı olan hafif ve tatlı bir tat üretir.

1.1.5.1. Yeşil Çay Üretimi

Yeşil çay üretimi için taze yapraklar, yayma, sabitleme, kıvırma ve kurutma gibi çeşitli prosedürler gerekmektedir. İşleme sırasında oluşan organik bileşikler, yeşil çayın kendine has özelliklerini ortaya çıkarmakta ve karakteristik yeşil renk ve aromaların oluşmasında etkili rol oynamaktadır (Sanaeifar, A. ve ark. 2020). Yeşil çay yapımında, taze çay yaprakları hasattan hemen sonra buharda pişirilir veya ısıtılır, bu da çay yapraklarında doğal olarak bulunan polifenollerin minimum düzeyde oksidasyonu ile sonuçlanır (Yuan, J. M. 2013).

Mandarin dilinde “ yeşili öldürmek” anlamına gelen “shaging” kelimesi oksitlenmeyi durdurmak için yapraktaki enzimlerin ısıtılması ve etkisiz hale getirilmesi işlemidir. Esas olarak yeşil ve oolong çaylara uygulanan bu sabitleme aşaması, genellikle yaprakları bir tavada veya wok’ta elle döndürmeyi, bir kurutucuda pişirmeyi veya yaprakların buharda pişirildikleri bir haddeleme tamburundan geçirmeyi içerir. Japonya’da yaprakları “sabitlemek” için yaprakların hızla 150℃ sıcaklığa ısıtıldığı bir buharlama işlemi kullanılır. Bu işlem sonunda yapraklar parlak yeşil renkte, taze ve bitkisel lezzette kalır. Çin’de ise genellikle en yüksek sıcaklığa ulaşması daha yavaş bir işlem olan pan-ateşleme ile sabitlenir. Yapraklar kızarmış, kavrulmuş bir aromaya sahiptir ve daha sarıdır (Smith, 2016).

Şekil 9’da tavada kavurma yöntemi esas alınarak yeşil çay işleme basamakları diyagramı verilmiştir. Buna göre taze olarak hasat edşlen yaş çay yaprakları 1. Kavurma, 2. Soğutma, 3.İlk kıvırma, 4. İlk kurutma ve son kıvırma ve 5. Son kurutma aşamalarından oluşmaktadır (Anonim, 2023c).



Şekil 9. Yeşil çay işleme basamakları diyagramı (Orijinal)

Günümüzde Dünya'da popüler içeceklerden biri olan olan Matcha veya toz yeşil çay (*C. sinensis*) Tencha türü içerdiği yüksek konsantrasyonlarda polifenoller, teanin ve klorofil ile fitokimyasallar açısından zengin oluşu ve sağlığa yararları ile bilinmektedir. Çay ve buna ek olarak matcha, biri flor olmak üzere çok sayıda mineral içermektedir. Fizyolojik koşullar altında, bu mineral sert doku mineralizasyon süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, düşük konsantrasyonlarda bile, uzun süre maruz kalındığında florür vücutta birikebilir ve bu da bir takım zararlı etkilere yol açabilir. Jakubczyk vd., (2022) çalışmalarında; farklı sıcaklıklarda (25 °C, 70 °C, 80 °C ve 90 °C) su kullanılarak demlenmiş, farklı

hasatlardan elde edilen matcha infüzyonlarının florür içeriğini değerlendirmişlerdir. Sonuçları değerlendiren araştırıcılar b, su sıcaklığı ne kadar yüksek olursa, çaydaki florür içeriğinin o kadar yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, hasat tarihi veya demleme sıcaklığı ne olursa olsun, matcha çayı insan beslenmesinde önemli bir florür kaynağı olabileceğini ve bu içeceğin bir litresinin yaklaşık 4 mg florür içerebileceğini belirtmişlerdir. En düşük florür içeriğini, insanlar için en güvenli dozu gerektiren 25 °C'de yapılan içecekte tespit etmişlerdir. Çeşitli yemeklerin bir bileşeni olarak giderek daha popüler hale gelen Matcha tozu, bu mineralden çok yüksek düzeyde (120 mg/kg) içermektedir. Sağlığı geliştiren değerli özelliklerine ve fitokimyasalların bolluğuna rağmen, kişinin günlük diyetindeki matcha miktarını kontrol etmek ve diğer florür kaynaklarını hesaba katmaları gerektiğini tavsiye etmişlerdir (Jakubczyk vd., 2022).

Çin'deki en popüler 10 çaydan biri olan Lu'an Guapian çayı, saplar ve tomurcuklar atılarak yalnızca yaprakların işlenmesiyle üretilmektedir. Çay saplarının kullanılabilirliğini test etmek için, aynı büyüme döneminden çay yapraklarının ve saplarının fizikokimyasal özelliklerini ve demlenmelerinin tadını karşılaştıran Zhang, vd., (2022), saplar kullanılarak hazırlanan çay infüzyonu biraz daha parlak, optik olarak daha seyrek ve daha sarıyken, yapraklar kullanılarak hazırlanan çay demlemesi biraz daha koyu ve daha yeşil oluşunu yaprakların daha yüksek quercetin ve klorofil içeriğine bağlamışlardır. Birincil fizikokimyasal özellikler bakımından, yaprakların su ekstraktı, toplam polifenol, kafein, EGC, EGCG, ECG, gallatlanmamış kateşin, toplam kateşin ve suda çözünmeyen kül içeriğinin gövdelerdekinden önemli ölçüde yüksek olduğunu, bununla birlikte, gövdelerin toplam serbest amino asit, ham lif, C, EC, suda çözünür kül ve kül içeriği yapraklardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Gövdelerdeki çözünür şeker ve toplam kül seviyeleri, yapraklardakinden biraz daha yüksek oluşunu, yaprakların daha aktif ikincil metabolizmaya ve yaprak büyümesine katkıda bulunan daha yüksek triptofan ve indoleakrilik asit içeriğine bağlamişlardır. Farklı hassasiyet derecelerine sahip çay sapları arasındaki birincil fitokimyasal özellikler bakımından kıyasladıklarında ise hassasiyet azaldıkça, suda çözünür madde, toplam polifenol, serbest amino asit, C, EC, gallatlanmamış kateşin, suda çözünür kül, suda çözünmez kül ve toplam kül içeriği giderek azaldığını Bu eğilimleri, selüloz gibi maddelerin

üretimini teşvik etmek için gövdelerin çeşitli iç bileşenlerinin azalan hassasiyetle dönüştürülmesine atfetmişlerdir (Zhang, vd., 2022).

Çayda gübreleme ile ilgili yapılan bir araştırmada farklı dönemlerde hasat edilen çay yapraklarının toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesi üzerindeki etkileri incelenmiş ve en yüksek fenolik içeriğin 2. hasat döneminde elde edildiği bildirilmiştir (Yazıcı, 2022).

Coğrafi farklılık ve işleme yönteminin yanı sıra taze çay filizinin olgunluğu çay kalitesini belirleyen önemli bir faktördür. Bununla birlikte çay filizi olgunluğunun yeşil çayın kalite gelişimi ve kimyasal değişimine olan katkısı belirsizliğini koruduğunu ifade eden Xu vd., (2021), yürüttükleri çalışmada çay sürgünü olgunluğunun yeşil çayın tadı ve aroma kalitesi üzerindeki metabolik sonuçlarını metabolit profilleme yoluyla araştırmayı amaçlamışlardır. Tat kalitesi açısından, gallik asit ve kafeinde çay filizi yaşıyla birlikte konsantrasyona bağlı bir düşüş gözlemlemişlerdir. Çay sürgünü olgunluğuyla birlikte kateşin, epikateşin ve epigallokateşin seviyeleri artarken, epikateşin gallat, epigallokateşin gallat ve toplam kateşinler azaldığını, çoğu amino asidin maksimum içeriğinde, iki yapraklı bir tomurcuktan işlenen yeşil çayda kaydettiklerini belirtmişlerdir (Xu vd., 2021).

Çay tarlalarının kuruluş nedenlerini ve yetiştirme koşullarını araştıran Karwowska vd., (2019); çay bitkilerinin yetiştirilmesinin sınırlamaları ve olumsuz sonuçları ile bunların en aza indirilmesi için fikirler öne sürmüşlerdir. Bu kapsamda, çay bitkilerinin özel iklim gereksinimleri ve ilerleyici iklim değişiklikleri, çay ekimi için uygun ekilebilir arazi alanını sürekli olarak azalttığını ve yeni çözümlerin mümkün olan en kısa sürede uygulanarak hammadde de sürekli bir tedarik sağlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Aksi takdirde önümüzdeki birkaç yıl içinde çay lüks bir ürün haline dönüşeceği öngörüsünü savunmuşlardır. Şu anda en iyi çözümün hammadde kaynaklarını çeşitlendirerek daha ekstrem iklim koşullarına dayanıklı Camella sinensis çeşitleri geliştirmek olduğu fikrini savunmuşlardır (Karwowska vd., 2019).

Yeşil çay yapraklarındaki kateşin içeriğinin, güneş radyasyonunun yoğunluğu, sıcaklık ve yağış gibi yetiştirme koşullarına göre değiştiğini ve bu nedenle, optimal fonksiyonel etkilerin elde edilmesi için en iyi hasat zamanı konusunda bir belirsizlik olduğunu savunan Wakamatsu vd., (2019), yeşil çay

kateşinlerinin hasat zamanlarına ve çay üretim süreçlerine göre farklılıklarını belirlemek için metillenmiş kateşin içeren Yabukita (sıradan) ve Benifuki çeşitleri ile bir çalışma yürütmüşlerdir. Beklentileri diğer çalışmalarda olduğu gibi kateşin miktarının son sürgünde daha fazla olması gerektiğiydi. Bu savlarını, kateşinler güneş ışığını aldıktan sonra bitki gövdesinde üretildiğinden, daha fazla güneş ışığı alan üçüncü toplama çayındaki içerikleri, daha erken hasat edilen birinci toplama çayındakinden daha yüksek olabilir şeklinde ortaya atmışlardır. Ancak sonuçlar beklenenin ve diğer çalışmaların aksini ıspatlar nitelikte olmuştur. Beklentilerinin aksine, kateşinler son toplama çayında diğer çay örneklerine kıyasla daha az miktarda bulunmuştur (Wakamatsu vd., 2019).

Çay hasat zamanının yeşil çayın uçucu ve uçucu olmayan bileşik profilini nasıl etkilediğini inceleyen Kim vd., (2016) elde ettikleri verilerin bileşik analiz sonuçlarının tüketici algısı ile korelasyonunu araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; yeşil çay kalite bakımından infüzyon renginde mevsimsel gözle görülür bir fark oluşmazken daha önce hasat edilen yeşil çay daha sonra hasat edilen yeşil çaylara kıyasla kateşinden gelen polifenolik bileşikler nedeniyle daha güçlü antioksidan kapasiteye sahip olduğunu vurgulamışlardır. Bununla birlikte yeşil çaylardaki yüksek kateşin içeriğinin acılık ve burukluğu artırması tüketicilerin yeşil çaydan hoşlanmalarını olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir (Kim vd., (2016).

Hasat dönemlerine göre yeşil çay yapraklarındaki kateşin, kafein, serbest aminoasit ve mineral içeriklerindeki değişimlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kateşin içeriğinin hasat dönemi ile ters orantılı olarak artığını, kafein içeriğinin ise hasat dönemi ilerledikçe azaldığını ortaya koyan araştırıcılar, yeşil çay yapraklarındaki serbest amino asit içeriğinin artan sürgün dönemlerine kafein gibi tepki gösterdiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca yaptıkları duyusal analizlerle çay yapraklarında hasat dönemlerine göre değişen Theanine miktarı ile yeşil çayın tadının, artan hasat süresiyle hafiften acıya değişebileceği savını savunmuşlardır (Kim vd., 2014). Bu çalışmayı destekler nitelikteki Youngmok, K. ve ark.(2016) yürüttükleri araştırmada, artan hasat dönemine paralel olarak yükselen kateşin içeriği, burukluk ve acılığın tüketicilerin yeşil çaydan hoşlanmalarını olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir (Youngmok vd., 2016).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisinde yaşlı yaprakların toplam kül ve su ekstraktı değerleri ile kafein, ham selüloz ve toplam polifenol içeriklerinin araştıran Turan vd., (2016), Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun'dan olmak üzere toplam 532 noktadan çay bitkisinin birinci yıl sürgünlerinden yaprak örnekleri alarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Yaprak örneklerinde ortalama değerleri su ekstraktı için % 33,88, toplam kül için % 5,40, toplam polifenol için % 6,49, kafein için % 0,668 olarak belirlerlerken ham selüloz miktarının da % 16,21 olduğu belirtmişlerdir. Yaprak örneklerinin su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz miktarları arasında önemli ilişkiler saptanmışlardır. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinde belirlenen su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz miktarlarının Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan siyah ve yeşil çay kalite parametreleri göz önüne alındığında yeni sürgünler için olumsuz bir etkide bulunmayacağı sonucuna varmışlardır (Turan vd., 2016).

Dünya küresel çay pazarında önemli bir yere sahip olan Hindistan halkı arasında yeşil çay tüketiminin aktif olmamasının nedenini yeşil çayın aktioksidant kapasitesinin yeteri kadar bilinmemesine bağlayan Kaur vd., (2015) çalışmalarında yeşil çay ile siyah çayı antioksidant kapasite bakımından kıyaslamıştır. Çaydaki antiokdidant aktivitenin bir polifenol grubu olan flavon-3-ollerin aktioksidant özelliklerden sorumlu olduğunu ve bunu çeşitli metabolik süreçlerde reaktif oksijen türlerinin oluşumundan sorumlu olan serbest demir iyonlarını jelatlayarak oksidatif stresi önleyerek yaptığını vurgulamıştır. Siyah çay üretimi sırasında üretim basamaklarından biri olan fermantasyon aşamasında bu antioksidant grup thearubigins ve theaflavin' e dönüştüğü için yeşil çayın siyah çaydan daha yüksek polifenol seviyesine sahip olduğu ortaya koyulmuştur (Kaur vd., 2015).

Mevsimsel olarak çay hasadında mekanik hasat ile manuel hasadı karşılaştıran Wu, (2015) mekanik hasadın manuel hasadın yerini alması gerektiğini savunmuşlardır. Çalışmalarının sonucunda her iki hasat şeklinin de birbirinin üstüne avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymuşlardır. Manuel hasat ile karşılaştırıldığında mekanik hasat, üretim maliyetlerini %50-70 oranında azalttığını ve çay yaprakları fabrikaya daha kısa sürede (dolayısıyla daha taze) geldiğinden zaman tasarrufu ve üstün kalite sağladığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte manuel hasat, toplama

sırasında daha az çay yaprağının kaybolmasına neden olması gibi avantajlar sağlarken, mekanik toplamada çay yapraklarının önceden sınıflandırılmasını gerektirdiği gerçeğinin göz ardı edilmemesi gerektiği vurgulanmaktadır (Wu, 2015).

Ahmed (2014) çalışmasında iklim değişikliğinin çayın tadı üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Çin'in Yunnan eyaletinde son 3 yılda gözlemlenen bahar kuraklığı ve muson yağmurları gibi aşırı iklimsel olayların çay bitkisi üzerinde olan etkilerini görmek için geçmiş ve tahmin edilen iklim modellerini simüle ettikleri manipülatif sera deneyleri ile doğal bir tarla ortamı ile birleştirerek gözlemlemişlerdir. Hasat ettikleri iki yaprak bir tomurcuk sürgünlerden ürettikleri yeşil çaylardan elde ettikleri ekstratlarda yüksek performanslı sıvı kromatografisi kullanarak antioksidan özelliğe sahip bileşenleri ve toplam fenolik konsantrasyonunu belirlemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre; aşırı kurak ve yağışlı mevsimler sırasında, çayın temel sağlık bileşiklerinin %50'ye kadar azalabileceği sonucuna varmıştır (Ahmed, 2014).

Japonya'da kullanılan çay hasat zamanını tahmin etme yöntemlerinden birini Chika vd., (2010) şöyle açıklamıştır: Hasat tablasına yerleştirilen bir çerçeve yardımıyla (20,32 cm x 20,32 cm) çerçevenin içinde kalan ve yeni çıkan tüm tomurcuklar sayılır ve bu sayı toplam tomurcuk olarak alınır. Her bir tomurcuktaki yaprak sayısı sayılır ve bu sayı toplam yaprak sayısı olarak alınır. Bu iki sayının oranı açılan yaprak sayısını belirlemektedir.

$$Açılan\ yaprakların\ sayısı\ =\ Toplam\ yapraklar\ /\ Toplam\ tomurcuklar.$$

Bulunan sayı aşağıdaki tabloya uygulanır ve tahmini hasat tarihine kalan süre (gün) belirlenir (**Tablo 10.**) (Chika vd., 2010).

Tablo 10. Açılan yaprak sayısına göre tahmini hasat tarihi (Chika vd., 2010)

Açılan Yaprak Sayısı (adet)	**Tomurcuk başlangıcının tahmini kaç gün önce gerçekleştiği (gün)**	**Mevcut tarihten kaç gün sonra hasat yapılması gerektiği (gün)**
0,5	7	27
1	14	20
2	19	15
3	23	11
4	28	6
5	33	0

Arayeun (2013), çalışmasında Nijerya'dan gelen yeşil çayın niteliklerini teşhis etmek için; deniz seviyesinden 1840 m yükseklikte hasat edilen ve Çin usulü yeşil çay işleme tekniği (hasat-tavada kavurma- yuvarlama-kurutma) ile yeşil çaya işlenen yedi farklı çay klonunu ham lif, su ekstratı, toplam kül, kafein, ve nem içeriği gibi kalite parametreleri bakımından incelemiştir. Sonuçları ISO standartlarına göre yorumlayan araştırıcı, standartta göre min. %32 olması gereken su ekstrat içeriğinin klonların 1/7'inde altında (% 21.7) değerler verdiğini, 6/7'sın da standarttın üstünde (% 42-43) değerler elde edildiğini, toplam kül içeriğinde ise standart olan max. %8 – min. %4 aralığında değerler tespit ettiğini belirtmiştir. Ham lif içeriğinde ise standart olarak belirlenen max. % 16,5'in üzerinde bir değere (% 20,8) 2 klonda ulaşıldığını diğer klonların standartın altında sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Muhafazada önemli bir kriter olan nem içeriğinde klonların 4/7' ünün standart olan max % 6,5 değerinin üzerinde bir sonuç vermiştir. Klonlar kafein içeriği bakımından 1,29-2,56 arasında sonuçlara ulaşıldığını belirleyen araştırıcı genel olarak klonların standartta göre başarılı bulmuştur (Arayeun, 2013).

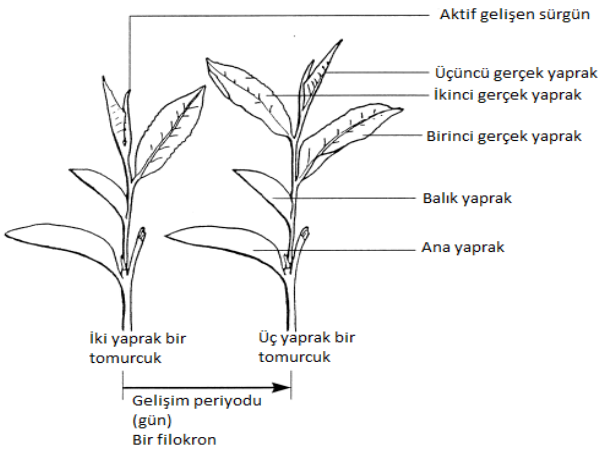
Hasat zamanının yeşil çayın antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi üzerinde olan etkilerini araştıran Kim vd., (2009); Mart sonu, Nisan başı, Nisan sonu ve Mayıs ayı başında hasat ettikleri sürgünlerden üretilen yeşil çayları polifenol içeriği bakımından kıyasladıklarında en yüksek polifenol içeriğinin Nisan sonu toplanan sürgünlerden elde edilen yeşil çaylarda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmanın birleşik sonuçlarını incelediklerinde ise hasat zamanının yeşil çayın antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri üzerinde etkisi olmadığı sonucunu ortaya koymuşlardır (Kim vd., 2009).

Ercisli, vd., (2008) Türkiye koşullarında üç ticari hasat mevsiminde (15 Mayıs, 15 Temmuz ve 15 Eylül) Derepazarı 7 klonu ile yaptıkları çalışmalarında toplam fenolik içerik , antioksidan aktivite, yağ asidi ve bitki besin elementi içeriğini mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Çalışmalarında toplam fenolik ve antioksidan aktivitenin 2. Hasatta elde edilen üründe daha yüksek olduğunu belirtirlerken yağ asidi değişiminin ise hasat mevsimleri arasında önemli bulmuşlardır. Bu durumu; fenolik bileşiklerin biyosentezinin güneş ışığı tarafından etkili bir şekilde indüklenebileceği için Türkiye koşullarında daha soğuk olan (Mayıs ve Eylül) aylarında toplam fenolik içerik daha sıcak olan (Temmuz) aylara nazaran daha

düşük bulunabileceği şeklinde sovunmuşlardır. Tek başına yeterli olmayan bu nedene gün uzunluğunu da eklemişlerdir. Klonun N ve P miktarı 1. Hasatta içerdiği diğer minerallere nazaran daha yüksek oranda bulunurken, K, Ca, Mg, S, Mn gibi mineral içerikleri 2. Hasat döneminde daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmaları mevsimsel içerik değişiminin kalite tanımlayıcısı olarak kullanabileceği sonucuna varmışlardır (Ercisli, vd., 2008).

Yeşil çayın menşeine, kalitesine, hasat zamanına ve hazırlanışına bağlı olarak oksalat içeriğini inceleyen Hönow vd., (2007) çalışmalarında 52 çay örneğinde değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Her çay infüzyonunun oksalat içeriği, doğrulanmış bir HPLC-enzim-reaktör yöntemi kullanarak ölçmüşlerdir. Yeşil çayın çözünür oksalat içeriği 8,3 ila 139,8 mg/l arasında tespit etmişlerdir. İnfüzyonun hazırlanış sıcaklığı bakımından düşük dereceli çayın, oksalat konsantrasyonunu düşürme eğilimi gösterdiğini, sonbaharda hasat edilen yapraklar, tam boyuta ulaştığında, ilkbaharda toplanan küçük ve genç yapraklardan daha fazla oksalat içerdiğini ortaya koymuşlardır. Çay yapraklarının demleme süresindeki değişikliklerin infüzyonun oksalat içeriği üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bildiren araştırıcılar, tekrarlayan taş oluşumu riski taşıyan hastaların, yeşil çayın oksalat içeriğini dikkate almaları gerektiği tavsiyesinde bulunmuşlardır (Hönow vd., 2007).

Çay yetiştiricilerine hasat aralıklarının belirlenmesinde rehberlik sağlamak amacıyla sıcaklığın (13±20ºC) ve potansiyel toprak suyu eksikliğinin (0±350mm) bir sürgünün ikinci ve üçüncü gerçek yaprağını açması arasındaki ortalama sürenin (bir filokron) **(Şekil 10)** olan etkisini farklı çay klonlarında 25 ay boyunca gözlemleyen Burgess ve Carr, (1998)'e göre; tam sulamalı uygulamalarda (potansiyel toprak suyu açıklığı < 65 mm); ılık ve ıslak mevsimde 5,8±7,9 gün, soğuk ve kuru mevsimlerde ise 11±19 olduğunu belirtmişlerdir (Burgess ve Carr, 1998).



Şekil 10. Bir flokron boyunca sürgün gelişimi (Burgess ve Carr, 1998).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Deneme Alanının Tanımlanması ve Hasat Öncesi Hazırlık

Çay tarımının yoğun olarak yapıldığı Rize ilinin 37 km doğusunda yer alan ve Rize'nin 12 ilçesinden biri olan Pazar'a bağlı Kesikköprü köy beldesinde, $41^0 08' 37" N$ $40^0 53' 30" E$ koordinatlarında 250 m^2'lik bir alanı tarayan çay bahçesinde deneme parseli kurulmuştur (Anonim, 2023d).

Deneme alanı olarak kullanılan çay bahçesi 30-35 yıl önce tohumla yetiştirilen bitkilerden oluşmaktadır. Tohum ile çoğaltım, genetik açılıma neden olduğu, farklı verim ve kalite özelliklerine sahip bitkiler meydana getirebilme (Yoğurtçu, 2019) riski taşıdığı için olası genetik varyasyonlar çalışmanın sonuçlarının yorumlanmasında göz önünde tutulmuştur. Deneme alanı araba yoluna kapalı olup en yakın araç yoluna yaklaşık 35 m uzakta ve parselin içinde ve etrafında gölge oluşturabilecek farklı bitki türleri yer almamaktadır.

Bu çalışma 2021 ve 2022 yılı sürgün dönemlerinde (1. Sürgün/ Mayıs-Haziran, 2.Sürgün Temmuz-Ağustos, 3.Sürgün/ Eylül-Ekim) yürütülmüştür. Nisan ayının ilk haftası Çay Gübresi (NPK 25-5-10 gübresi) ile gübrelenmiştir. Mayıs-Haziran, Temmuz-Ağustos ve Eylül-Ekim aylarını kapsayan sırasıyla 1, 2 ve 3. sürgün dönemlerinin başında deneme parselinde çapalama ve yabancı ot ile mücadele şeklinde kültürel işlemler uygulanmıştır. **Şeki 11**'da deneme parselinin konumu ve parselin durumu görselde verilmiştir.



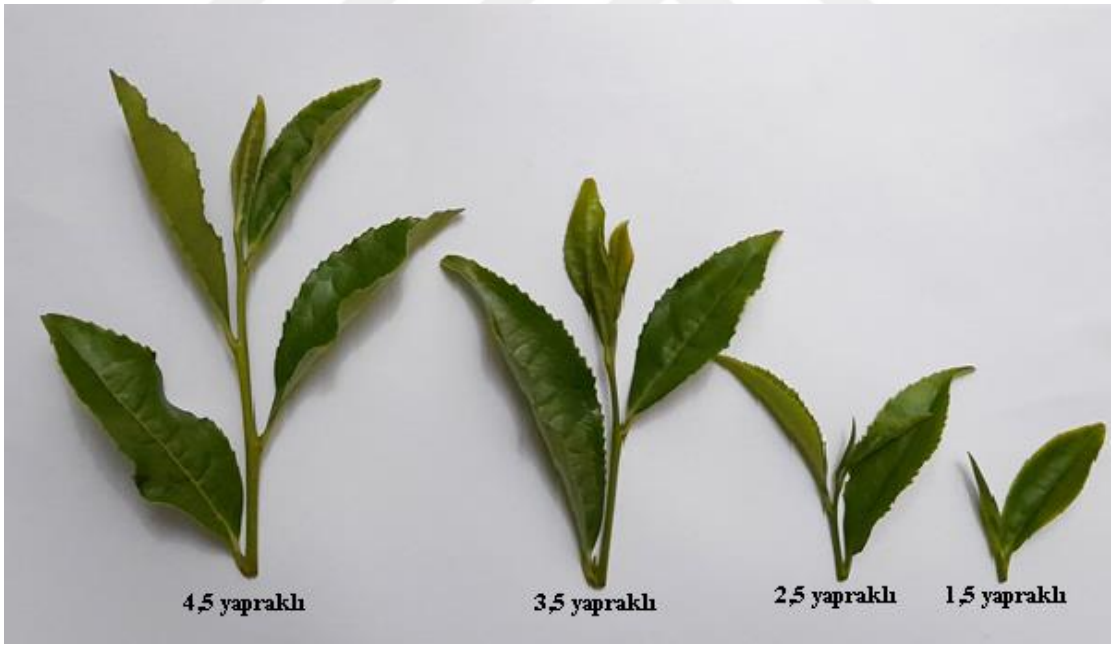
Şekil 11. Deneme parselinin konumu ve parselin durumu (Anonim 2023e)

2.2. Deneme Alanından Bitki Örneklerinin Alınması ve İşleme Öncesi Hazırlık

Çalışmanın ilk denemesi 2021 yılı 1. sürgün dönemi 12.06.2021 Tarihinde başlatılmıştır. Kurulan deneme parselinde sürgün boylarına göre ayrı ayrı hasat edilen taze sürgünler zarar görmeyecek şekilde yeşil çay üretimi için üretim alanına nakledilmiştir. Aynı gün içerisinde soldurmaya tabi tutulmadan yaş ağırlıkları ve yaş nem içerikleri kayıt altına alınarak yeşil çay üretiminin ilk basamağını oluşturan ve yeşil çaya özgü özelliklerin oluştuğu şoklama aşaması su buharı ile gerçekleştirilmiştir. Şoklamanın ardından hızlıca soğutulan yapraklar el ile haddelenerek şekil verme işlemine tabi tutulmuştur. Şekil verilen sürgünler fırında kurutulduktan sonra muhafazaya alınmıştır. Deneme 2. Sürgün dönemi için 08.08.2021 tarihinde tekrarlanmış olup 2021 yılının son sürgün dönemi olan 3. Sürgün döneminde deneme parselinden ürün alınamamıştır. Bu durum; son yıllarda yaşanan hava sıcaklığındaki ekstrem sıcaklık değişiklikleri ile yorumlanmıştır. Eylül ayında başlayan ve takip eden aylarda devam eden sıcaklık düşüşleri ürünün gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir.

Çalışmanın 2. denemesi 2022 yılı sürgün dönemlerinde 1. Sürgün/Mayıs-Haziran, 2. Sürgün/Temmuz-Ağustos, 3. Sürgün/Eylül-Ekim) gerçekleştirilmiştir. Deneme parselinde elle mekanik olarak hasat edilen bitki örneklerinin yüksek temsil gücüne sahip olması ve analiz sonuçlarının istatistiksel yöntemlerle başarılı bir şekilde değerlendirilmesi için kenar sıralarında, sıra uçlarında ve gölgede kalmış sürgünlerden, mekanik olarak vb. zarar görmüş sürgünlerden olmamasına dikkat edilmiştir. Hasat edilen sürgün boyları kimyasal tepkimelerin başlama riskine karşı zarar görmeyecek şekilde plastik kasalarda birktirilmiş ve aynı gün içerisnde laboratuvara sevki sağlanmıştır.

Her bir sürgün döneminde 1,5, 2,5, 3,5 ve 4,5 (**Şekil 12**) yaprak olarak uygulanmak üzere yaş çay sürgünlerinde 0,01 g hassasiyetli terazide yaş ağırlık tespiti yapılmıştır. Sürgün boyları için ayrı ayrı yapılan ağırlık tartımları sonrası hasır sepetler içerisine ince bir tabaka halinde serilen sürgünler 16 ± 2 saat süre ile soldurma raflarında oda sıcaklığında (20-25 ºC) bekletilmiştir.



Şekil 12. İhtiva ettiği yaprak sayısına göre sürgün boyları (Orijinal)

2.3. Bitki Örneklerinin Yeşil Çaya İşlenmesi

Solmuş çay yapraklarının yeşil çaya işlenmesi Yadav vd., (2020); Neog, vd., (2018); Mendel, (2009) önerdiği ve ÇAYMER (Rize Çay Araştırma ve Uygulama Merkezi) işletme içi metod entegre edilerek tavada kavurma yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin esası, ısıl işleme tabi tutulan çay yapraklarında enzim aktivitesini durdurarak yaprakların yeşil rengini muhafaza etmesini sağlamaktır. Yeşil çaya işleme aşaması her bir sürgün boyu için aynı işlem basamaklarıyla gerçekleştirilirken ayrı ayrı işlemeye tabi tutulmuşlardır (Yadav vd.,2020; Mendel, 2009; Anonim, 2023c).

Bu amaç için üretilen ve önceden 150 ℃ 'ye ısıtılan tavalarda, $5-10$ dakika boyunca elle (zarar vermeden) karıştırılarak kavurulan **(Şekil 13)** çay yaprakları arzu edilen renge ulaşıncaya kadar ısıl işleme tabi tutulmuştur **(Şekil 14).**



Şekil 13. Üretimin ilk aşaması olan tavada kavurma işlemi (Orijinal)



Şekil 14. Yeşil çayda kavurma sonrası arzu edilen renk dönüşümü (Orijinal)

Isıtılan yapraklar bekletilmeden sıcak tavadan alınarak elle 5-7 dakika kadar havalandırılıp kavrulan çay yapraklarında kısa sürede sıcaklığın düşmesi sağlanmıştır. Isı kaybı gerçekleşen kavrulmuş yapraklarda 1. şekil verme işlemi için pürüzlü hasır sepetlerde elle dairesel hareketlerle arzu edilen şekil verilmiştir **(Şekil 15).**



Şekil 15. Kavrulan ve soğutulan çay yapraklarına elle 1.şekil verme işlemi (Orijinal)

Bu işlemin süresi ve şekil almaya karşı direnç gösterme sürgün boylarında farklılık göstermektedir. 1. şekil verme işleminin ardından 100 ℃'de ısıtılan üretim tavasında 1.kurutma işlemine tabi tutulan sürgün boylarında son şekil verme işlemi gerçekleştirilmiştir **(Şekil 16).**



Şekil 16. Kurutma işleminin ardından yapraklara son şekil verme işlemi (Orijinal)

Ardından belirli şekle ulaşan yeşil çay yaprakları 100 ºC 'ye sıcaklığı düşürülen üretim tavasına aktarılarak yaprakların ihtiva ettiği nem oranı % 5 dolaylarına ulaşıncaya kadar ara ara karıştırılarak kurutulmuştur (**Şekil 17**). Yeşil çaya özgü şekil, koku ve renge ulaştığı fiziksel gözlemlerle belirlenen sürgünler tavadan alınarak soğutulmuş ve polietilen torbalarda analiz yapılıncaya kadar kuru ve serin laboratuvar koşullarında muhafaza edilmiştir.



Şekil 17. Üretimin son basamağı olan 2.kurutma aşaması (Orijinal)

2.4. Yeşil Çay Örneklerinde Uygulanan Kalite Analizleri

2.4.1. Fiziksel Analizler

2.4.1.1. Su Ekstratı (Toplam Suda Çözülür Katılar) Tayini

Sürgün boylarına göre ayrı ayrı üretilerek labrotuvar koşullarında muhafaza edilen deney numuneleri IS0 9768:1990 (E) önerdiği üzere, kaynar haldeki su muamelesinden elde edilecek ekstratın kuru madde üzerinden kütlece yüzde olarak ifade edilmesi için 0,0001 g hassasiyetli terazide 2±0,0001 g kadar tartılmıştır. Tatılan her bir numune ağız kısmı geri soğutucu ile uyumlu olan ve önceden numaralandırılan 500 ml cam balonlara aktarılmıştır. Cam balonların üzeri 200 ml sıcak damıtık su ile tamamlanarak geri soğutucu düzeneğine dikkatlice yerleştirilmiştir. Düzenekte 1 saat süre ile ısıtılılan örnekler, önceden numaralandırılarak 525±25 ºC fırında 1,5-2 saat süre ile sabit daraya ulaşıncaya kadar ısıtılan ve desikatörde soğutularak darası belirlenen 50 ml hacimli gooch krozelerde vakum eşliğinde süzülmüştür. Süzme işlemi gerçekleştirilirken balon içerisinde numune kalmayacak şekilde birkaç kez sıcak damıtık ile yıkanmış ve çözünmeyen kısmın gözenekli kapsül içerisine alınması sağlanmıştır. Gözenekli kapsül ve içerisindekiler 103 ºC'ye ayarlanan etüv içerisinde 16 saat süre ile tutularak kurutulmuştur. Süre sonunda içerisnde örnek bulunan kapsüller etüvden alınarak desikatör içerisinde soğutulup 0,0001 g hassasiyetli terazide ağırlıkları

belirlenmiştir. Deney sonunda numunelerdeki toplam suda çözünür katıların tayini için aşağıda formülden yararlanılmıştır (Anonim, 1990).

$$\frac{(m_0 \times w) - (m_1 \times 100)}{m_1 \times w} \times 100$$

Burada:

m_0 : Alınan numune kütlesi

m_1 : Kurutulmuş çözünmeyen kısım (kalıntı),g

w : Numunenin kütlece yüzde olarak ifade edildiği kuru madde içeriği.

2.4.1.2. Toplam Kül Tayini

Yeşil çay örneklerinin fırında yakıldıktan sonra geriye kalan yanmayan kısmın belirlenmesi amacıyla Kacar, (1991)'ın belirttiği üzere mumuneler parçacık büyüklükleri yaklaşık 500 µm olacak şekilde laboratuvar tipi değirmende öğütülmüştür. Deney ISO 1575:1987 esas alınarak ÇAYMER kurum içi metod ile entegre edilerek yürütülmüştür. Deneyde kullanılmak üzere 0,0001 g hassasiyetli terazide 2±0,0001 g kadar tartılan öğütülmüş çay örnekleri, önceden 525±25 ºC fırında 1,5-2 saat süre ile ısıtılarak sabit daraya getirilen ve desikatörde soğutularak darası belirlenen porselen krozelere aktarılmıştır. Porselen krozenin büyüklüğü analiz için alınan çay miktarı ile uygun olacak şekilde ayarlanmıştır. İçerisinde örnek bulunan porselen krozeler sıcaklığı kademeli olarak artan kül fırınında 525±25 ºC'de 4-5 saat boyunca içerisinde kömürleşmemiş parçacık kalmayacak şekilde yakılmıştır. Fırından alınarak desikatöre aktarılan içerisinde kül bulunan porselen krozeler soğuması için bir müddet bekletilmiştir. Daha sonra içerisindeki kül ile birlikte krozeler 0,0001 g hassasiyetli terazide tartrılarak toplam kül içerikleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Anonim, 2023c; Anonim, 1987; Kacar, 1991).

$$\text{Toplam Kül İçeriği}, \% = \frac{K - D}{B - D} \times 100$$

Burada:

B : Kül kabı ile çay örneğinin ağırlığı,g

D : Porselen kül kabının darası,g

K : Kül kabı ile külün ağrlığı,g

2.4.1.3. Rutubet Tayini

Yeşil çay örneklerinde 103±2 ºC'deki ağırlık kaybını belirlemek amacıyla ISO 1573:1980'de önerdiği yöntem uygulanmıştır. Isıya dayanıklı cam malzemeden üretilen kapaklı tartı kapları kapağı açık bir şekilde etüvde 103±2 ºC'de 1saat süre ile sabit tartıma ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Etüvden alınan cam tartı kapları desikatörde soğutulduktan sonra kapağı kapalı bir şekilde 0,0001 g hassasiyetli tartıda tartılarak daraları alınmıştır. Darası alınan ve önceden numaralandırılmış cam tartı kaplarının içine 5±0,0001 g kadar deney numunesi üç tekerrürlü olarak tartılıp konulmuştur. İçerisinde yeşil çay örnekleri bulunan cam kaplar, kapağı açık bir şekilde etüvde 103 ºC'de 16 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda etüvden alınarak desikatörde soğutulmaya bırakılan içerisinde yeşil çay örnekleri bulunan cam kaplar soğuduktan sonra 0,0001g hassasiyetli terazide kapakları kapalı olacak şekilde tartılmıştır. Bu deneyin sonuçları aşağıdaki formül esas alınarak yorumlanmıştır (Anonim, 1980).

$$K = (m_0 - m_1) \times \frac{100}{m_0}$$

Burada:

K : Numunedeki 103ºC'deki kayıp, %

m_0 : Deney numunesi,g

m_1 : Kurutulmuş deney numunesi,g

2.4.1.4. Duyusal Analizler

Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki farkın kalite bakımından kıyaslandığı bu çalışmada, hasat edilen yaş yaprakların yeşil çaya işlenmesi ile elde edilen kuru çay örneklerinde duyusal analizler ÇAYMER bünyesinde deneyimli panelistler tarafından verilen duyusal değerlendirme formundaki kriterler (**Tablo 12**) göz önünde bulundurulup gerçekleştirilmiştir (**Şekil 18**). Likörün hazırlık aşaması **Tablo 11'**de belirtildiği gibidir. Likörün tadı ve görünümünün, kullanılan suyun sertliğinden etkilendiği bildirilmektedir. Bu nedenle test için su olarak çayın tüketileceği alandaki içme suyundan yaralanılmıştır (Anonim, 2023f; Anonim, 2022; Anonim, 2019).

Tablo 11. Likörün hazırlık aşamaları (Anonim, 2023f; Anonim, 2022; Anonim, 2019)

Çay tipi	Test Örneği	Su Sıcaklığı	Demleme Süresi/dk
Yeşil Çay	125 ml'ye 3 g kuru çay	85ºC	5



Şekil 18. Yeşil çaylarda sürgün boylarına göre duyusal analiz hazırlık aşaması (Orijinal)

Tablo 12. Duyusal Değerlendirme Formu

NUMUNENİN ÖZELLİKLERİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	PUAN	1,5 Yapraktan üretilen kuru çay	2,5 Yapraktan üretilen kuru çay	3,5 Yapraktan üretilen kuru çay	4,5 Yapraktan üretilen kuru çay
Kuru Çayın Görünüşü	Homojen bir görünüşte olmalıdır. Üretimden kaynaklı hatalar okside olmuş renk farklılıkları şeklinde gözlemlenebilir. Koyu yeşil ya da sarımsı yeşil renkte yeknesak olmalıdır.	**10**				
Posa Rengi ve Kokusu	Uygun açık yeşil renkte, kahverengi yaprak olmamalı	**15**				
Likörün rengi	Sarımsı-yeşil, çuha çiçeği veya limon sarısı renginde parlak olmalıdır. Bulanıklık gözlemlenmemeli ve berrak bir görünüme sahip olmalıdır.	**25**				
Likörün Burukuğu /Dolgunluğu	Hafif acımsı, buruk bir tada sahip olmalıdır.	**30**				
Likörün Aroması	Yeşil çaya özgü, hoş, hafif kavrulmuş, çimensi bir koku olmalıdır.	**20**				
TOPLAM PUAN		**100**				

2.4.2. Kimyasal Analizler

2.4.2.1.Toplam Polifenol Tayini

Yeşil çay kalitesinde etkisi olan toplam polifenol içeriğinin tespitinde ISO 14502-1 standardı yöntemi esas alınmıştır. Öncelikle sürgün boylarına göre öğütülmüş yeşil çay örneklerinden alınan deney numunesinden 0,0001 g hassasiyetli terazide 0,2000 g tartılmıştır. Örnekler sanrtrifüj tüpü içerisine aktarılarak üzerine 5 ml ekstraksiyon çözeltisi (70 ℃ su banyosunda bekletilmiş % 70'lik metanol çözeltisi) ilave edilmiştir. Santrifüj tüplerinin ağzı kapatılarak 15 saniye vortekslenmiştir. Daha sonra 70 ℃'deki su banyosunda 5 dakika bekletilen tüpler yeniden 15-20 saniye boyunca vortekslenmiş ve yeniden 5 dakika süre ile su banyosuna bırakılmıştır. Su banyosundan alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulan

tüpler 3500 devir/dk'lık satrifüjde 10 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüjden alınan tüpler içerisindeki berrak kısm dikkatli bir şekilde başka bir 10 ml'lik santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Bu aktarma sırasında hiç bir katı parçacığın boş tüpe geçmemesine özen gösterilmiştir. Tüp içerisinde kalan tortu kısıma yeniden 70 ℃'de su banyosunda bekletilen ekstraksiyon çözeltisinden 5 ml ilave edilerek aynı işlem basamakları yeniden bu tüplerde tekrarlanmıştır. Son durumda elde edilen berrak çözeltilerin bulunduğu tüpler 10 ml'lik çizgiye kadar 70 ℃'de su banyosunda bekletilen ekstraksiyon çözeltisi ile tamamlanmıştır. Hazırlanan bu ekstrattan 1 ml alınıp 50 ml'lik balon jojelere aktarılmıştır. Ölçü balonun çizgisine kadar saf su ile tamamlandıktan sonra bu seyreltik ekstrattan boş bir tüpe 1 ml alınarak üzeri 5 ml folin ayıracı ile tamamlanmıştır. 3-8 dakikalık bekleme süresinden sonra tüpe 4 ml Na_2CO_3 karbonat çözeltisi ilave edilmiştir. Kapakları kapatılan tüpler vortekslenerek 1 saat süre ile oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda mavimsi bir renk alan tüpteki çözeltiler 760 nm dalga boyunda spektofotometrede okutulmuştur. Okunan değerler aşağıdaki bağıntı ile yorumlanmıştır (Anonim,2005).

$$\text{Toplam polifenol} = \text{Konsantrasyon x 0,5 (Seyreltme Faktörü / 10000} = \text{0,5)}$$

2.4.2.2. Kafein Tayini

Öğütülmüş yeşil çay örneklerinin kafein içeriği TS ISO 10727 standardında belirtildiği üzere yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) ile nicel olarak ifade edilmiştir. 0,0001 g hassasiyetli tarazide 1,0000 g olarak tartılan deney numuneleri geri soğutucuya uyumlu balonlara aktarılmıştır. İçerisinde deney numunesi bulunan balonlara 300 ml saf su (HPLC saflığında) ilave edildi ve içerisinde çözelti bulunan bu balonlar 0,01 g hassasiyetli terazide tartılarak sonuçlar kayıt altına alınmıştır. Balonlar geri soğutucuya yerleştirilerek yüksek ayarda hızlıca kaynatıldı ve daha sonra düşük ayara indirilerek 20 dakika boyunca ara ara çalkalanıp geri soğutucuda kaynatılmıştır. Bu süre sonunda içerisinde çözelti bulunan balonlar geri soğutucunun ısıtma mantosundan çıkarılarak oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan balonların dış kısmı kurutulduktan sonra 0,01 g hassasiyetli terazide ilk tartım ağırlığında kayıp yaşanıp yaşanmadığı kontrol edilmiştir. Ağırlık kaybı olan balonlarda ilk tartım kayıtları baz alınarak ağırlıkları saf su (HPLC saflığında) ile

tamamlanmıştır. Balonlar içerisindeki içeriğin çökelmesi için bir müddet bekledikten sonra üstte kalan çözeltiden bir pipet yardımıyla 1 ml alınarak 10 ml'lik tek işaretli ölçü balonuna aktarılmıştır. Ölçülü balonun işaretine kadar saf su (HPLC saflığında) ile tamamlanarak bu çözeltiden ucunda filtre bulunan şırıngalar kullanılarak HPLC'de okutulmak üzere numaralandırılmış viallere aktarılmıştır. Ardından vialler otomatik örnekleyiciye konularak HPLC (Agillient) cihazına enjekte edilmiş ve sonuçlar hesaplanmıştır. HPLC cihazının çalışma koşulları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir (**Tablo 13**) (Anonim, 2002; Anonim, 2023c).

Tablo 13. HPLC Cihazı Çalışma Koşulları (Anonim, 2023c)

Enjeksiyon Miktarı: 20 µL
Kolon Fırın Sıcaklığı: 40 ºC
Mobil Faz Akış Hızı: 1 mL/dakika
Mobil Faz: 70:30 Su: Metanol
Dedeksiyon Dalga Boyu: 274 nm

2.4.2.3. Selüloz Tayini

Yeşil çay örneklerinde selüloz tayini selüloz tayin cihazı (FİBRETHERM FT 12) aracılığıyla ÇAYMER işletme içi metod ile gerçekleştirilmiştir. Ön hazırlık olarak porselen krozeler 600 ℃'de 1 saat süre ile kül fırınında yakılarak desikatörde soğutulduktan sonra 0,0001 hassasiyetli terazide tartılıp sabit daraları alınmıştır. Aynı süre içerisinde selüloz torbaları 105ºC'de 1 saat süre etüvde tutulmuş ve süre sonunda desikatörde soğutulup 0,0001 g hassasiyetli tartıda sabit daraları alınmıştır. Laboratuvar tipi öğütücüde öğütülen yeşil çay numuneleri 0,0001 g hassasiyetli terazide 1,0000 g tartılıp selüloz torbalarının içerisine aktarılmıştır. Numuneler 2 tekerrürlü olarak tamamlandıktan sonra bir torbaya 1,0000 g referans çay örneği, bir torbada boş bırakılarak selüloz torbası ile diğer aşamalar için dikkate alınacak kör değer belirlenmiştir. Torbalar selüloz cihazının karuseli içerisine yerleştirilerek cihazın programı başlatılmıştır (**Tablo 14**) (Anonim, 2023c).

Tablo 14. Selüloz Cihazı Programı (Anonim, 2023c)

İşlem Aşamaları	Hacim	Süre
Asit ilavesi	1200 ml	Kaynamaya başladıktan sonra 30 dk.
Sıcak su ile yıkama	1200 ml	2 kez
Baz ilavesi	1200 ml	Kaynamaya başladıktan sonra 30 dk.
Sıcak su ile yıkama	1200 ml	2 kez

Selüloz cihazının programı tamamlamasını takiben karuseldeki torbalar tutucu yardımıyla çıkarılmıştır. Torba tutucu cam çubuklar üzerinde kalan yeşil çay kalıntıları saf su yardımıyla yıkanarak torbaya akması sağlanmıştır. Torba üzerinde oluşan fazla su el yardımıyla uzklaştırılmış ve katlanarak darası alınmış krozelere yerleştirilmiştir. Krozeler 105℃'de etüvde kurutularak desikatörde soğutulmuş ve ardından 0,0001 g hassasiyetli terzide tartılmıştır. Etüvde kurutularak tartılan selüloz torbaları 600℃'de 3 saat boyunca beyaz kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Ardından veriler kuru madde esasına dayanan ve yüzde kütle kesri olarak ifade edilen numunelerin ham selüloz içeriği (W) aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır:

$$W = \left[\frac{(m_3 \times m_1) - (m_4 \times m_5)}{m_2}\right] \times 100 \times \frac{100}{KM}$$

KM: Deney numunesinin kuru madde yüzdesi, %

m_1: Kurutulmuş boş selüloz torbasının ağırlığı, g

m_2: Deney numunesinin miktarı, g

m_3: Kurutma işleminden sonraki kroze + numune içeren selüloz torbasının ağırlığı, g

m_4: Yakma işleminden sonraki kroze + numune içeren selüloz torbasının ağırlığı, g

m_5: Kör değeri (m_7 - m_6)

m_6: Yakma işleminden sonraki boş krozenin ağırlığı, g

m_7: Yakma işleminden sonraki kroze + boş selüloz torbasının ağırlığı,g

W: Ham selüloz miktarının kuru madde üzerinden kütlece yüzdesi,

2.5. İstatistiki Analizler

Çalışma verilerinin istatistiki olarak değerlendirilmesinde JMP5 programı kullanılarak ortalamalar arasındaki farkın belirlenmesi için LSD ve Tukey testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

ISO 11287:2011 (E)'de tanımlandığı üzere yeşil çay; içecek olarak tüketilmek için çay yapmaya uygun olan *C. sinensis (L.) O. Kuntze* türünün ve alt çeşitlerinin narin yaprakları, tomurcukları ve sürgünleri kullanılarak, kendine özgü bir işlem olan enzim inaktivasyonu sağlanıp, genellikle haddeleme veya ufalama ve ardından kurutma gibi kabul edilebilir işlemlerle üretilen çay şeklinde ifade edilir (Anonim, 2011). *C. sinensis (L.) O. Kuntze* türünün sürgünleri ve tomurcukları kullanılarak üretilen yeşil çayda; Nem (Rutubet), Toplam Kül, Su Ekstratı, Ham Lif, Toplam Polifenol, Kafein önemli kalite parametreleri olarak ele alınmaktadır. Türkiye'de üretilen yeşil çayın kalitesinde sürgünde bulunan yaprak sayısının yeşil çayın kalitesi üzerine olan etkilerinin sürgün dönemlerine göre değişimini bilimsel olarak ortaya koymak amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen bulgular bu bölümde detaylı olarak ele alınmıştır.

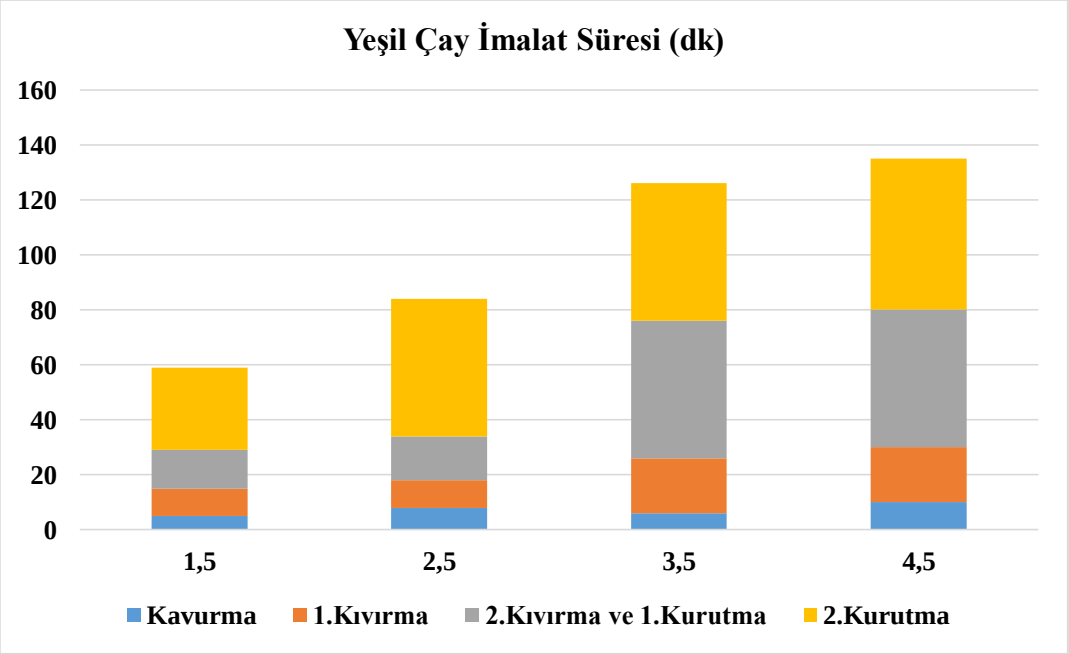
3.1.Yeşil Çay İmalat Verileri

Tablo 15'de tavada kavurma yöntemi ile üretilen yeşil çaylarda (Anonim, 2023c) üretim basamaklarına göre harcanan sürenin (dk) üretim basamağı ve sürgün boylarına göre değişimi verilmiştir. Bu kapsamda sürgün yaprak sayısına göre Kavurma aşamasında alınan 5-10 dk arasında, 1. Kıvırma aşamasında 10-20 dk arasında, 2. Kıvırma ve 1. Kurutma aşamalarında 14-50 dk arasında ve 2. Kurutma aşamasında 30-55 dk arasında sürede işlemler gerçekleşmiştir. *Toplam tava kavurma yöntemi ile üretilen yeşil çaylarda toplam üretim aşamaları 1,5 yapraklı sürgünlerde 59 dk iken; 2,5 yapraklı sürgünlerde 84 dk, 3,5 yapraklı sürgünlerde 126 dk ve 4,5 yapraklı sürgünlerde 135 dk kadar devam etmiştir. Bu sonuçlara göre hasat edilen sürgündeki yaprak sayısının artışı üretim basamaklarının süresi bakımından düzenli bir artış olduğu tespit edilmiştir.*

Tablo 15. Tavada kavurma yöntemi ile üretilen yeşil çaylarda üretim basamaklarına göre harcanan sürenin (dk) üretim basamağı ve sürgündeki yaprak sayılarına göre değişimi

Yaprak Sayısı	**Üretim Basamakları ve İşlem sırasında harcanan zaman / dk**				
	Kavurma	1.Kıvırma	2.Kıvırma ve 1.Kurutma	2.Kurutma	Toplam Süre
1,5	5	10	14	30	**59**
2,5	8	10	16	50	84
3,5	6	20	50	50	126
4,5	10	20	50	55	**135**

Şekil 19'da yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına göre her bir imalat basamağında (Kavurma-1.Kıvırma-2.Kıvırma/1.Kurutma-2.Kurutma) harcanan sürenin (dk) değişim grafiği verilmiştir.

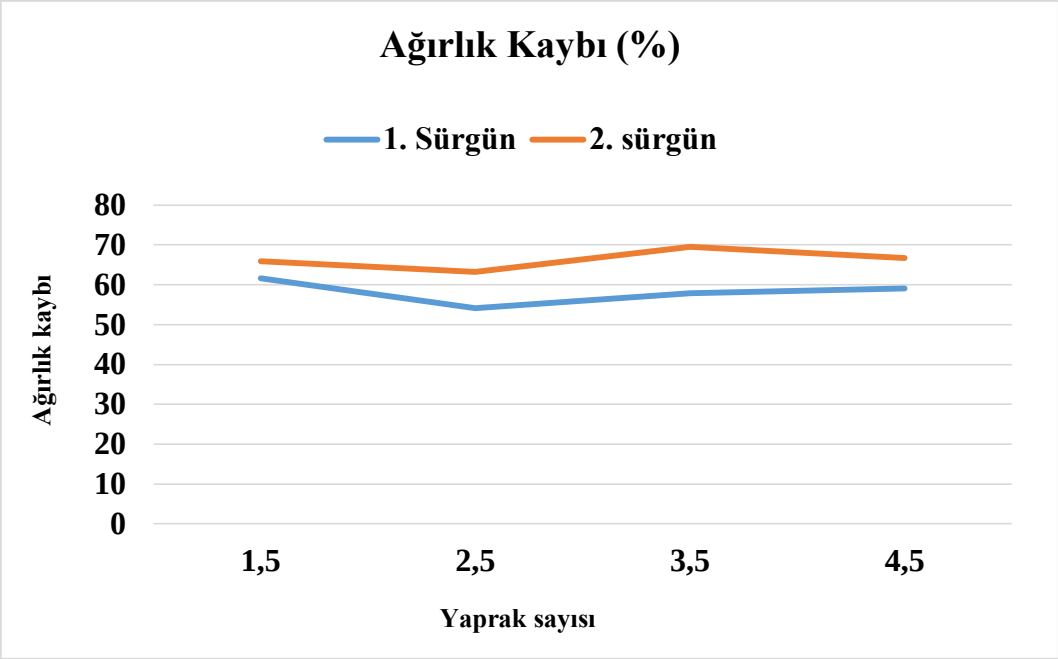


Şekil 19. Yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına göre imalat süreleri

Tablo 16'da tavada kavurma yöntemi ile üretilen yeşil çaylarda (Anonim, 2023c) üretim basamaklarına göre imalat öncesi ve imalat sonrasındaki ağırlık değişimleri sürgün dönemleri ve yaprak sayılarına göre incelenmiştir. Elde edilen verilere göre ağırlık kayıplarının 1. sürgün döneminde sürgündeki yaprak miktarına göre sırasıyla % 61,60 (1,5 yapraklı sürgün), % 54,12 (2,5 yapraklı sürgün), % 57,84 (3,5 yapraklı sürgün) ve % 59,14 (4,5 yapraklı sürgün) olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. 1,5 yapraklı sürgünlerde en fazla ağırlık kaybı (% 61,60) olurken; 2,5 yapraklı sürgünlerde en az ağırlık kaybı (% 54,12) olduğu belirlenmiştir. 2. sürgün döneminde sürgündeki yaprak miktarında göre sırasıyla % 65,85 (1,5 yapraklı sürgün), % 63,25 (2,5 yapraklı sürgün), % 69,57 (3,5 yapraklı sürgün) ve % 66,67 (4,5 yapraklı sürgün) olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. 3,5 yapraklı sürgünlerde en fazla ağırlık kaybı (% 69,57) olurken; 2,5 yapraklı sürgünlerde en az ağırlık kaybı (% 63,25) olduğu belirlenmiştir. 3. sürgün döneminde ise sürgünler hasat olgunluğuna gelmediği için ürün alınamamıştır. *Bu sonuçlara göre sürgün dönemlerine göre 2,5 yapraklı sürgünlerin diğer farklı yaprak sayısına sahip sürgünlere göre daha az ağırlık kaybına uğradığı tespit edilmiştir (Şekil 20).*

Tablo 16. 2021 yılı yaş çay sürgünlerinde sürgün boylarına ve sürgün dönemlerine göre üretim öncesi ve sonrası ağırlık kaybı (g)

		İmalat Öncesi Ağırlık (g)				**İmalat Sonrası Ağırlık (g)**				**Toplam Ağırlık Kaybı (%)**
Sürgün Dönemi	**Yaprak Sayısı**	**Tekerrürler**			**Ort.**	**Tekerrürler**			**Ort.**	
		1	**2**	**3**		**1**	**2**	**3**		
1.Sürgün	**1,5**	68	104	78	83,3	24	40	32	32,0	**61,60**
	2,5	72	130	138	113,3	34	52	70	52,0	**54,12**
	3,5	156	116	136	136,0	66	48	58	57,3	**57,84**
	4,5	126	110	136	124,0	62	42	48	50,7	**59,14**
2.Sürgün	**1,5**	49	54	61	54,7	16	20	20	18,7	**65,85**
	2,5	87	74	73	78,0	24	30	32	28,7	**63,25**
	3,5	37	51	50	46,0	10	18	14	14,0	**69,57**
	4,5	55	40	55	50,0	18	14	18	16,7	**66,67**
3.Sürgün	***** *3. Sürgün döneminde sürgünler hasat olgunluğuna gelmediği için ürün alınamamıştır.*									

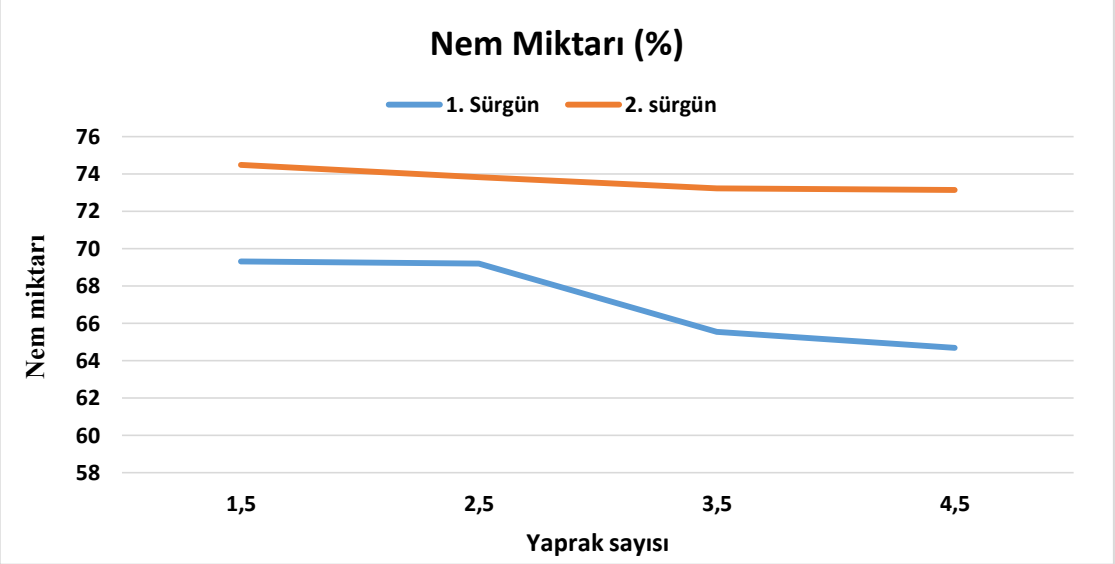


Şekil 20. Yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına göre sürgün dönemlerindeki ağırlık kayıpları

Tablo 17'da elde edilen verilere göre su kapsamın 1. sürgün döneminde sürgündeki yaprak miktarında göre sırasıyla % 69,33 (1,5 yapraklı sürgün), % 69,20 (2,5 yapraklı sürgün), % 69,55 (3,5 yapraklı sürgün) ve % 64,68 (4,5 yapraklı sürgün) olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. 1,5 yapraklı sürgünlerde en fazla su kapsamı (% 69,23) olurken; 4,5 yapraklı sürgünlerde en az su kapsamı (% 64,68) olduğu belirlenmiştir. 2. sürgün döneminde sürgündeki yaprak miktarında göre sırasıyla % 74,48 (1,5 yapraklı sürgün), % 73,82 (2,5 yapraklı sürgün), % 73,24 (3,5 yapraklı sürgün) ve % 73,14 (4,5 yapraklı sürgün) olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. 1,5 yapraklı sürgünlerde en fazla su kapsamı (% 74,48) olurken; 4,5 yapraklı sürgünlerde en az su kapsamı (% 73,14) olduğu belirlenmiştir. 3. sürgün döneminde ise sürgünler hasat olgunluğuna gelmediği için ürün alınamamıştır. *Bu sonuçlara göre sürgün dönemlerine göre 1,5 yapraklı sürgünlerin diğer farklı yaprak sayısına sahip sürgünlere göre daha fazla su kapsamına sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 21).*

Tablo 17. 2021 yılı yaş çay sürgünlerinde sürgün boylarına ve sürgün dönemlerine göre şoklama öncesi % su kapsamı (İşlem: Su Kapsamı (Nem), %)

		Su Kapsamı (Nem), %			
Sürgün Dönemi	**Yaprak Sayısı**	**Tekerrürler**			**Ort.**
		1	**2**	**3**	
1.Sürgün	**1,5**	69,09	69,73	72,18	**69,33**
	2,5	69,70	69,33	68,58	**69,20**
	3,5	64,95	62,20	69,52	**65,55**
	4,5	65,09	63,92	65,07	**64,68**
2.Sürgün	**1,5**	74,64	74,19	74,63	**74,48**
	2,5	75,30	74,02	72,14	**73,82**
	3,5	74,06	72,97	72,70	**73,24**
	4,5	73,26	74,10	72,07	**73,14**
3.Sürgün	***** *3. Sürgün döneminde sürgünler hasat olgunluğuna gelmediği için ürün alınamamıştır.*				



Şekil 21. Yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına göre sürgün dönemlerindeki nem içerikleri (%)

Sürgün dönemlerine göre alınan yaş çay sürgünü örneklerinde toplanan ağırlık, soldurma öncesi yaş ağırlık, son kurutma sonrası ağırlık, ağırlık kaybı (g) ve % ağırlık kaybı **h**er aşamada belirlenmeye çalışılmıştır *Buna göre sürgün dönemlerine göre ağıtlık kaybı % 74,63 ile % 75,03 arasında değişmiştir (Tablo 18).*

Tablo 18. 2022 yılı sürgün döneminde yaş çay sürgünlerinde sürgün boyları ve sürgün dönemlerine göre üretim öncesi ve sonrası ağırlık kaybı ve % olarak ifadesi

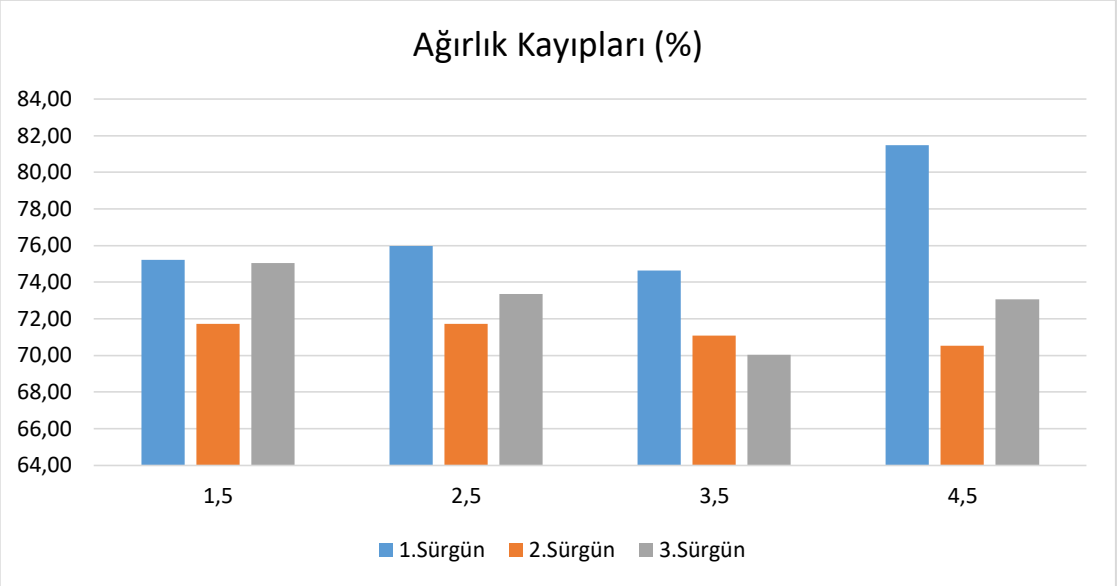
Sürgün Dönemi	Yaprak Sayısı	Soldurma Öncesi Yaş Ağırlık (g)	Son Kurutma Sonrası Ağırlık (g)	Ağırlık Kaybı (g)	Ağırlık Kaybı (%)
1.Sürgün	**1,5**	287,82	71,35	216,47	75,21
	2,5	420,35	101,06	319,34	75,97
	3,5	607,81	154,23	453,58	74,63
	4,5	787,52	145,81	641,71	81,48
2.Sürgün	**1,5**	203,60	57,55	146,05	71,73
	2,5	273,74	77,36	196,38	71,73
	3,5	418,12	120,88	297,24	71,08
	4,5	511,96	150,89	361,07	70,53
3.Sürgün	**1,5**	255,50	63,80	191,70	75,03
	2,5	381,51	101,68	279,83	73,35
	3,5	285,64	85,60	200,04	70,03
	4,5	381,85	102,89	278,96	73,05

Ağırlık Kaybı değerleri incelendiğinde 3,5 yapraklı sürgünlerde % 71,91 oranı ile en düşük ağırlık kaybı meyadana gelirken, 4,5 yapraklı sürgünler % 75,02 oranında ağırlık kaybı ile en yüksek değere ulaşmıştır. Bu verilere göre hasat edilen sürgündeki yaprak sayısı ile ağırlık kaybı arasında ilşki bulunamamıştır. *Sürgün dönemlerine göre ağırlık kaybı incelendiğinde ise 2. ve 3. sürgünde sırasıyla ağırlık kaybı % 71,27 ve % 72,87 ile en düşük değerde iken, 1. sürgünde daha taze yapraklar olduğu için ağırlık kaybı % 76,82'ye kadar yükselmiştir. Bu verilere göre hasat edieln sürgün dönemi ile ağırlık kaybı arasında bir ilişki bulunmuş olup, ilk sürgün döneminde ağırlık kaybı daha yüksek çıkmıştır (Tablo 19).*

Tablo 19. Yaş çay sürgünlerinde sürgün boyları ve sürgün dönemlerine göre ağırlık kaybı (%)

Ağırlık Kaybı (%)-2022				
Yaprak Sayısı	**Sürgün Dönemleri**			**Ortalama**
	1.Sürgün	**2.Sürgün**	**3.Sürgün**	
1,5	75,21	71,73	75,03	73,99
2,5	75,97	71,73	73,35	73,68
3,5	74,63	71,08	70,03	71,91
4,5	81,48	70,53	73,05	75,02
Ortalama	**76,82**	71,27	72,87	73,65

Şekil 22'de 2022 yılı sürgün dönemlerinde üretilen yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına sürgün dönemlerindeki ağırlık kayıpları (%) grafiği verilmiştir.



Şekil 22. Yeşil çaylarda sürgündeki yaprak sayılarına göre sürgün dönemlerindeki ağırlık kayıpları (%)

3.2. Su Ekstratı (Toplam Suda Çözülür Katılar)

Çay yaprağının su ekstraktı değeri, içerdiği suda çözünebilir maddelerin bir göstergesidir. Su ekstraktı değeri ne kadar yüksek ise çay yaprağının ve bu yapraktan üretilen yeşil çayın kalitesi de o kadar yüksektir (Turan vd., 2016). Ekstrakt değeri çayda en önemli kalite parametrelerinden biri olduğu bilinmektedir. Yaş çay yapraklarının daha genç ve körpe olması, hasat ediliş şekli ve hatta çayın çeşidi gibi fiziksel durumu sonucu ciddi derecede değiştirmektedir (Ofluoğlu, 2019).

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların sürgün dönemleri ve sürgün boylarına göre kuru maddede (g/100g) su ekstrat değerleri değişimi **Tablo 20**'de verilmiştir. Sürgün dönemlerine göre hasat edilen yaş çayların su ektraktı ortalamaları 4,5 yapraklı sürgünlerde % 42,69 ile en düşük olurken, 1,5 yapraklı sürgünlerde % 47,52 ile en yüksek değerleri vermiştir. *Bu sonuçlara göre ektrakt değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Sürgün dönemlerine göre su ekstraktı değerleri incelendiğinde ise 3.*

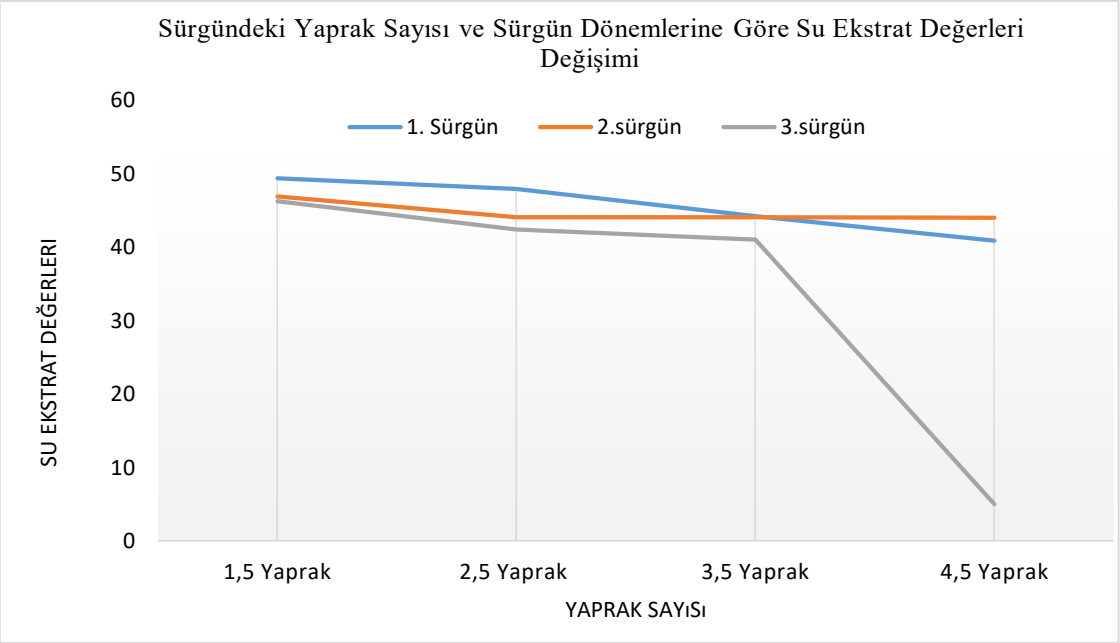
sürgün döneminde % 43,21 olarak en düşük değerler elde edilirken, 1. sürgün döneminde % 45,62 ile en yüksek değer elde edilmiştir.

Tablo 20. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen yaş çayların sürgün boylarına göre ortalama su ekstrakt değerleri (g/100g)

Su Ekstratı (Toplam Suda Çözülür Katılar)/%				
Yaprak Sayısı	**Sürgün Dönemleri**			**Ortalama**
	1.Sürgün	**2.Sürgün**	**3.Sürgün**	
1,5	49,41 a *	46,90 bc	46,24 c	**47,52 A ***
2,5	47,93 ab	44,09 d	42,37 ef	44,80 B
3,5	44,23 d	44,04 d	41,03 f	43,10 C
4,5	40,89 f	43,98 d	43,19 de	42,69 C
Ortalama	**45,62 A ***	**44,75 A**	43,21 B	44,53

** Benzer harf grubuna ait değerler LSD testine göre %5 düzeyinde farklı değildir.*
** P≤ 0,05 düzeyinde önemlidir*
***P≤0,01 düzeyinde önemlidir.*

Şekil 23'de farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki su ekstratı değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. *Veriler incelendiğinde sürgündeki yaprak sayısı dikkate alınarak sürgün dönemi ilerledikçe su ekstrat değerlerinde düşüşler yaşandığı en fazla düşüşün ise 4,5 yaprak boyuna sahip sürgünde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yapılan diğer araştırmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur* **(**Jayawardhane, 2016).



Şekil 23. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki su ekstratı değerlerinin değişimi

3.3. Toplam Kül

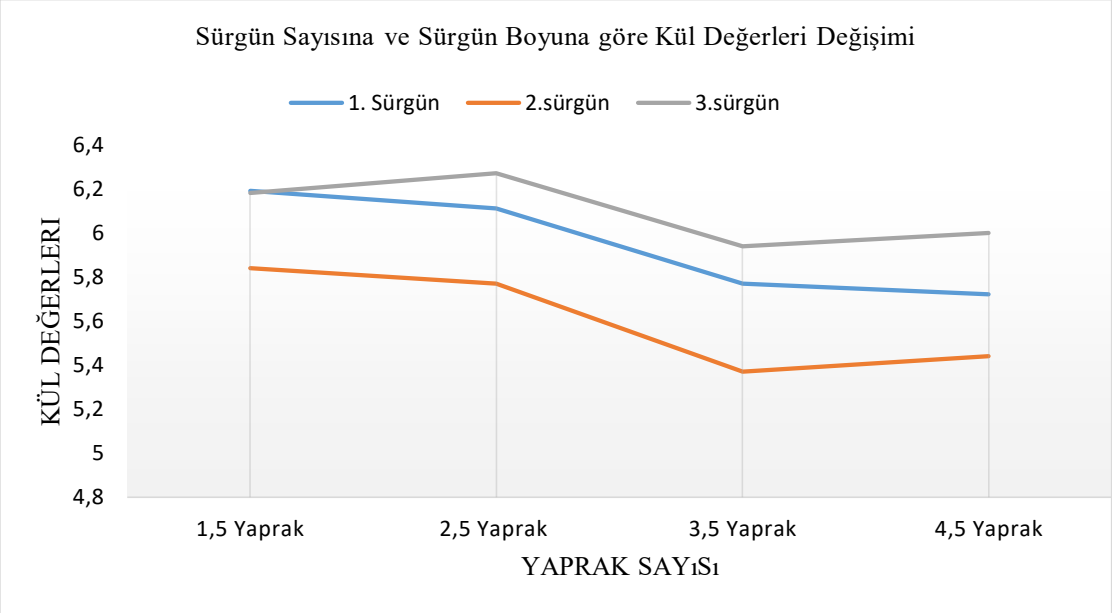
Yeşil çayda ve diğer gıda maddelerinde uygulanan kül analizin amacı; gıdaların tüm organik kısımlarının yanabileceği bir sıcaklıkta yakılmasından sonra arta kalan inorganik kalıntı miktarını belirlemektir (Anonim, 2023h). ISO standartlarına göre ise yeşil çayda kül oranı en az % 4 en fazla ise % 8 olmalıdır.

Taze çay sürgünlerinden elde edilen yeşil çayların sürgün dönemleri ve sürgün boylarına göre toplam kül değeri (%) değişimi **Tablo 21 ve Şekil 24**'te verilmiştir. Sürgün dönemlerine göre hasat edilen yaş çayların su ektraktı ortalamaları 3,5 ve 4,5 yapraklı sürgünlerinde Sırasıyla % 5,69 ve % 5,72 ile en düşük değerleri alırken, 1,5 yapraklı ve 2,5 yapraklı sürgünlerde sırasıyla % 6,07 ve % 6,05 değerleri ile en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. *Bu sonuçlara göre toplam kül değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Sürgün dönemlerine göre toplam kül değerleri incelendiğinde ise 2. sürgün döneminde % 5,61 olarak en düşük değerler elde edilirken, 3. sürgün döneminde % 6,10 ile en yüksek değer elde edilmiştir (Tablo 21, Şekil 24).*

Tablo 21. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre toplam kül değerleri (g/100g)

Toplam Kül Değerleri / %				
Yaprak Sayısı	**Sürgün Dönemleri**			**Ortalama**
	1.Sürgün	**2.Sürgün**	**3.Sürgün**	
1,5	6,19 ab *	5,84 de	6,18 ab	**6,07 A ***
2,5	6,11 b	5,77 ef	6,27 a	**6,05 A**
3,5	5,77 ef	5,37 g	5,94 cd	5,69 B
4,5	5,72 f	5,44 g	6,00 c	5,72 B
Ortalama	5,95 B *	5,61 C	**6,10 A**	5,88

** Benzer harf grubuna ait değerler LSD testine göre %5 düzeyinde farklı değildir.*
** P≤ 0,05 düzeyinde önemlidir*
***P≤0,01 düzeyinde önemlidir.*



Şekil 24. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki toplam kül değerlerinin değişimi

3.4. Rutubet (Nem)

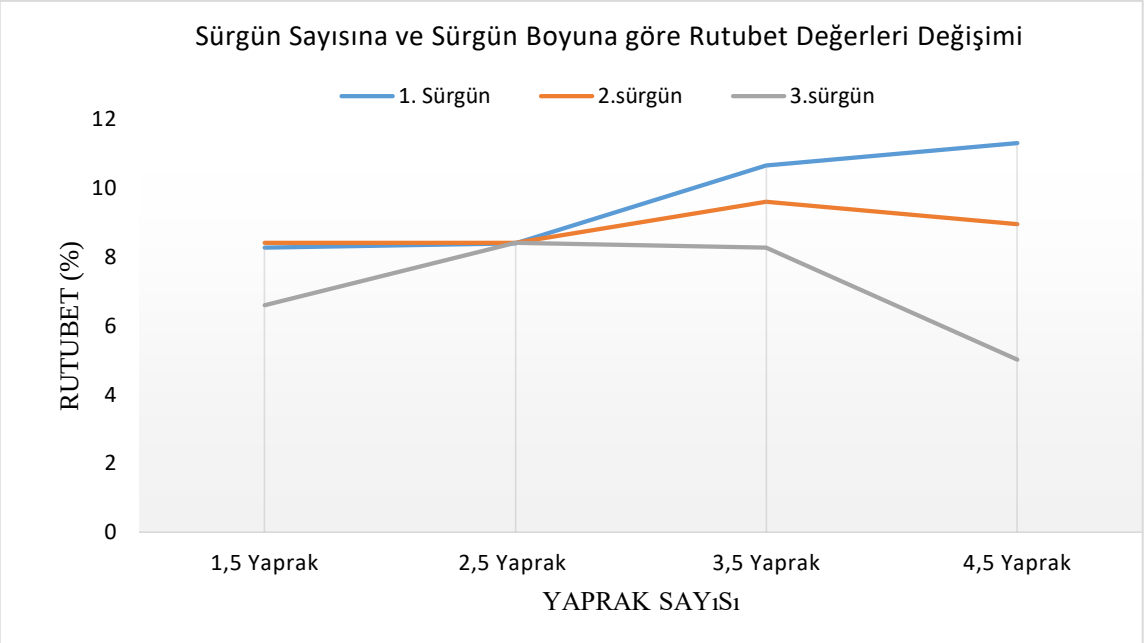
Kuru çaylarda ihtiva ettikleri nem miktarları önemli bir kalite parametresidir. Özellikle çayın pazarlanması alanında göz ardı edilmeyen bu özellik ürünün raf ömrünün mukavemeti için oldukça önemlidir. Aroyeun, (2013)'ün tavsiye ettiği üzere pazarlama çaylarının nem içeriği %6,5'i geçmemelidir. Kurutulmuş çay örnekleri bulundukları ortamdan nem çekme özelliğine sahiptir. Araştırıcılar üretim ve analiz arasındaki süre boyunca bekletilen numunelerde elde ettikleri verilerin standart değerin (% 6,5) üzerinde çıkmasını bu nedene bağlamaktadır. Aşağıdaki tabloda farklı sürgün boylarının nem değerleri sürgün dönemlerine göre ayrı ayrı 3 tekerrürlü olarak belirlenmiştir.

Sürgün dönemlerine göre hasat edilen yaş çayların rutubet oranı 1,5 ve 2,5 yapraklı sürgünlerinde sırasıyla % 7,75 ve % 8,39 ile en düşük değerleri alırken, 3,5 yapraklı ve 4,5 yapraklı sürgünlerde sırasıyla % 9,50 ve % 9,10 değerleri ile en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. *Bu sonuçlara göre rutubet değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Sürgün dönemlerine göre rutubet değerleri incelendiğinde ise 3. sürgün döneminde % 7,65 olarak en düşük değerler elde edilirken, 1. sürgün döneminde % 9,65 ile en yüksek değer elde edilmiştir. Buna göre rutubet değerleri ile sürgün dönemleri arttıkça azalan bir gelişme gödtermiştir (Tablo 22, Şekil 25).*

Tablo 22. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre ortalama rutubet değerleri

Rutubet Değerleri / %				
Yaprak Sayısı	**Sürgün Dönemleri**			**Ortalama**
	1.Sürgün	**2.Sürgün**	**3.Sürgün**	
1,5	8,26 g *	8,4 e	6,59 ı	7,75 D *
2,5	8,38 efg	8,39 ef	8,4 e	8,39 C
3,5	10,65 b	9,59 c	8,26 fg	**9,50 A**
4,5	11,29 a	8,94 d	7,35 h	9,19 B
Ortalama	**9,64 A ***	8,83 B	7,65 C	8,71

** Benzer harf grubuna ait değerler LSD testine göre %5 düzeyinde farklı değildir.*
** P≤ 0,05 düzeyinde önemlidir*
***P≤0,01 düzeyinde önemlidir.*



Şekil 25. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki rutubet değerlerinin değişimi

3.5.Toplam Polifenol

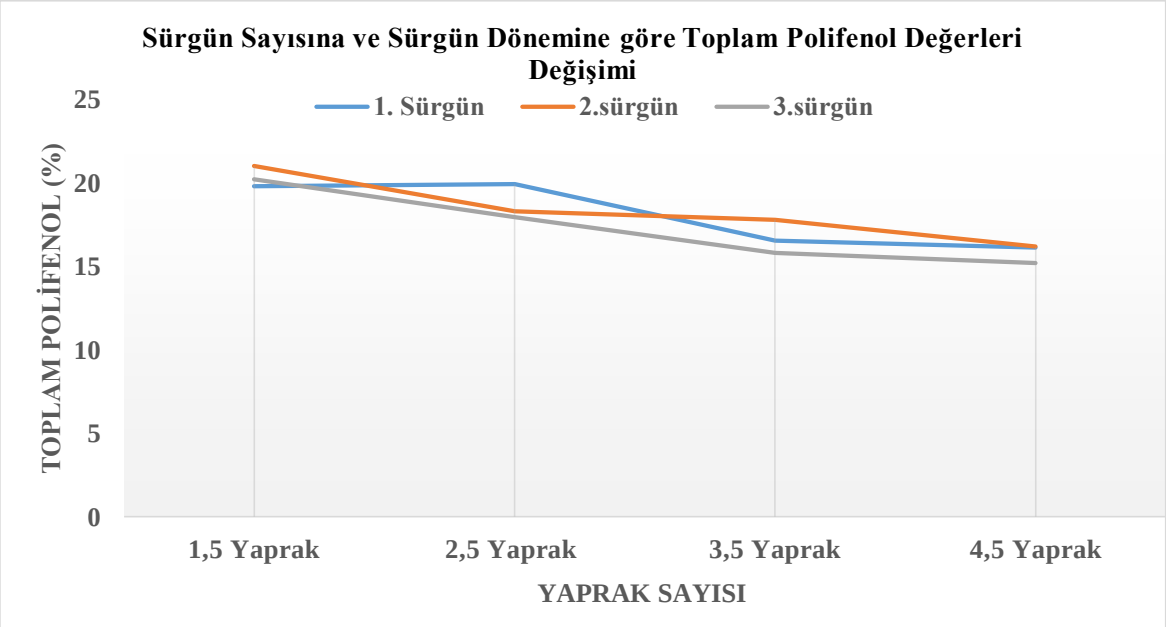
Çay türlerinin bileşenleri arasında polifenoller çok önemli bir yer tutar (Sinija ve Hari N. M. 2008; Lee, J.E.ve ark. 2015). Araştırıcılar tarafından sağlık üzerine olan faydaları nedeniyle yeşil çay polifenolleri çokça ilgi görmektedir. Bu çalışmada da toplam polifenol içeriği sürgün boyları ve sürgün dönemleri bakımından sınıflandırılacaktır.

Sürgün dönemlerine göre hasat edilen yaş çayların polifenol değerleri 4,5 yapraklı sürgünlerinde 15,82 g/100g ile en düşük değerleri alırken, 1,5 yapraklı sürgünlerde 20,33 g/100g değeri ile en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Sürgün dönemlerine göre toplam polifenol değerleri incelendiğinde ise 3. sürgün döneminde 17,28 g/100g ile en düşük değer elde edilirken, 2. sürgün döneminde 18,31 g/100g ile en yüksek değer elde edilmiştir. *Bu sonuçlara göre toplam polifenol değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. 1, ve 2. sürgün döneminde toplam polifenol değerleri yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 23, Şekil 26).*

Tablo 23. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre ortalama toplam polifenol değerleri **(**g/100g)

Toplam Polifenol Değerleri (g/100g)				
Yaprak Sayısı	**Sürgün Dönemleri**			**Ortalama**
	1.Sürgün	**2.Sürgün**	**3.Sürgün**	
1,5	19,79 ab *	20,99 a	20,20 a	**20,33 A ***
2,5	19,90 ab	18,28 bc	17,94 bcd	18,71 B
3,5	16,53 cde	17,78 cd	15,79 e	16,70 C
4,5	16,11 de	16,17 de	15,18 e	15,82 D
Ortalama	**18,04 A ***	**18,31 A**	17,28 B	17,89

** Benzer harf grubuna ait değerler LSD testine göre %5 düzeyinde farklı değildir.*
** P≤ 0,05 düzeyinde önemlidir*
***P≤0,01 düzeyinde önemlidir.*



Şekil 26. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki toplam polifenol değerlerinin değişimi

3.6. Kafein

Kafein, çay içeceklerinin temel bir bileşeni olup onların ayırt edici ve arzu edilen tatlarından sorumludur. Seviyesi, hasat zamanı ve yaprakların yaşı ile ilişkilendirilmekte ve yapraklarda yaşlandıkça kafein içeriği azalmaktadır. Kafein içeriği ayrıca çay çeşidine, bitki örtüsü sırasındaki hava koşullarına ve ayrıca demleme yöntemlerine bağlı olarak değişmektedir (Kochman, J. 2020). . Kafein içeren bitki türleri arasında çay yaprakları nispeten yüksek miktarlara sahiptir ve çay yaprağı kuru ağırlığının % 2,0-3,0'ını oluşturmaktadır (Chen, Y. ve ark 2018).

Xu ve ark. (2021), çalışmalarında taze çay filizinin olğunluğunun çay kalitesini önemli derecede etkilediğini belirtmişlerdir. Tat kalitesi açısından kafeinde çay filizi yaşıyla birlikte konsantrasyona bağlı bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. Tomurcuk, bir yaprak bir tomurcuk, iki yaprak bir tomurcuk ve üç yaprak bir tomurcuk olarak çay sürgünlerinde kafein miktarını sırasıyla 3,85-3,51-3,26-3,17 (mg/g) şeklinde tespit etmişlerdir. Prasad, (2016) çalışmasında sürgün kısımlarına göre kafein miktarının değişimi ortaya koyduğu çalışmasında tepe tomurcuğunda 6,3 olarak belirlenen kafein miktarı sürgün gövdesinde 2'ye kadar düştüğünü tespit etmiştir.

Tablo 24'de farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre ortalama kafein değerleri değişimi verilmiştir. Buna göre % 3,40 – 1,96 arasında değişen kafein miktarları tespit edilmiştir. Sürgün dönemi ilerledikçe buna paralel olarak kafein miktarında azalmalar yaşandığı aynı azalma eğiliminin sürgündeki yaprak sayısı arttıkça da gerçekleştiği tespit edilmiştir.1,5 sürgün boyunda % 3,40 olarak tespit edilen kafein oranı 4,5 sürgün boyunda % 1,96 ile belirgin şekilde azaldığı tespit edilmiştir.

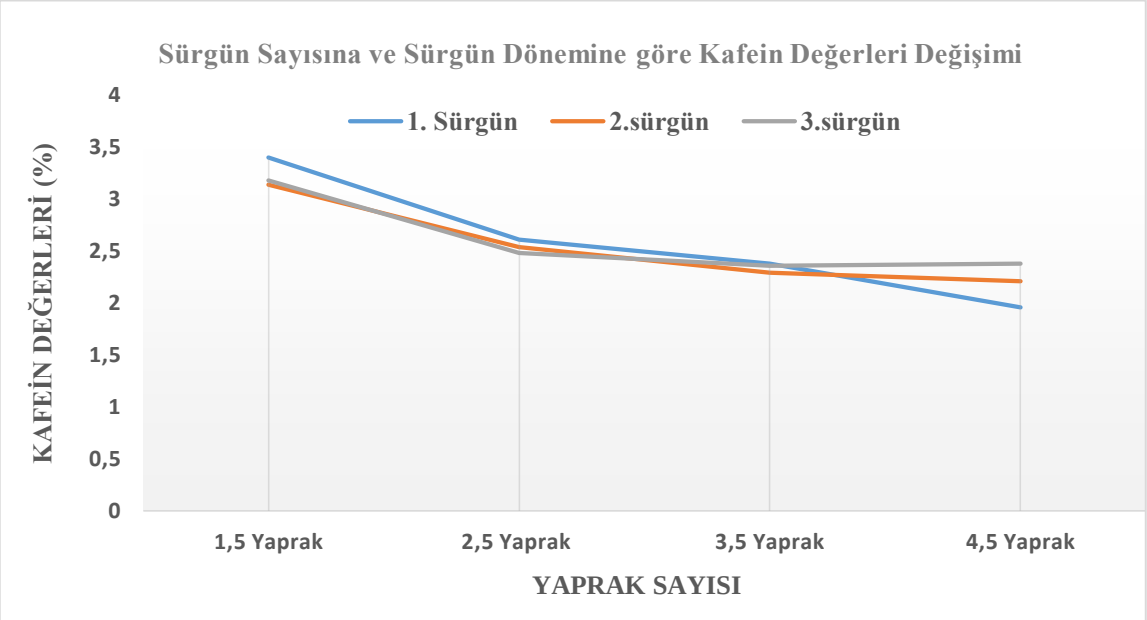
Sürgün dönemlerine göre hasat edilen yaş çayların kafein değerleri 4,5 yapraklı sürgünlerinde 2,18 g/100g ile en düşük değeri alırken, 1,5 yapraklı sürgünlerde 3,24 g/100g değeri ile en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. *Bu sonuçlara göre kafein değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle 1,5 yapraklı sürgünler kafein içeriği yönünden zengin bulunmuşlardır.* Sürgün dönemlerine göre kafein değerleri incelendiğinde ise 2. sürgün döneminde 2,55 g/100g ile en düşük değer elde edilirken, 1 ve 3. sürgün dönemlerinde sırasıyla 2,59 g/100g ve 2,60 g/100g ile en yüksek değerleri elde

edilmiştir. *Bu sonuçlara göre toplam kafein değerleri ile sürgün dönemleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 23, Şekil 27).*

Tablo 24. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre ortalama kafein değerleri (g/100g)

Kafein Değerleri (**g/100g**)				
Yaprak Sayısı	**Sürgün Dönemleri**			**Ortalama**
	1.Sürgün	**2.Sürgün**	**3.Sürgün**	
1,5	3,40 a *	3,14 b	3,18 b	**3,24 A ***
2,5	2,61 c	2,54 d	2,48 e	2,54 B
3,5	2,38 f	2,29 g	2,36 f	2,34 C
4,5	1,96 ı	2,21 h	2,38 f	2,18 D
Ortalama	**2,59 A ***	2,55 B	**2,60 A**	2,58

** Benzer harf grubuna ait değerler LSD testine göre %5 düzeyinde farklı değildir.*
** P≤ 0,05 düzeyinde önemlidir*
***P≤0,01 düzeyinde önemlidir.*



Şekil 27. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki kafein değerlerinin değişimi (g/100g)

3.7. Selüloz (Ham Lif)

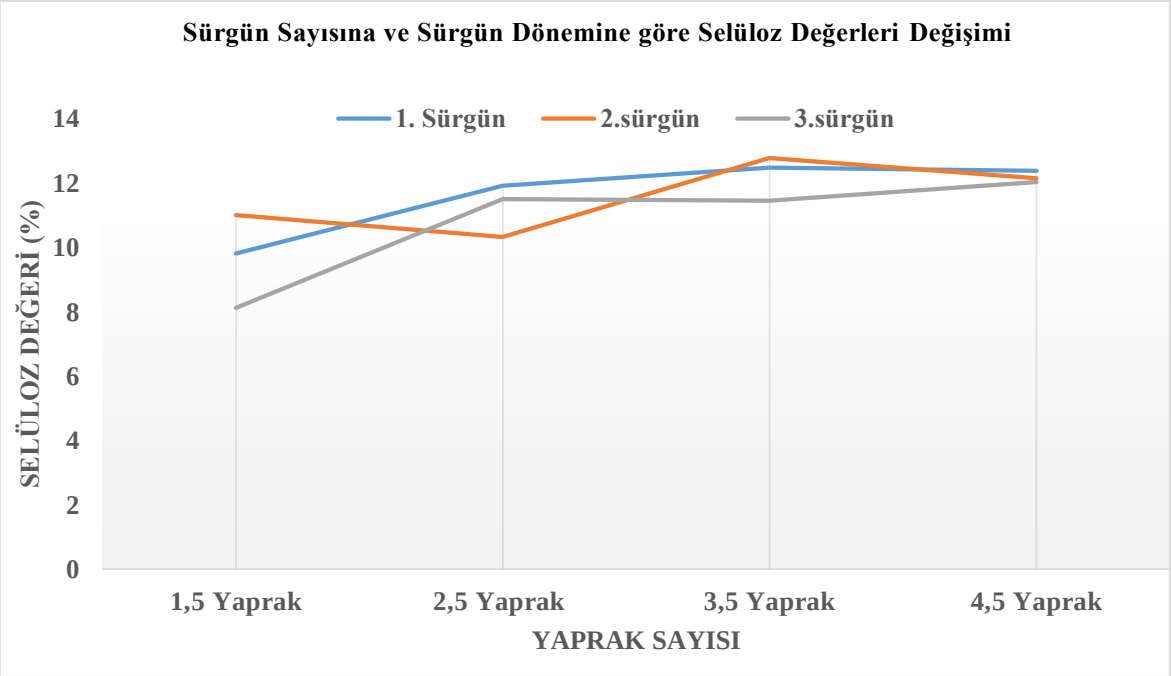
Selüloz değeri taze çay yapraklarında düşüktür ve bu yapraklardan yapılan kuru çaylarda ham selüloz miktarı sürgünün tazeliğini dolaylı olarak göstermektedir. Ancak standartlara uyulmadan hasat edilen yapraklarda bu miktar yükselmektedir. Taze sürgünlerin bileşimindeki, toplam %52'yi oluşturan suda çözünmeyen maddelerin %22'si hamselüloz, selüloz, lignin oluşturmaktadır. Selüloz suda çözünmediği için toplam kuru madde içeriğindeki oranı arttırarak diğer bileşiklerin miktar ve oranının azalmasına neden olmakta ve bu da kuru çay kalitesini düşürmektedir (Gürses, 1982; Tekeli, 1976).

Sürgün dönemlerine göre hasat edilen yaş çayların selüloz değerleri 1,5 yapraklı sürgünlerinde 9,39 g/100g ile en düşük değerleri alırken, 3,5 ve 4,5 yapraklı sürgünlerde sırasıyla 13,93 g/100g değeri ve 14,98 g/100g değerleri ile en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. *Bu verilere göre toplam selüloz değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir.* Sürgün dönemlerine göre selüloz değerleri incelendiğinde ise 3. sürgün döneminde 11,85 g/100g ile en düşük değer elde edilirken, 1. ve 2. sürgün dönemleinde sırasıyla 12,60 g/100g ve 12,69 g/100g ile en yüksek değerler elde edilmiştir. *Bu sonuçlara göre selüloz değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı tespit edilmiştir. (Tablo 25, Şekil 28).*

Tablo 25. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayların sürgün boylarına göre ortalama selüloz değerleri **(g/100g)**

Selüloz (Ham Lif) (**g/100g**)				
Yaprak Sayısı	**Sürgün Dönemleri**			**Ortalama**
	1.Sürgün	**2.Sürgün**	**3.Sürgün**	
1,5	9,08 j *	10,99 h	8,10 k	9,39 D *
2,5	11,90 f	10,31 ı	11,48 g	11,23 C
3,5	14,20 d	14,55 c	13,04 e	13,93 B
4,5	15,22 a	14,92 b	14,78 bc	**14,98 A**
Ortalama	12,60 B *	**12,69 A**	11,85 C	12,38

** Benzer harf grubuna ait değerler LSD testine göre %5 düzeyinde farklı değildir.*
** P≤ 0,05 düzeyinde önemlidir*
***P≤0,01 düzeyinde önemlidir.*



Şekil 28. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki selüloz değerlerinin değişimi

3.8. Duyusal Analiz

Duyusal değerlendirme yapılırken; kuru çayın görünüşü, posa rengi ve kokusu, likörün rengi, likörün burukluğu/dolgunluğu ve likörün aroması gibi numuneye ait birçok özellik detaylı olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda elde edilen veriler tablolara dönüştürülmüştür. Tadım yapılırken 1,5 yapraklı, 2,5 yapraklı, 3,5 yapraklı ve 4,5 yapraklı sürgünler hasat edildikleri sürgün dönemlerine göre değerlendirlerek tablolar oluşturulmuştur.

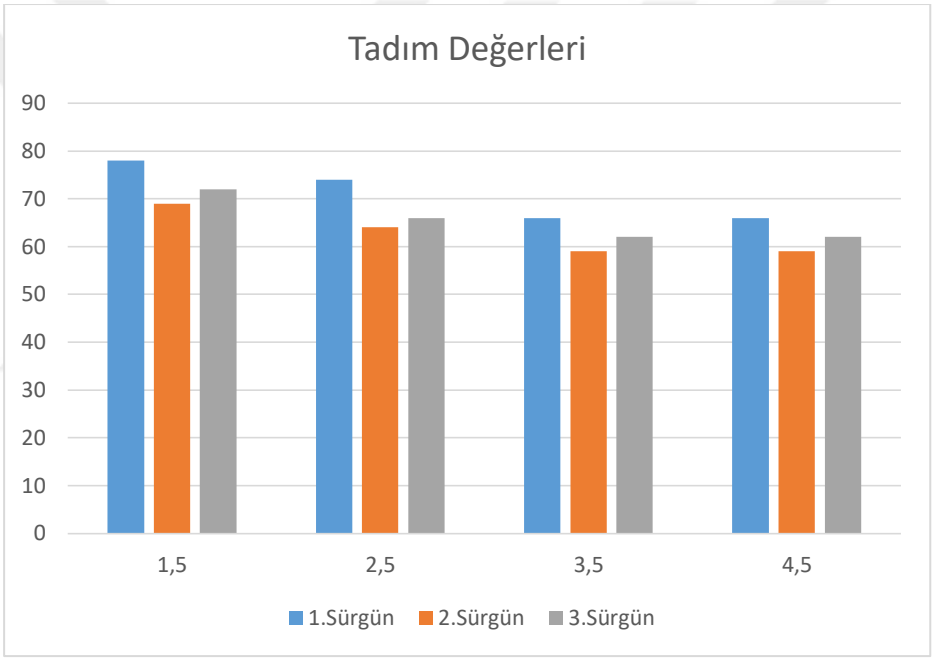
Duyusal değerlendirme sonuçların göre hasat edilen sürgündeki yaprak sayısına göre göre tadım değerlendirilmiştir. 62,33 puan ortalaması ile 3,5 yapraklı ve 4,5 yapraklı sürgünler en düşük değere sahipken 73,00 puan ortalaması ile 1,5 yapraklı sürgünler en yüksek değere sahip olmuştur. *Bu sonuçlara göre duyusal değerlendirme açsından sürgündeki yaprak sayısı tadım açısından çok öenmli bulunmuştur.* Sürgün dönemlerine göre ise 2. sürgünde 62,75 puan ve 3. sürgünde 65,50 puan ile en düşük değerler olurken, 1 sürgün de ortalama 71,00 puan ile en yüksek değeri vermiştir. *Bu sonuçlara göre 1. sürgündeki çaylar tadım yönünden en kaliteli çaylar olarak belirlenmiştir (Tablo 26, Tablo 27, Şekil 29, Şekil 30, Şekil 31, Şekil 32, Şekil 33).*

Tablo 26. Duyusal değerlendirme sonuçları

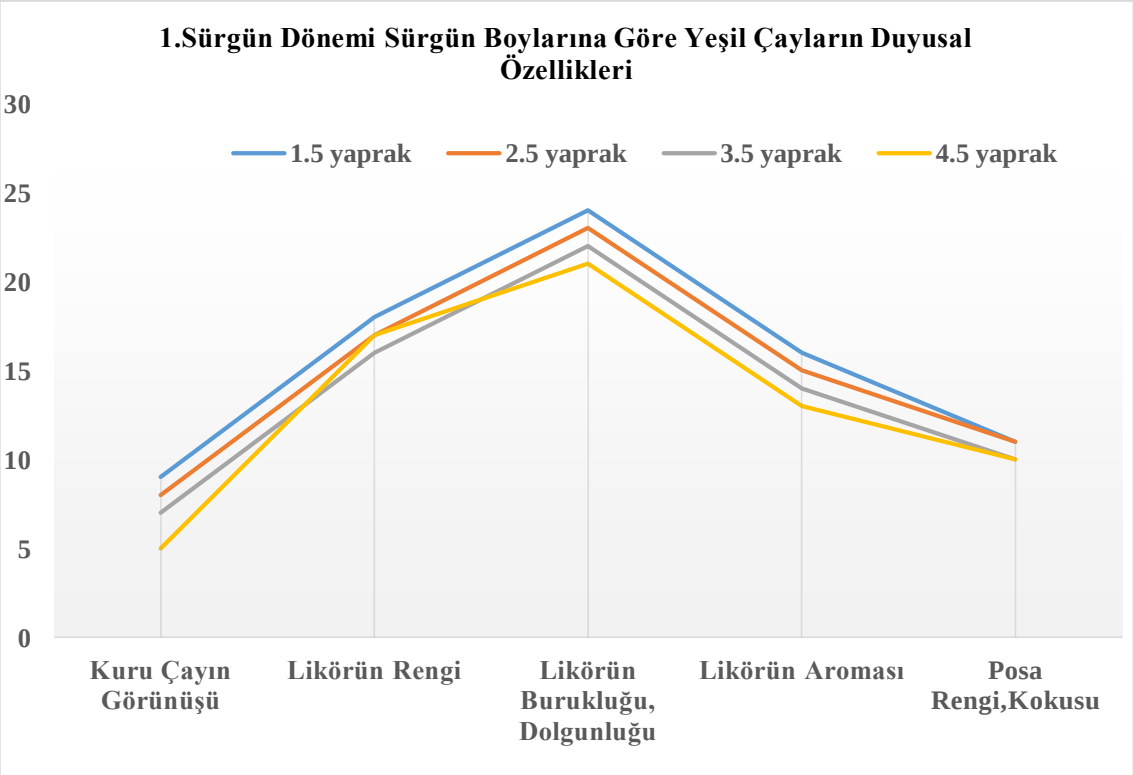
NUMUNENİN ÖZELLİKLERİ	PUAN	1,5 Yapraktan üretilen kuru çay			2,5 Yapraktan üretilen kuru çay			3,5 Yapraktan üretilen kuru çay			4,5 Yapraktan üretilen kuru çay		
		1.Sürgün	2.Sürgün	3.Sürgün	1.Sürgün	2.Sürgün	3.Sürgün	1.Sürgün	2.Sürgün	3.Sürgün	1.Sürgün	2.Sürgün	3.Sürgün
Kuru Çayın Görünüşü	**10**	9	7	8	8	7	7	7	6	7	5	6	7
Posa Rengi ve Kokusu	**15**	11	9	10	11	9	10	10	8	9	10	8	9
Demin rengi	**25**	18	17	16	17	15	14	16	15	18	17	15	14
Demin Burukuğu/Dolgunluğu	**30**	24	22	23	23	21	22	22	20	21	21	19	20
Demin Aroması	**20**	16	14	15	15	12	13	14	12	13	13	11	12
TOPLAM PUAN	**100**	**78**	**69**	**72**	**74**	**64**	**66**	**69**	**61**	**68**	**66**	**59**	**62**

Tablo 27. Duyusal değerlendirme tablosu

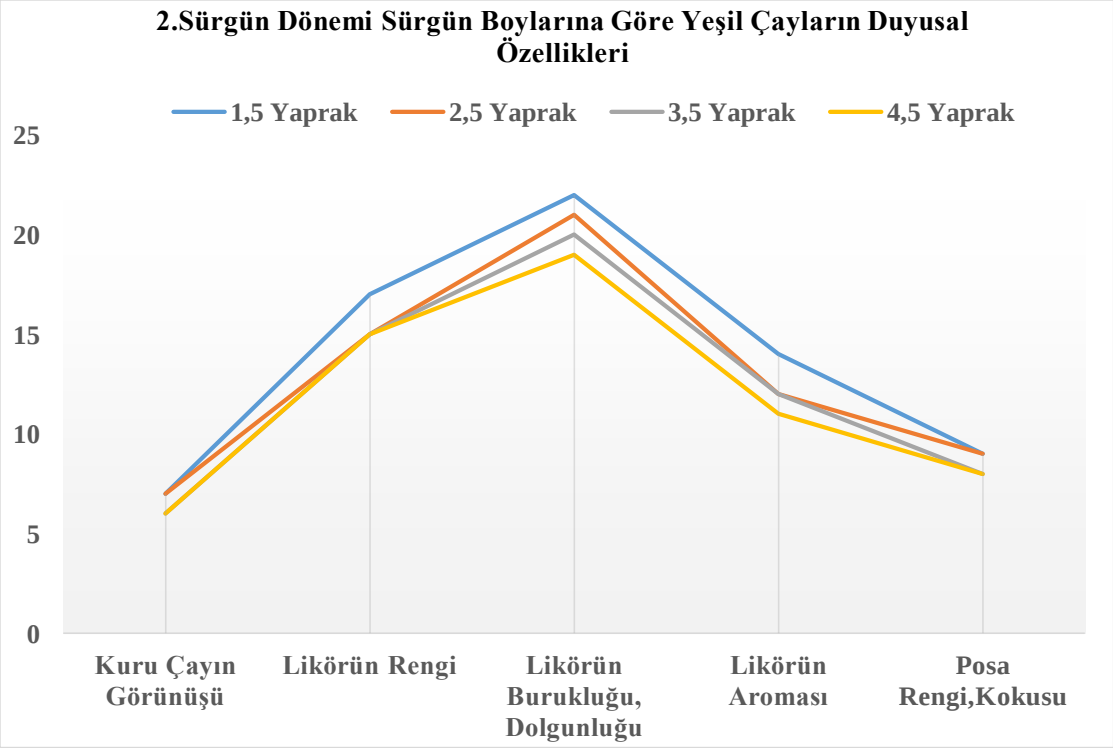
Tadım Puanları (Ortalama)				
Yaprak Sayısı	**Sürgün Dönemleri**			**Ortalama**
	1.Sürgün	**2.Sürgün**	**3.Sürgün**	
1,5	78	69	72	**73,00**
2,5	74	64	66	68,00
3,5	66	59	62	62,33
4,5	66	59	62	62,33
Ortalama	**71,00**	62,75	65,50	66,42



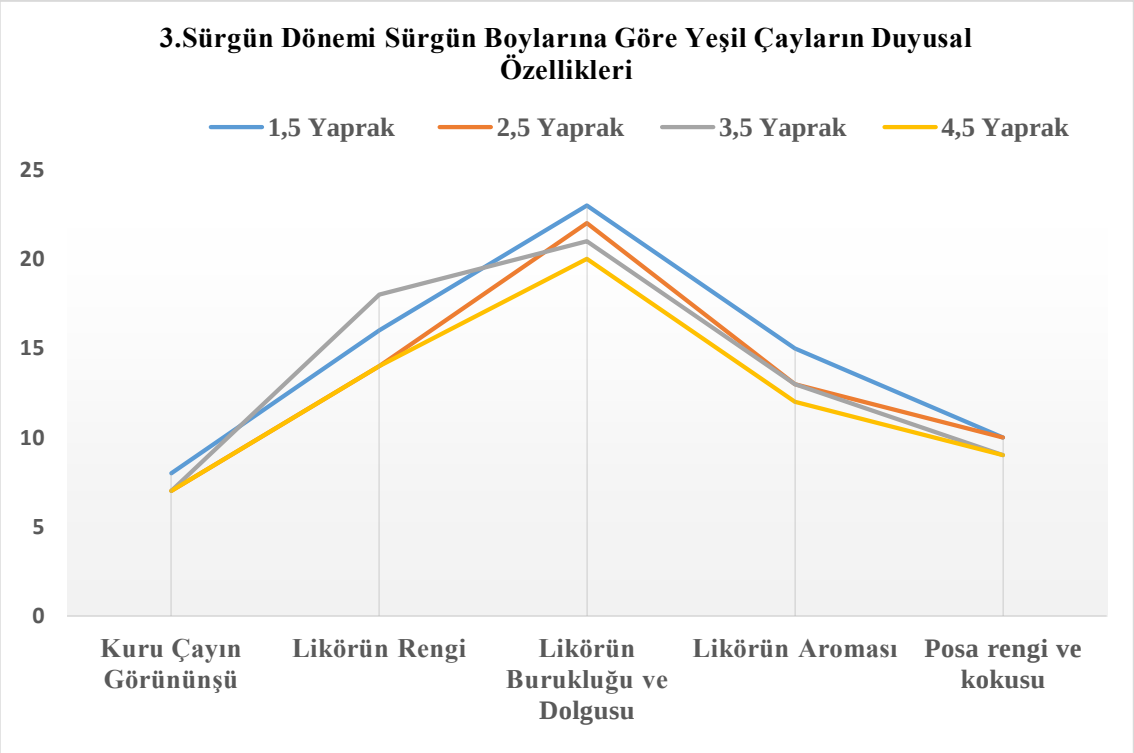
Şekil 29. Duyusal değerlendirme tablosu



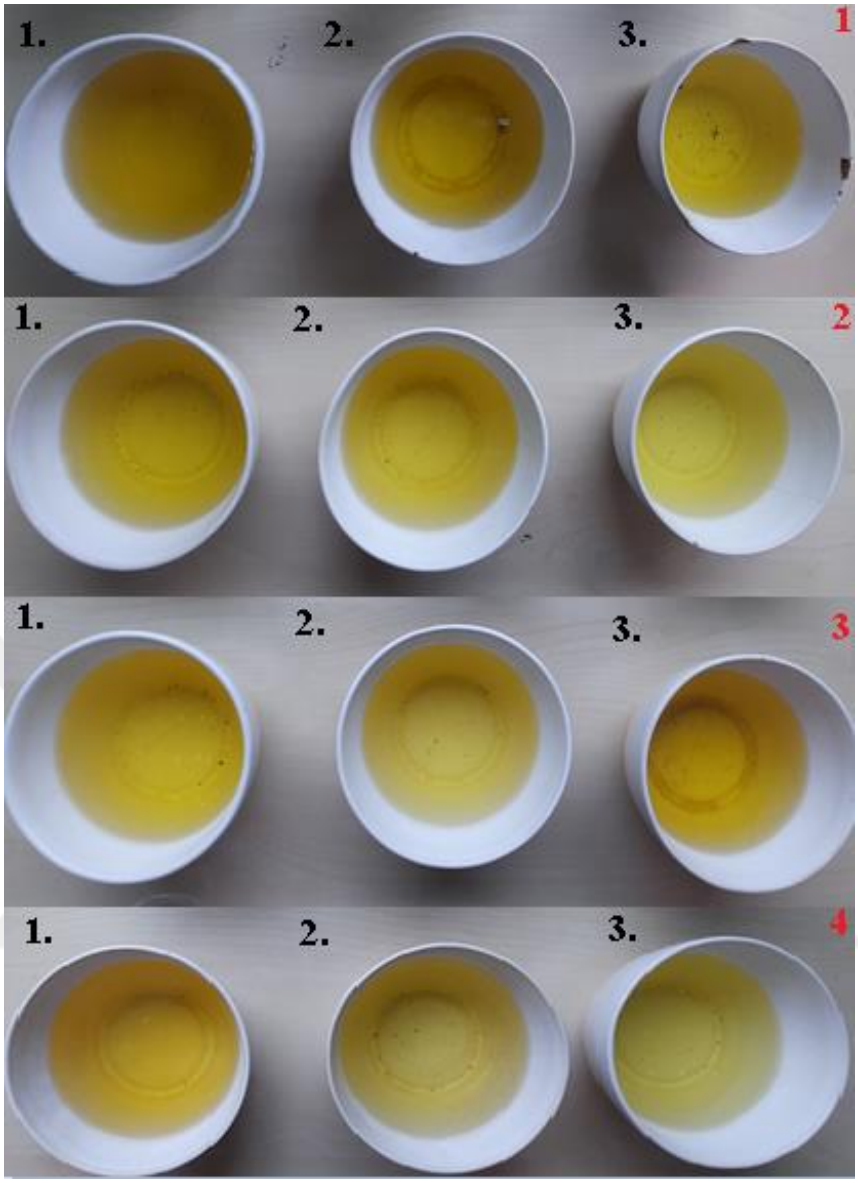
Şekil 30. Farklı sürgün boylarının 1.sürgün dönemi duyusal değişimi



Şekil 31. Farklı sürgün boylarının 2.sürgün dönemi duyusal değişimi



Şekil 32. Farklı sürgün boylarının 3.sürgün dönemi duyusal değişim

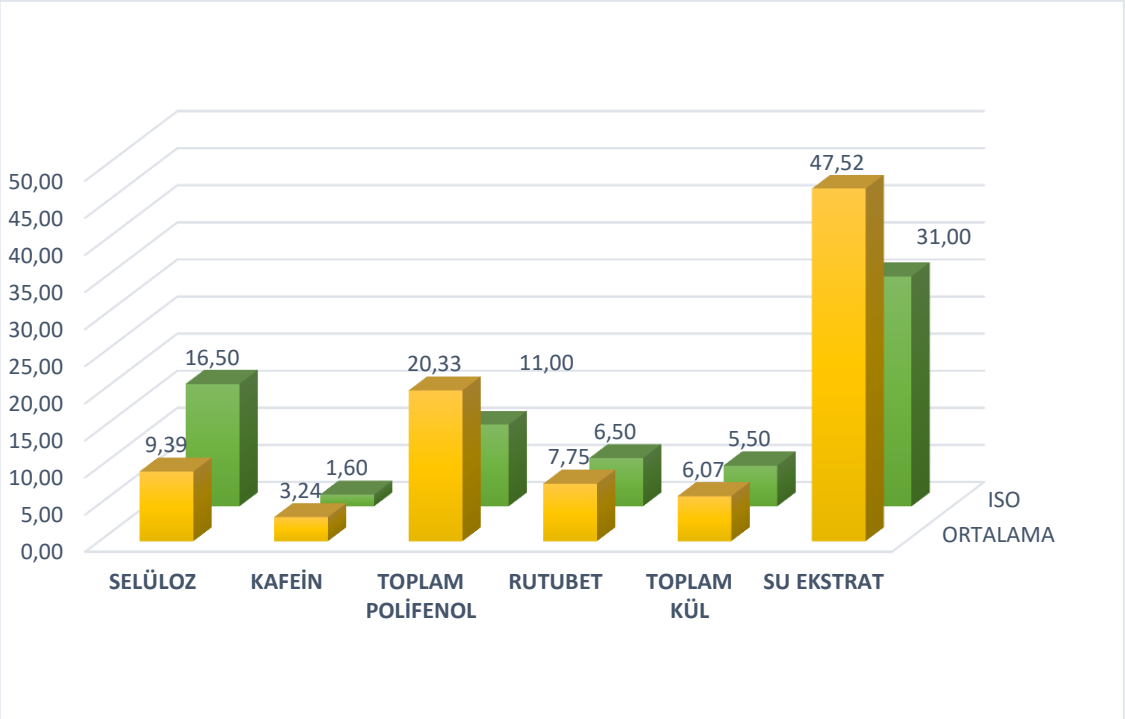


Şekil 33. Farklı sürgün boylarının birbirleri üzerine ve sürgünler arasındaki dem renkleri değişimi (**1. , 2. ,** ve **3.**sürgün dönemlerini ifade ederken**, 1,2,3,4 ise 1,5, 2,5 , 3,5** ve **4,5 yapraklı** sürgün boylarını ifade etmektedir (Orijinal)

Tablo 28 yeşil çayın % kuru maddede bulunan önemli kalite parametrelerinin ISO 11287:2011(E) ve ÇAYMER değerleri referans alınarak oluşturulmuştur ve **Şekil 34**'te çalışma sonuçları bu tablodaki veriler dikkate alınarak grafiksel olarak ifade edilmiştir. *Grafik oluşturulurken, çalışma verileri doğrultusunda başarılı bulunan 1,5 sürgün boyuna sahip sürgünün 3 sürgün dönemi boyunca ortalamasından yararlanılmıştır. Bu sonuçlara göre çalışmadan elde edilen verilere göre Selüloz oranı ISO standartdından daha düşük, diğer tüm kalite özellikleri ise daha yüksek tespit edilmiştir (Şekil 34).*

Tablo 28. Yeşil çayda önemli kalite parametrelerinin yüzde (%) kuru madde de tavsiye edilen miktarları ve referanslar (Anonim; 2023c; Aroyeun, S. O. 2013; Anonim, 2011)

Parametreler	Değerler	Referanslar
Su Ekstratı (Kuru Maddede) (g/g) %	> 32	ISO 11287, ÇAYMER Laboratuvar Standartları
Toplam Kül (Kuru Maddede) (g/g) %	$4 - 8$	ISO 11287, ÇAYMER Laboratuvar Standartları
Nem Oranı (g/g) %	< 6.5	Aroyeun, S. O. 2013, ÇAYMER Laboratuvar Standartları
Toplam Polifenol (Kuru Maddede) (g/g) %	$> 11\%$	ISO 11287, ÇAYMER Laboratuvar Standartları
Ham Selüloz (Kuru Maddede) (g/g) %	$< 16.5\%$	ISO 11287, ÇAYMER Laboratuvar Standartları
Kafein (Kuru Maddede) (g/g) %	$> 1{,}6\%$	ÇAYMER Laboratuvar Standartları



Şekil 34. En ideal sürgün boyu olarak kabul edilen 1,5 sürgün boyunun analiz sonuçlarının standartlara göre grafiksel olarak değerlendirilmesi (Anonim; 2023c; Aroyeun, 2013; Anonim, 2011)

4. SONUÇLAR

Yürütülen çalışmaya göre elde edilen sonuçları kısaca özetlersek;

1. Tavada kavurma yöntemi ile üretilen yeşil çaylarda sürgün yaprak sayısına göre Kavurma aşamasında 5-10 dk arasında, 1. Kıvırma aşamasında 10-20 dk arasında, 2. Kıvırma ve 1. Kurutma aşamalarında 14-50 dk arasında ve 2. Kurutma aşamasında 30-55 dk arasında sürede işlemler gerçekleşmiştir.
2. Toplam tava kavurma yöntemi ile üretilen yeşil çaylarda toplam üretim aşamaları 1,5 yapraklı sürgünlerde 59 dk iken; 2,5 yapraklı sürgünlerde 84 dk, 3,5 yapraklı sürgünlerde 126 dk ve 4,5 yapraklı sürgünlerde 135 dk kadar devam etmiştir. Bu sonuçlara göre hasat edilen sürgündeki yaprak sayısının artışı üretim basamaklarının gerçekleştirilme süresi (dk) bakımından düzenli bir artış olduğu tespit edilmiştir.
3. Sürgün dönemlerine göre 2,5 yapraklı sürgünlerin diğer farklı yaprak sayısına sahip sürgünlere göre daha az ağırlık kaybına uğradığı tespit edilmiştir.
4. Ağırlık Kaybı değerleri incelendiğinde hasat edilen sürgündeki yaprak sayısı ile ağırlık kaybı arasında ilşki bulunamamıştır. Hasat edilen sürgün dönemi ile ağırlık kaybı arasında bir ilişki bulunmuş olup, ilk sürgün döneminde ağırlık kaybı daha yüksek bulunmuştur.
5. Sürgün dönemlerine göre 1,5 yapraklı sürgünlerin diğer farklı yaprak sayısına sahip sürgünlere göre daha fazla su kapsamına sahip olduğu tespit edilmiştir.
6. Sürgündeki yaprak sayısı dikkate alınarak sürgün dönemi ilerledikçe su ekstrat değerlerinde düşüşler yaşandığı en fazla düşüşün ise 4,5 yaprak boyuna sahip sürgünde gerçekleştiği tespit edilmiştir. 1,5 yaprak boyundaki sürgünlerfce su ekstraktı en yüksek (% 47,52) çıkmıştır.
7. Toplam kül değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Sürgün dönemlerine göre toplam kül değerleri incelendiğinde ise 2. sürgün döneminde % 5,61 olarak en düşük değerler elde edilirken, 3. sürgün döneminde % 6,10 ile en yüksek değer elde edilmiştir. 1,5 ve

2,5 yapraklı sürgünlerde sırasıyla toplam kül % 6,07 ve % 6,05 değerleri ile en yüksek olmuştur.

8. Sonuçlara göre rutubet değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Buna göre rutubet değerleri ile sürgün dönemleri arttıkça azalan bir gelişme göstermiştir. 1,5 yapraklı sürgünlerde Rutubet % 7,75 ile en düşük değerde olmuştur. Kuru çayların analiz yapılıncaya kadar muhafaza edilme süreleri ile paralel sonuçlar elde edilmiştir.
9. Toplam polifenol değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. 1, ve 2. sürgün döneminde toplam polifenol değerleri yüksek olduğu belirlenmiştir. 1,5 yapraklı sürgünlerde polifenol içeriği % 20,23 ile en yüksek değerlere ulaşmıştır.
10. Kafein değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle 1,5 yapraklı sürgünler kafein içeriği (3,24 g/100 g) zengin bulunmuşlardır. Kafein değerleri ile sürgün dönemleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.
11. Verilere göre toplam selüloz değerleri ile sürgündeki yaprak sayısı arasında yaprak sayısına göre artan bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. 1. ve 2. sürgün dönemlerinde sırasıyla 12,60 g/100g ve 12,69 g/100g ile en yüksek değerler elde edilmiştir.
12. Tadım puanlarına göre duyusal değerlendirme açsından sürgündeki yaprak sayısı tadım açısından puan ile yaprak sayısı ters orantılı olarak ilişkili bulunmuştur. 1. sürgündeki çaylar tadım yönünden 71,0 puan ile en kaliteli çaylar olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında kurulan ağağıdaki hipotezlerin doğruluğu bilimsel olarak ispat edilmiştir. Türkiye'de üretilen yeşil çayların kalitesinde;

sürgünde bulunan yaprak sayısı etkilidir;

sürgün dönemlerine göre değişmektedir;

sürgünde bulunan yaprak sayısı ile sürgün dönemleri arasında ilişki bulunmaktadır.

Sonuç olarak, veriler değerlendirildiğinde 1,5 ve 2,5 yapraklı sürgünlerin kalite özellikleri ve içerik açısından (toplam polifenol, kafein, toplam kül, rutubet, su ekstratı vb.) yüksek değerlere sahip olduğu ve selüloz oranının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yine, hasat dönemleri açısından da 1. Sürgün döneminde hasat edilen çayların kalitelerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir**.**

4.1. Öneriler

Çalışma sonuçlarına göre yapılacak yeni çalışmalar için aşağıdaki önerilerde bulunulabilir;

- Bu çalışmanın sonuçları; ülkemiz koşullarında üretilen yeşil çayların kalitesinin önemli derecede iyi olabileceğini göstermiştir. Arazi bakım işlemleri, hasadın zamanı ve şekli gibi hasat ve hasat öncesi kriterlerde ortaya konulacak doğru yaklaşımlar ile ülkemizde üretilen yeşil çaylarda başarılı sonuçlar elde edilebilecektir.
- Ülkemiz koşullarında üretilecek yeşil çayların; hasat dönemi, hasat edilen sürgünün niteliği, sürgünün yetiştirilme koşulları gibi kriterler bakımından ayrı ayrı sınıflandırılarak üretime tabi tutulması ile piyasada daha yüksek fiyatlarda alıcı bulacağı düşünülmektedir.
- Ülkemiz koşullarında yeşil çayların üretiminde farklı sürgün uzunluklarının birarada işlemeye tabi tutulmaması gerektiği ve sürgün dönemlerinin üretilecek ürünün kalitesi üzerine olan etkileri bu çalışmada ortaya konulmuştur. Yeşil çay üretiminde yeni bir üretim modeli benimsenerek ülkemiz koşullarında Dünya yeşil çay pazarında yer alabilecek kaliteli ürünler elde edilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Ahmed, S., 2014. Tea And The Taste Of Climate Change. Understanding İmpacts Of Environmental Variation On Botanical Quality. Available Online: Https://Sites. Tufts. Edu/Teaandclimatechange/Files/2014/07/Tea-Andthe-Taste-Of-Climate-Change. Pdf (Accessed On 7 June 2017) (2014).

Akbulut, M., Baykal, H., Şavşatlı, Y., 2013a. Çay Üreticisine Ek Gelir Olarak Kivi Yetiştiriciliği, II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Rize, 3-4 Mayıs 2013, ss.200-208.

Akbulut, M., Şavşatlı, Y., Baykal, H., 2013b. Çay Üreticisine Ek Gelir Olarak Maviyemiş Yetiştiriciliği, II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Rize, 3-4 Mayıs 2013, ss.245-253.

Akbulut M., 2013c. ÇAYKUR Görevde Yükselme Eğitimi Ders Notu (Tarım Grubu), ss.102, Rize.

Alikılıç, D., 2016. Çay'ın Karadeniz Bölgesi İçin Önemi Ve Tarihi Seyri. Karadeniz İncelemeleri Dergisi 11.21 (2016): 269-280.

Anonim, 1980. Iso 1573: 1980, Tea - Determination Of Loss İn Mass At 103^0c, International Standard Organization.

Anonim, 1987., ISO 1575:1987 (E), Tea - Determination Of Total Ash, International Standard Organization.

Anonim, 1990., 1990. ISO 9768:1990. Tea-Determination Of Water Extracts. Content Of International Standard Organization.

Anonim, 2002. ISO 10727:2002(E), Tea And İnstant Tea İn Solid Form - Determination Of Caffeine Content –Method Using High-Performance Liquid Chromatography, International Standard Organization.

Anonim, 2005. ISO 14502-2: 2005 E, Determination Of Substances Characteristic Of Green And Black Tea, Content Of Catechins İn Green Tea – Method Using High – Performance Liquid Chromatography, International Standard Organization.

Anonim, 2011. ISO 11287:2011(E), Green tea — Definition and basic Requirements, International Standard Organization.

Anonim, 2019., Iso 3103:2019(E), Tea — Preparation Of Liquor For Use İn Sensory Tests, Internatıonal Standard

Anonim, 2023h https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/129177/mod_resource/content/1/6.%20hafta%20k%C3%BCl%20tayini.pdf

Anonim,2021. https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl,Erişim Tarihi:03.02.2023

Anonim,2023a. https://data.tuik.gov.tr/bulten/ındex?p=bitkisel-urun-denge-tablolari-2020-2021-45505, Erişim Tarihi:04.02.2023

Anonim,2023b. https://www.caykur.gov.tr/pages/yayinlar/yayindetay, Çaykur Faaliyet Raporu 2021, Erişim Tarihi: 02.02.2023

Anonim,2023c., https://caymer.com.tr/index.php, RİZE, 2023

Anonim,2023d., https://tr.wikipedia.org/wiki/pazar,_rize , Erişim Tarihi: 02.02.2023

Anonim,2023e., https://www.google.com/maps (Erişim Tarihi: 11.02.2023)

Anonim,2023f.https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/169369/mod_resource/content/0/%C3%A7ay%204.pdf

Anonim,2023g https://www.atlasbig.com/tr/cay-uretimine-gore-ulkeler, Erişim Tarihi: 13.02.2023

Aroyeun, S.O., 2013. Crude Fibre, Water Extracts, Total Ash, Caffeine And Moisture Contents As Diagnostic Factors İn Evaluating Green Tea Quality. Italian Journal Of Food Science 25.1 (2013): 70-75.

Aykaç, G., Uzun, M.., And Özçelikay, G., 2014. Her Yönüyle Çay "*Camellia sinensis*." Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi Ve Folklorik Tıp Dergisi 4.1 (2014): 1-5

Banerjee, B., 1992. Botanical Classification Of Tea. Tea: Cultivation To Consumption (1992): 25-51.

Basu Majumder, A., Bera, B. and Rajan, A., 2010. Tea Statistics: Global Scenario. Inc J Tea Sci 8.1 (2010): 121-4.

Çuhadar, B.A., 2015. Yaş Ve Kuru Çayda, Verim ve Önemli Kalite Parametrelerine Sarı Çay Akarı. Ms Thesis. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.

Burgess, P. J., And M. K. V. Carr., 1998. The Use of Leaf Appearance Rates Estimated From Measurements Of Air Temperature to Determine Harvest İntervals for Tea. Experimental Agriculture 34.2 (1998): 207-218.

Cabrera, C., Reyes A., And Giménez. R., 2006. Beneficial Effects Of Green Tea—A Review. Journal Of The American College Of Nutrition 25.2 (2006): 79-99.

Chebbi, H., 2022. Farklı Hasat Döneminde Toplanmış Taze Çay Yaprağının Biyoaktif Bileşiklerinin Optimize Edilerek Belirlenmesi ve İnvitro Biyoerişilebilirliğinin Araştırılması. Ms Thesis. Bursa Uludağ Üniversitesi, 2022.

Chen, M. L. 2002. Tea And Health–An Overview. Tea: Bioactivity And Therapeutic Potential. Eds. Y. Zhen, Z. Chen, S. Cheng And M. Chen. Taylor And Francis, London (2002): 1-16.

Chen, Y. Et Al. 2018. Occurrence of Functional Molecules in The Flowers of Tea (Camellia Sinensis) Plants: Evidence For A Second Resource. Molecules 23.4 (2018): 790

Çelik, F., 2006. Çay (*Camellia Sinensis*); İçeriği, Sağlık Üzerindeki Koruyucu Etkisi ve Önerilen Tüketimi. Turkiye Klinikleri J Med Sci 26.6 (2006): 642-648.

Elmas, C., And Gezer. C., 2019. Çay Bitkisinin (*Camellia Sinensis*) Bileşimi Ve Sağlık Etkileri. Akademik Gıda 17.3 (2019): 417-428.

Eminağaoğlu, Ö., and Aksu, G., 2014. Camellia L.*(Kamelyalar*).(2014).

Ercişli, S., Orhan, E., Ozdemir, O., Sengül, M., and Gungor, N., 2008. Seasonal variation of total phenolic, antioxidant activity, plant nutritional elements, and fatty acids in tea leaves (*Camellia sinensis* var. *sinensis* clone Derepazari 7) grown in Turkey. Pharm. Biol. *46*, 683–687. https://doi.org/10.1080/13880200802215818.

Forrest, G. I., And Bendall, Ds., 1969."The Distribution Of Polyphenols İn The Tea Plant (Camellia Sinensis L.)." Biochemical Journal 113.5 (1969): 741-755.

Friedman, Mendel, Et Al. 2009. Changes İn The Composition Of Raw Tea Leaves From The Korean Yabukida Plant During High-Temperature Processing To Pan-Fried Kamairi-Cha Green Tea. Journal Of Food Science 74.5 (2009): C406-C412

Gökalp, H.Y., And Çeper, Ş., 1990. Yeşil Çay Üretim Teknolojisi ve Ülkemizde Yeşil Çay Üretimi. Gıda 15.6 (1990).

Graham, H.N., 1992. Green Tea Composition, Consumption, and Polyphenol Chemistry. Preventive Medicine 21.3 (1992): 334-350.

Gupta, S., B. Saha, And Ashok K. Giri., 2002. Comparative Antimutagenic And Anticlastogenic Effects Of Green Tea and Black Tea: A Review. Mutation Research/Reviews in Mutation Research 512.1 (2002): 37-65.

Güneş, S., 2012. Türk Çay Kültürü ve Ürünleri. Milli Folklor 24.94 (2012).

Güngör, B., 2005. Türkiye'de Çay Ekonomisi ve Bölgesel Kalkınma Açısından Önemi. Bildiriler Kitabı: 87.

Gürses, Ö.L., 1982. Mamül Çaylarımızda Ham Selüloz Miktarları ve Kalite Açısından İrdelenmesi. *Gıda* 7.6 (1982).

Hazra, A. Et Al., 2018. Next Generation Crop İmprovement Program: Progress And Prospect İn Tea (*Camellia Sinensis (L.) O. Kuntze*). Annals Of Agrarian Science 16.2 (2018): 128-135.

Hicks, A., 2009. Current Status and Future Development of Global Tea Production And Tea Products. Au Jt 12.4 (2009): 251-264.

Hilal, Y., And Engelhardt. U., 2007. Characterisation Of White Tea–Comparison To Green And Black Tea. Journal Für Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit 2 (2007): 414-421.

Horuz, A. And Korkmaz, A., 2006. Farklı Sürgün Dönemlerinde Hasat Edilen Çayın Verimi, Azot İçeriği Ve Mineral Madde Kompozisyonu. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 21.1 (2006): 49-54.

Hönow, R. Et Al., 2018. Oxalate Content of Green Tea of Different Origin, Quality, Preparation And Time of Harvest. Urological Research 38 (2010): 377-381

Hu, J. Et Al., 2018. The Safety of Green Tea and Green Tea Extract Consumption in Adults–Results of A Systematic Review. Regulatory Toxicology and Pharmacology 95 (2018): 412-433.

Jakubczyk, K. Et Al., 2022. Fluoride Content of Matcha Tea Depending on Leaf Harvest Time and Brewing Conditions. Nutrients 14.12 (2022): 2550.

Jayawardhane, S. A. D. P. S., Et Al., 2016. Determination Of Quality Characteristics İn Different Green Tea Products Available in Sri Lankan Supermarkets. Proceedings of The 6th Symposium on Plantation Crop Research. 2016.

Kacar, B., 1987. Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi, Dsi Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, S:13, Ankara

Kacar, B., 1991. Çay ve Çay Topraklarının Kimyasal Analizleri,1. Çay Analizleri, Ankara Üniversitesi Basımevi, S:44, Ankara

Kacar, B., 2014. Bitki Toprak ve Gübre Analizleri-2 / Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri, Nobel Akademik Yayıncılık,1.Basım, Ss.33-36,Ankara

Kadıoğlu, S., And Öztürk, Y.E., 2021. Yeşil Çay ve Sağlık. Black Sea Journal Of Health Science 4.3 (2021): 341-350.

Kanwar, J., Et Al., 2012. Recent Advances On Tea Polyphenols. Frontiers İn Bioscience (Elite Edition) 4 (2012): 111.

Karaçimen, E., and Değirmenci. E., 2019. Doğu Karadeniz'de Çay Tarımının Çelişkili Sürekliliği. Toplum Ve Bilim 150 (2019): 63-93.

Karori, S. M., Et Al., 2007. Antioxidant Capacity of Different Types of Tea Products. African Journal Of Biotechnology 6.19 (2007).

Karwowska, K., Skotnicka, M. And Smiechowska, M.. 2019. Tea Production And İts Forecasts, and The Possibility Of Tea Cultivation in The Context Of Environmental Requirements in China. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego W Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego 19.1 (2019).

Kaundun, S.S., Zhyvoloup, A., And Park Y.G., 2000. Evaluation of The Genetic Diversity Among Elite Tea (*Camellia Sinensis Var. Sinensis*) Accessions Using Rapd Markers. Euphytica 115 (2000): 7-16.

Kaur, A., Et Al. 2015. Estimation and Comparison Of Total Phenolic and Total Antioxidants İn Green Tea And Black Tea. Global Journal of Bio-Science and Biotechnology 4.1 (2015): 116-120.

Kazdal, N., 2017. Çayda (*Camelia Sinensis L.)* Önemli Kalite Özelliklerinin Güneşlenme Durumuna ve Sürgün Dönemlerine Göre Değişimi (Master'S Thesis, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Kc, Y. Et Al. 2020. Phytochemicals And Quality of Green and Black Teas From Different Clones of Tea Plant. Journal Of Food Quality 2020 (2020): 1-13.

Kesler, .H., Çimen, B. 2012. Yeşil Çay ve Etkileri. Bitirme Ödevi. Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Bitirme Ödevi. Erciyes (2012).

Khan, N., Mukhtar, H., 2010. Cancer and Metastasis: Prevention and Treatment By Green Tea. Cancer And Metastasis Reviews 29.3 (2010): 435-445.

Kim, B. K., Park, C. E., Park, K. J., Lim, J. H., Jeong, J. W., Jeong, S. W., & Cho, C. W., 2009. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Green Tea At Different Harvest Time. Journal of The East Asian Society of Dietary Life, 19(4), 570-578.

Kim, S.H., Han, D.S. And Park, J.D., 2004. Changes of Some Chemical Compounds of Korean (Posong) Green Tea According To Harvest Periods. Korean Journal of Food Science and Technology 36.4 (2004): 542-546.

Kim, Y., Lee, K.G. And Kim. M.K., 2016. Volatile and Non-Volatile Compounds in Green Tea Affected İn Harvesting Time And Their Correlation to Consumer Preference. Journal of Food Science And Technology 53.10 (2016): 3735-3743

Kochman, J., Et Al., 2020. Health Benefits and Chemical Composition of Matcha Green Tea: A Review. Molecules 26.1 (2020): 85.

Kurt, G., And Hacıoğlu, H.K., 2013. Dünya Ülkeleri ile Türkiye'nin Çay Üretiminin İstatistiklerle İncelenmesi. Bildiriler Kitabı (2013): 39.

Lambert, J. D., And Elias.R.J., 2010. The Antioxidant And Pro-Oxidant Activities Of Green Tea Polyphenols: A Role in Cancer Prevention. Archives Of Biochemistry And Biophysics 501.1 (2010): 65-72.

Lee, J.E., Et Al. 2015. Metabolomic Unveiling of A Diverse Range Of Green Tea (Camellia Sinensis) Metabolites Dependent On Geography. Food Chemistry 174 (2015): 452-459.

Long, L., Et Al. 2022. Characterization Of Young Shoot Population, Yield, and Nitrogen Demands Of Tea (*Camellia Sinensis L.)* Harvested Under Different Standards. Horticulturae 8.4 (2022): 275.

Ma, G., Et Al. 2016. Determining The Geographical Origin of Chinese Green Tea By Linear Discriminant Analysis of Trace Metals And Rare Earth Elements: Taking Dongting Biluochun As An Example. Food Control 59 (2016): 714-720.

Mahmood, T., Akhtar, N., and Khan, B.A., 2010. The Morphology, Characteristics, And Medicinal Properties Of *Camellia Sinensis* Tea. Journal Of Medicinal Plants Research 4.19 (2010): 2028-2033.

Mendi, A.F., 2018. Türkiye Çay Endüstrisi: Sektörel ve Ampirik Bir Çalışma. International Journal Of Social Sciences And Education Research 4.2 (2018): 252-274.

Namita, P., Mukesh, R., And Vijay, K.J., 2012. *Camellia Sinensis* (Green Tea): A Review. Global Journal Of Pharmacology 6.2 (2012): 52-59.

Neog, M., Et Al. 2018. Documentation of Processing Methods and Biochemical Quality Study of Green Tea Manufactured By Small Tea Growers of Assam, India. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci 7 (2018): 51-57.

Nursodik, H., Santoso, S.I. and Nurfadillah, S., 2021. Competitiveness and Determining Factors of Indonesian Tea Export Volume in The World Market. Habitat 32.3 (2021): 163-172.

Ofluoğlu, Pinar. Türkiyede Farklı Yörelerde Yetiştirilen Yaş Çay Yapraklarından Yeşil Çay Üretimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ms Thesis. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Önçırak, M., 2019. Çay Sektörü ve Türkiye Ekonomisi. Diss. Bursa Uludag University (Turkey), 2019.

Özyazıcı, M.A., Dengiz, O., And Aydoğan, M., 2013. Çay Yetiştirilen Tarım Topraklarının Reaksiyon Değişimleri ve Alansal Dağılımları. (2013).

Pasrija, D., And C. J. F. B. T. Anandharamakrishnan. 2015. Techniques For Extraction Of Green Tea Polyphenols: A Review. Food And Bioprocess Technology 8 (2015): 935-950.

Prasad, S.S., 2016. Tea Cultivation, Principle and Their Practices, Random Publications, Isbn: 978-93-5111-780-3,Pgs.300, Ss:164-165

Rahaman, S. Abdul, A. and Aruchamy, S.. 2022. Land Suitability Evaluation of Tea *(Camellia Sinensis L.)* Plantation in Kallar Watershed of Nilgiri Bioreserve, India. Geographies 2.4 (2022): 701-723.

Readal, M., 2021. *Camellia Sinensis*–Herb of The Month. https://herbsocietyblog.wordpress.com/2021/06/07/camellia-sinensis-herb-of-the-month/

Reto, M., Et Al., 2007. Chemical Composition of Green Tea (*Camellia Sinensis*) İnfusions Commercialized İn Portugal. Plant Foods For Human Nutrition 62.4 (2007): 139-144.

Reygaert, W.C., 2018. Green Tea Catechins: Their Use İn Treating and Preventing İnfectious Diseases. Biomed Research İnternational 2018 (2018).

Saberi, H., 2010. Tea: A Global History. Reaktion Books, 2010.

Sanaeifar, A., Et Al. 2020. Nondestructive Monitoring of Polyphenols and Caffeine During Green Tea Processing Using Vis-Nır Spectroscopy. Food Science & Nutrition 8.11 (2020): 5860-5874.

Sharma, D., and Kosankar, K.V., 2018. Green Tea in Green World an Updated Review. Pharmatutor 6.3 (2018): 9-16.

Shrivastava, R.R Et Al., 2018. Green Tea-A Short Review. International Journal of Indigenous Herbs And Drugs (2018): 12-21.

Sinija, V. R., and Mishra. H.N., 2008. Green Tea: Health Benefits. Journal of Nutritional & Environmental Medicine 17.4 (2008): 232-242.

Smith, K. 2016. World Atlas of Tea, From The Leaf To The Cup, The World's Teas Explored and Enjoyed, A Firefly Book, Isbn13: 978-1-77085-816-9, Isbn10:1-77085-816-4,Chına.

Şavşatlı, Y., Seyis, F., Akbulut, M., 2015. Rize İlinde Tarımsal Girdilerden Kaynaklanan Sorunların Çözümünde Organik Tarım Sistemi, Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, Rize, 6-9 Ekim 2015, s.685.

Tekeli, S.T., 1976. Çay: yetiştirme, işleme, pazarlama. Ankara Basım ve Ciltevi.

Tekin, Y. Ve Ark. 2021, Turizmin Akademik ve Sektörel Yansıması, Ankara Hacı Bayramı Veli Üniversitesi, Turizm Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ağustos 2021, Sayı.5, Ss.13-14

Tosun, İ. And Karadeniz, B., 2005. Çay ve Çay Fenoliklerinin Antioksidan Aktivitesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 20.1 (2005): 78-83.

Tudu, B., Et Al., 2009. Electronic Nose For Black Tea Quality Evaluation By An İncremental Rbf Network. Sensors and Actuators B: Chemical 138.1 (2009): 90-95.

Turan, M.A., Et Al., 2016. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Çay Bitkisi *(Camellia Sinensis L.)* Yaşlı Yapraklarının Su Ekstraktı, Toplam Kül, Toplam Polifenol, Kafein ve Ham Selüloz İçerikleri. Toprak Su Dergisi 5.2 (2016): 52-58.

Ulusoy, A., And Yılmaz, H., 2017. Özelleştirme, Türkiye'de Çay Sektörü ve Çaykur Üzerine Bir Değerlendirme. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 17.3 (2017): 1-21.

Uzun, E., 2013. *Camellia Sinensis Var. Sinensis (L.) Kuntze (Theaceae)*'De Yükseklik Gradiyenti Boyunca Makroelement Değişimi Ve Rezorbsiyonu. Ms Thesis. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Biyoloji Anabilim Dalı, 2013.

Üstün, Ç., and Demirci, N., 23013. Çay Bitkisinin *(Camellia Sinensis L.)* Tarihsel Gelişimi ve Tıbbi Açıdan Değerlendirilmesi. Bildiriler Kitabı 175 (2013).

Vanlı, H, ,2013. Çay Borsalarının İşleyişi Ve Sektöre Katkıları. II. Rize Kalkınma Sempozyumu Çay – Lojistik – Turizm Rize, 3 – 4 Mayıs 2013 Bildiriler Kitabı: 14.

Vishnoi, H., Et Al. 2018. Green Tea *(Camellia Sinensis)* And İts Antioxidant Property: A Review. Int J Pharm Sci Res 9.5 (2018): 1723-36.

Vyas, D., And Kumar, S., 2005. Tea *(Camellia Sinensis (L.) O. Kuntze)* Clone With Lower Period Of Winter Dormancy Exhibits Lesser Cellular Damage İn Response To Low Temperature. Plant Physiology And Biochemistry 43.4 (2005): 383-388.

Wachira, F.N., Et Al., 2013. The Tea Plants: Botanical Aspects. Tea İn Health And Disease Prevention. Elsevier (2013): 3-17.

Wakamatsu, M., Et Al., 2019. Catechin And Caffeine Contents in Green Tea At Different Harvest Periods and Their Metabolism İn Miniature Swine. Food Science & Nutrition 7.8 (2019): 2769-2778.

Wang, N., 2011. A Comparison of Chinese And British Tea Culture. Asian Culture And History 3.2 (2011): 13.

Wang, X. Et Al., 2021. Fundamental Understanding of Tea Growth And Modeling of Precise Tea Shoot Picking Based On 3-D Coordinate Instrument. Processes 9.6 (2021): 1059.

Weisburger, J.H., 1997. Tea and Health: A Historical Perspective. Cancer Letters 114.1-2 (1997): 315-317.

Weiss, D.J., And Anderton, C.R. 2003. Determination of Catechins in Matcha Green Tea By Micellar Electrokinetic Chromatography. Journal of Chromatography A 1011.1-2 (2003): 173-180.

Wetherilt, H., Et Al. 1991. Türk Çaylarının Nesnel Kalite Parametrelerine Göre Değerlendirilmesi. Gıda 16.3 (1991).

Wu, C.C., 2015. Developing Situation of Tea Harvesting Machines in Taiwan. Engineering, Technology & Applied Science Research 5.6 (2015): 871-875.

Wu, W.W., Et Al., 1998. Disinfection Byproduct Formation From The Preparation of İnstant Tea. Journal of Agricultural And Food Chemistry 46.8 (1998): 3272-3279.

Xiao, Z., Et Al., 2018. Spatio-Temporal Variation and The Driving Forces of Tea Production in China Over The Last 30 Years. Journal Of Geographical Sciences 28 (2018): 275-290.

Xu, C., Et Al., 2021. Studies of Quality Development and Major Chemical Composition of Green Tea Processed From Tea With Different Shoot Maturity. Lwt 142 (2021): 111055.

Yagi, C., Ikeda, N. and Sato, D.M.., 2010. Characteristics of Eight Japanese Tea Cultivars. [Cooperative Extension Service], College of Tropical Agriculture And Human Resources, University Of Hawai‘i At Mānoa, 2010.

Yazıcı, K., 2022. Application of alternative mineral fertilizer to improve the total phenolic content and antioxidant capacities of tea *[Camellia sinensis (L.) O. Kuntze]* leaves, *FRUITS* , vol.77, no.3, 2022

Yıldız, R., Uğurlu, M.O., Bakoğlu, N., Seyis, F., Akbulut, M., Şavşatlı, Y., Yazıcı, K., 2014. Çay Üretimi ve Sorunları, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası IX. Öğrenci Kurultayı, Ankara, 15-16 Kasım 2014, cilt.1, no.1, ss.5.

Yoğurtçu, B., 2019. Türkiye’de Yetiştirilen Çay *(Camellia Sinensis L.)* Genotiplerinin Issr Markörleri Yardımıyla Ayrımı (Master'S Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Yuan, J.M., 2013. Cancer Prevention By Green Tea: Evidence From Epidemiologic Studies. The American Journal of Clinical Nutrition 98.6 (2013): 1676s-1681s.

Yurtoğlu, N., 2018. Türkiye Cumhuriyeti'nde Çay Yetiştiriciliği ve Çay Politikaları (1923-1960). History Studies (13094688) 10.8 (2018).

Zeng, L., Et Al., 2021. Roles of Specialized Metabolites in Biological Function and Environmental Adaptability of Tea Plant (Camellia Sinensis) As A Metabolite Studying Model. Journal of Advanced Research 34 (2021): 159-171.

Zhang, L., Et Al., 2019. Real-Time Monitoring Of Optimum Timing For Harvesting Fresh Tea Leaves Based On Machine Vision. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 12.1 (2019): 6-9.

Zhang, W., Et Al., 2022. Exploring The Quality And Application Potential Of The Remaining Tea Stems After The Postharvest Tea Leaves: The Example Of Lu'an Guapian Tea *(Camellia Sinensis L.*)." Foods 11.15 (2022): 2357.

Zhang, X.H., Et Al., 2023. Discrimination Of The Harvesting Season of Green Tea By Alcohol/Salt-Based Aqueous Two-Phase Systems Combined With Chemometric Analysis. Food Research International 163 (2023): 112278.

Zhao, T., Et Al., 2022. Green Tea *(Camellia Sinensis)*: A Review of İts Phytochemistry, Pharmacology, And Toxicology. Molecules 27.12 (2022): 3909.

Zohora, K., Tuz, F., and Arefin, M.R.. 2022. Tea And Tea Product Diversification: A Review. Turkish Journal of Agriculture-Food Science And Technology 10.12 (2022): 2334-2353.